WOSCON

6. ULUSLARARASI PARİS BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR VE İNOVASYON KONGRESİ

KONGRE KİTABI

10-11 EKİM 2026

FRANSA PARİS

PEOPLE
IDEAS
CULTURE
SOLUTIONS

Bilimle Daha İyi Bir Yarın İçin

BİLSEL YAYINCILIK

www.wosconkongreleri.com

6. INTERNATIONAL PARIS SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS BOOK

10-11 October, 2026, FRANCE

EDITOR
Assoc. Prof. Dr. İlyas ERPAY

19.10.2026
by BILSEL PUBLISHING

ISBN: 978-625-8531-73-2

All rights of this book belong to BILSEL PUBLISHING.
The book is not intended for commercial profit.
It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

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

https://www.wosconkongreleri.com/

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

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

6. INTERNATIONAL PARIS SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS,

DATE and PLACE

10-11 October, 2026, FRANCE

ORGANIZATION

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

ORGANIZING COMMITTEE

CHAİRMAN OF THE ORGANİZİNG COMMİTTEE

Assoc. Prof. Dr. İlyas ERPAY

University Academician Representative

Prof. Dr. Gülsüm YALDIZ

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Doç. Dr. Erdem AYYILDIZ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

PARTICIPANTS COUNTRY

Algeria/ Benin/Romania/Pakistan/ Azerbaijan/ Indonesia/India/Albania/ Nigeria/

CONGRESS ORGANIZING COMMITTEE MEMBERS

Prof. Dr. Chaya Bagrecha
Prof. Dr. MEZIANI Brahim
Prof. Dr. Nana Jincharadze
Prof. Dr. Asaf Tolga ÜLGEN
Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN
Prof. Dr. Gülsüm YALDIZ
Doç. Dr. Hakan Tahiri MUTLU
Doç. Dr. Adem Yolcu
Doç. Dr. Adile TÜMER
Doç.Dr. Ebülfez EZİMLİ
Doç. Dr. Canan Demir
Doç. Dr. Bahar ÇİFTÇİ
Assoc. Prof. Dr. Naseem Akhter
Assoc. Prof. Dr. Henry Akpojubaro Efegbere
Assoc. Prof. Dr. Girija Shankar Panigrahi
Assoc. Prof. Dr. Seyed Mehdi Talebi
Assoc. Prof. Dr. Rozina Khattak
Dr. Agit ŞİMŞEK
Dr. Bahadır AKKURT
Dr.Taner AKARSU
Dr. Muhammet Serhat ÖZASLAN
Dr. Sema İÇEL
Dr. Mansoor Ahmed
Dr. Chems Eddine BOUKHEDIMI
Prof. Ass. Dr. Drita AVDYLI
Dr. Ramona Marinache
Dr. Iosefina Blazsani-Batto
Dr. Mohammed BENTAHAR

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Marinescu Valentina

University of Bucharest,Romania

Prof. Dr. Khiari Reguia,

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

BERNAOUI, Algeria

Prof. Dr. Abdelkarim BOUA

Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco

Prof. Dr. Laura Diaconu Maxim,

Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, Romania

Prof. Dr. Froilan D. Mobo,

Philippine Merchant Marine Academy

Prof. Dr. Mamoona Mushtaq/Shahid

Govt. Graduate College Township, Pakistan

Prof. Dr. Kiril Postolov

University Ss. Kiril and Metodij, North Macedonia

Prof. Dr. Hendri Hermawan-ADINUGRAHA

UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Prof. Dr. Chaya Bagrecha

Jain Deemed tobe University, India

Prof. Dr. MEZIANI Brahim

Djilali Bounaama University of Khemis Miliana, Algeria

Prof. Dr. Nana Jincharadze

Euripean University, Georgia

Prof. Dr. Mehmet ILKIM

İnönü Üniversitesi

Prof. Dr. Perihan ÜNÜVAR

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Prof. Dr. Gülsüm YALDIZ

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Doç. Dr. Ali Özhan AKYÜZ

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Doç. Dr. Selma AKÇAY

Çankırı Karatekin Üniversitesi

Doç. Dr. Hakan Gökhan GÜNDOĞDU

Anadolu Üniversitesi

Doç. Dr. Ufuk MERCAN YÜCEL

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Doç. Dr. Arzu SARIALİOĞLU

Atatürk Üniversitesi

Assoc. Prof.Dr. Mohammad Jafar Chamankar,

Urmia University/Iran

Assoc. Prof. Dr. Vakeel Ahmad Khan,

Aligarh Muslim University, India

Assoc. Prof. Dr. Aliaksandr Susha,

Belarusian State University, Belarus

Assoc. Prof. Dr. Nesrine El Houari,

University of Tlemce Algeria

Assoc. Prof. Dr. Valbona Habili Sauku

Tirana University, Albanıa

Dr. Derya Karataş

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Suzan ONUR

Karabük Üniversitesi

Dr. Sezen TEKİN

Çankırı Karatekin Üniversitesi

Dr. Fatıma Aydın

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

Dr. Belis ÖZTÜRK

Maltepe Üniversitesi

Dr. Agit ŞİMŞEK

İnönü Üniversitesi

Dott. Ervin IBRAHIMI MD

Area Vasta 2, Cooss- Marche, Italy

Dr. Vıncent Abıodun Mıcheal,

The Federal Polytechnıc, Bıda, Nıgerıa

Dr. Israr Ali Khan,

Institute of Numerical Sciences KUST, Pakistan

Dr. Ananda Majumdar,

Brander Garden After School Parents Association

Dr. Muhammad Faisal,

Ministry of State and Frontier Region (SAFRON)

Dr. hc Vicente Pironti

Open Unıversıty Humanıza, Brazil

Dr. Gopalakrishnan Chinnasamy,

Jain Deemed to-be University, India

Dr. Vaishali Krishna

Jawaharlal Nehru University,India

Lec. Diaconu Luminitsa,

The Academy of Economic Studies of Moldova

Lec. Ezekıel Pıus NYATIRIMOH,

Federal Unınversıty Wukarı, Nıgerıa

6. INTERNATIONAL PARIS SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, FRANCE
10-11 October, 2026

CONGRESS PROGRAM

Join Zoom Meeting ID: 830 6877 1954

Passcode: 627151

Join Zoom Meeting

https://us06web.zoom.us/j/83068771954?pwd=R6c8QQG97LP0EE1zDLjsSAcbPs8XbC.1

PARTICIPATING COUNTRIES

Algeria/ Benin/Romania/Pakistan/ Azerbaijan/ Indonesia/India/Albania/ Nigeria/

IMPORTANT

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

TECHNICAL INFORMATION

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

ÖNEMLİ

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

TEKNİK BİLGİLER

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

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

11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi Seda OĞUR

SESSION-1 HALL-1

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi, Endam ÇETİNKAYA AK *Ebe, Dilan ACAR*	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi,* *Akdeniz Sağlık Vakfı (ASV) Yaşam Hastanesi*	*BAKIMIN GÖLGESİNDE: DOĞUMDA İYİ NİYET, GÜÇ VE OBSTETRİK KÖTÜ MUAMELE*
Dr. Öğr. Üyesi, Endam ÇETİNKAYA AK *Ebe, Dilan ACAR*	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi,* *Akdeniz Sağlık Vakfı (ASV) Yaşam Hastanesi*	*EBELİK ÖĞRENCİLERİNDE KLİNİK DENEYİM İLE OBSTETRİK KÖTÜ MUAMELE ALGISI ARASINDAKİ İLİŞKİ*
Arş. Gör. Mert Can KITOĞLU	*Gaziantep Üniversitesi*	*DENTAL KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDE YAPAY ZEKÂ İLE METAL ARTEFAKT AZALTMA: GÜNCEL DERLEMELER VE PLANLANAN SİSTEMATİK DERLEME İÇİN YÖNTEMSEL ÇERÇEVE*
Dr. Öğr. Üyesi Seda OĞUR *Dyt. Merve BEYAZKUŞ*	*Bitlis Eren Üniversitesi*	*OKUL ÖNCESİ DÖNEM (4-6 YAŞ) ÇOCUKLARININ MENÜLERİNİN PLANLANMASINDA GÜNCEL YAPAY ZEKA UYGULAMALARININ ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ*
Dr. Öğr. Üyesi Seda OĞUR *Dyt. Helin ŞENGEL* *Dyt. Zeliha SÖNMEZSOY* *Dyt. Nezire GÜNSEL*	*Bitlis Eren Üniversitesi*	*SÜRDÜRÜLEBİLİR DİYET MODELLERİNE GÖRE PLANLANAN ÖĞLE MENÜLERİNİN KALİTELERİNİN, MALİYETLERİNİN VE EKOLOJİK ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI*
Doç. Dr., Sibel ŞENTÜRK *Yüksek Lisans Öğrencisi, Berna ERKILIÇ*	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi*	*SESSİZ TEHLİKEYE DİJİTAL DOKUNUŞ: HEMODİYALİZDE YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ OSTEOPOROZ TARAMASI VE ÖNGÖRÜCÜ HEMŞİRELİK*
Doç. Dr., Sibel ŞENTÜRK *Yüksek Lisans Öğrencisi, Reyhan KIZILELMA*	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi*	*İYİ NİYETLİ TEDAVİDEN KLİNİK TEHLİKEYE: KARDİYAK YAŞLILARDA POLİFARMASİ*

11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Yasemin ŞANLI

SESSION-1 HALL-2

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ŞANLI *Doç. Dr. Yasemin ŞANLI*	*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi*	*STERİL İDRAR PARADİGMASINDAN ÜRİNER MİKROBİYOMA: ÜRİNER MİKROBİYOTA ÜROLOJİK HASTALIKLARIN TANI VE TEDAVİSİNİ DEĞİŞTİREBİLİR Mİ?*
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ŞANLI *Doç. Dr. Yasemin ŞANLI*	*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi*	*ÜROLOJİDE DİJİTAL İKİZLER: HASTANIN SANAL MODELİ KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ TEDAVİNİN GELECEĞİ OLABİLİR Mİ?*
Assoc. Prof. Fırat AŞIR *Dr. Hayat AYAZ*	*Dicle University,*	*SIÇANLARDA TRAVMATİK BEYİN HASARI SONRASI LOSARTANIN SEREBELLUM ÜZERİNDEKİ NÖROPROTEKTİF ETKİLERİ*
Prof. Dr. Şengül DEMİRAL *Doç. Dr. Hilal KEKLİÇEK* *Arş. Gör. Dr. Meltem NAZIROĞLU*	*Trakya Üniversitesi*	*ADÖLESAN JUDOCULARDA KUADRİSEPS KAS OKSİJENASYONU İLE NAVİKÜLER YÜKSEKLİK VE Q AÇISI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ*
Arş. Gör. Dr. Meltem NAZIROĞLU *Prof. Dr. Şengül DEMİRAL* *Prof. Dr. Nurper ÖZBAR* *Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN*	*Trakya Üniversitesi*	*COVID-19 PANDEMİSİ ÖNCESİ VE SONRASI JUDO MÜSABAKA SÜRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: 2019–2020 JUNİOR VE U23 AVRUPA JUDO ŞAMPİYONALARI*
Prof. Dr. Kenan ERDAĞI *Öğr. Gör. Halil İbrahim ÖZER* *Doç. Dr. Bülent IŞIK*	*Necmettin Erbakan Üniversitesi,* *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi*	*HALTER SPORUNDA BİREYSELLEŞTİRİLMİŞ ANTRENMAN YÜKÜNÜN WEB TABANLI DİJİTAL İZLEME SİSTEMİYLE TAKİBİ*
Fatima Zahid	*Kohat University of Science and Technology, Kohat*	*EXPLORING THE GENETIC BASIS OF HEREDITARY SENSORINEURAL HEARING LOSS IN A FAMILY OF DISTRICT KOHAT*

11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Prof. Dr., Yücel KABAPINAR

SESSION-1 HALL-3

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Bilgenur AKTAŞ *Prof. Dr., Fatma ŞAHİN* *Prof. Dr., Filiz KABAPINAR*	*Marmara Üniversitesi*	*YENİ KİMYA ÖĞRETİM PROGRAMI TEMELİNDE TASARLANAN 10. SINIF KİMYA DERS KİTABININ KAVRAM YANILGISI BELİRLEME VE GİDERMESİ AÇISINDAN İNCELENMESİ*
Prof. Dr., Filiz KABAPINAR *Prof. Dr., Yücel KABAPINAR*	*Marmara Üniversitesi*	*SINIF ÖĞRETMENLERİNİN ÖĞRETME ANLAYIŞLARI İLE DERS İŞLERKEN KULLANDIKLARI ÖĞRETİM YAKLAŞIMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ*
Dr. Öğr. Üyesi Ramazan İNCİ	*Batman Üniversitesi*	*ERGENLERDE SIBER ZORBALIK MAĞDURIYETI ILE BILINÇLI FARKINDALIK DÜZEYLERI ARASINDAKI İLIŞKININ İNCELENMESI*
Dr. Öğr. Üyesi, Hüseyin Zahid KARA	*Sakarya Üniversitesi*	*KUŞAK HAKLARININ EKOLOJİK SOSYAL HİZMET PERSPEKTİFİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ*
Dr. Tarana AKBARİ	*Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi (ADPU)*	*İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNDE "HAYAT BİLGİSİ" DERSİNİN ÖĞRETİMİNDE VİRTÜEL LABORATUVAR VE SANAL GEZİLERİN BİLİŞSEL VE DUYUŞSAL GELİŞİME ETKİSİ*
Muhammet Mustafa ÖZDERE *Doç. Dr., Murat KOBYA* *Doç. Dr., Seyyid SANCAK*	*BAİBÜ*	*DEĞERLERİN ESTETİK VE EDEBÎ TEMSİLİ: 2024 İLKÖĞRETİM DKAB ÖĞRETİM PROGRAMININ 4-8. SINIFLAR DÜZEYİNDE İNCELENMESİ*
Doç. Dr., Murat KOBYA *Doç. Dr., Seyyid SANCAK* *Doç. Dr., Murat TARHAN* *Mücahit YILMAZ*	*BAİBÜ,* *Ömer Seyfettin Ortaokulu*	*HAYAL GÜCÜNDEN DAVRANIŞA: DİN KÜLTÜRÜ VE AHLAK BİLGİSİ DERSİNDE "DEĞERLERLE DOLU MISRALAR" ADLI ŞİİR YAZMA ETKİNLİĞİNE YÖNELİK ÖĞRENCİ TUTUMLARI*

11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Okan UÇAR

SESSION-1 HALL-4

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Öğr. Gör. Dr. Mesut GÖK *Prof. Dr. İbrahim TEGIN* *Prof. Dr. Mehmet FİDAN*	*Siirt University*	*DETERMINATION OF THE CHEMICAL PROFILE OF VISCUM ALBUM L. FRUITS COLLECTED FROM OAK HOSTS IN ERUH (SİİRT) USING GC–MS*
Öğr. Gör. Dr. Mesut GÖK *Prof. Dr. İbrahim TEGIN*	*Siirt University*	*GC–MS-BASED CHEMICAL PROFILING OF THE HEXANE EXTRACT OF PLATYCLADUS ORIENTALIS (L.) FRANCO (MAZI)*
Prof. Dr. İbrahim İsmet ÖZTÜRK *Assoc. Prof. Dr. Okan UÇAR*	*Tekirdağ Namık Kemal University*	*THEORETICAL STUDY OF 2-ACETYLTHIOPHENE-N-PHENYL THIOSEMICARBAZONE:STRUCTURAL, VIBRATIONAL AND ELECTRONIC PROPERTIES*
Prof. Dr. İbrahim İsmet ÖZTÜRK *Assoc. Prof. Dr. Okan UÇAR*	*Tekirdağ Namık Kemal University*	*A DFT-BASED INVESTIGATION OF THE STRUCTURAL AND ELECTRONIC PROPERTIES OF A BISMUTH(III) CHLORIDE COMPLEX CONTAINING A HETEROCYCLIC THIOAMIDE*
Doç. Dr. Hasan MARAL *Doç. Dr. Musa TÜRKMEN* *Dr. Yılmaz EREN*	*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi,* *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi*	*AYLIK HASAT ZAMANININ SALVİA OFFİCİNALİS L. YAPRAKLARININ UÇUCU YAĞ ORANI VE KİMYASAL BİLEŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ*
Doç. Dr. Hasan MARAL *Doç. Dr. Musa TÜRKMEN* *Dr. Yılmaz EREN*	*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi,* *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi*	*GÜNLÜK HASAT ZAMANI VE HASAT SONRASI KURUTMANIN SALVİA TOMENTOSA MİLL. YAPRAKLARININ UÇUCU YAĞ ORANI VE KİMYASAL BİLEŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ*
Lisans Öğrencisi, Nisa DÜNDAR *Prof.Dr., Pınar YILMAZ*	*Marmara Üniversitesi*	*AÇIKTA SATILAN İSOT BAHARATLARINDA MİKROBİYAL KONTAMİNASYONUN VE STAPHYLOCOCCUS AUREUS'UN ENZİMATİK-ANTİBİYOTİK DİRENÇ ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ*

11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Nurettin BİLMEZ

SESSION-1 HALL-5

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr.Öğr.Üyesi İsmail ATABAY	*Balıkesir Üniversitesi*	*SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK RAPORLAMASINDA AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKÂ: ESG VERİ KALİTESİ, GÜVENCE MUHAKEMESİ VE PAYDAŞ GÜVENİ İÇİN KAVRAMSAL BİR MODEL*
Dr.Öğr.Üyesi İsmail ATABAY	*Balıkesir Üniversitesi*	*BAĞIMSIZ DENETİMDE AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKÂ: MESLEKİ ŞÜPHECİLİK, GÜVEN VE DENETÇİ MUHAKEMESİ ÜZERİNE KAVRAMSAL BİR ÇERÇEVE*
Dr. Öğr. Üyesi Hasan Furkan KAPLAN	*Muş Alparslan Üniversitesi*	*BELİRSİZLİK Mİ, PARA POLİTİKASI MI? SANAYİ ÜRETİMİNİN BELİRLEYİCİLERİ ÜZERİNE PANEL NEDENSELLİK ANALİZİ*
Dr. Öğr. Üyesi, Hidayet BEYHAN Dr. Öğr. Üyesi, Buket SEZER Doç. Dr., B. Dilek ÖZBEZEK	*Bitlis Eren Üniversitesi, Gaziantep Üniversitesi*	*YAPAY ZEKÂ KAYGISININ YENİLİKÇİ DAVRANIŞ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNDE MUTLULUĞUN DÜZENLEYİCİ ROLÜ*
Doç. Dr. Nurettin BİLMEZ	*Amasya Üniversitesi*	*TÜRKİYE'DE SİVİL SAVUNMA: KIRSAL ALANLARDA SİVİL SAVUNMANIN ÖNEMİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME*
Dr. Öğr. Üyesi Ali GÖDE	*Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi*	*SAĞLIK YÖNETİŞİMİ VE POLİTİKALARINDA YAPAY ZEKÂ: BİBLİYOMETRİK BİR İNCELEME*

11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Dilek BOSTAN BUDAK

SESSION-1 HALL-6

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ziraat Mühendisi Melih SALMAN Prof. Dr., Gülsüm YALDIZ Doç. Dr., Mahmut ÇAMLICA	*Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş Şeker Enstitüsü, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi*	*KIŞLIK YETİŞTİRİLEN KİŞNİŞ (Coriandrum sativum L.) ÇEŞİTLERİNİN FENOLOJİK ÖZELLİKLERİ*
Ziraat Mühendisi İrem Naz ÇELİK Doç. Dr., Mahmut ÇAMLICA Prof. Dr., Gülsüm YALDIZ	*Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi*	*YAPRAKTAN UYGULANAN TABA VE DİSPER COMPLEX GS GÜBRELERİNİN FARKLI ADAÇAYI TÜRLERİNİN FOTOSENTETİK PİGMENTLERİNE ETKİLERİ*
Saleem Khan, Prof. Dr. Shaukat Shuja, Prof. Dr. Azhar khan	*Kohat University of Science and Technology, Kohat*	*GREEN SYNTHESIS OF CADMIUM SULFIDE DOPED ZINC OXIDE PHOTOCATALYST FOR SOLAR DRIVEN DEGRADATION OF METHYLENE BLUE DYE*
Prof. Dr. Dilek BOSTAN BUDAK	*Çukurova Üniversitesi*	*TÜRKİYE'DE SIFIR ATIK UYGULAMALARINDA KADININ ROLÜ*
Prof. Dr. Dilek BOSTAN BUDAK	*Çukurova Üniversitesi*	*TÜRKİYE'DE SULAMA VERİMLİLİĞİ VE SU TASARRUFU*
Prof.Dr. Ferat UZUN Dr. Gülcan KAYMAK BAYRAM	*Ondokuz Mayıs Üniversitesi*	*YARI KURAK AZ NEMLİ İKLİM KUŞAĞINDAKİ BİR MERANIN BİTKİ ÖRTÜSÜ ÖZELLİKLERİ VE TAŞIMA KAPASİTESİ: KARABÜK ÖRNEĞİ*
Yusuf ULAŞ Naz AKGÜN Prof. Dr. Ferat UZUN	*Ondokuz Mayıs Üniversitesi*	*NEMLİ ILIMAN İKLİM VE KİLLİ TOPRAK KOŞULLARINDA DEV KRAL OTU (PAKCHONG 1, PENNİSETUM PURPUREUM × PENNİSETUM AMERİCANUM)'NUN VERİM, YENİDEN SÜRME VE YEM KALİTESİ PERFORMANSI*

11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr., Çağatay YAMÇIÇIER

SESSION-1 HALL-7

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Mehmet Ali GÜVENÇ	*Türk Havacılık ve Uzay Sanayii*	*SİMETRİK ÇAPRAZ TABAKALI KOMPOZİT KİRİŞLERDE TABAKA SIRALAMASININ EĞİLME DOĞAL FREKANSLARINA ETKİSİ*
Dr., Sümeyra YAMÇIÇIER *Doç. Dr., Çağatay YAMÇIÇIER* *Prof. Dr., Cihan Kürkçü*	*Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi,* *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi*	*İLK İLKELERLE KÜBİK $CdYF_3$ PEROVSKİTİNİN ELEKTRONİK, MEKANİK VE OPTİK TEPKİSİNİN MODELLENMESİ*
Dr., Sümeyra YAMÇIÇIER *Doç. Dr., Çağatay YAMÇIÇIER* *Prof. Dr., Cihan Kürkçü*	*Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi,* *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi*	*KÜBİK HİDRÜRÜNÜN YAPISAL, MEKANİK VE ELEKTRONİK DAVRANIŞININ DFT ANALİZİ*
Y.L. Öğr. Özge ALKAN *Dr. Öğr. Üyesi Ayşe BİLGEN AKSOY* *Doç.Dr. Mustafa AKKAYA 3*	*Manisa Celal Bayar Üniversitesi*	*TÜRKİYE ELEKTRİK ŞEBEKESİ İÇİN YAPAY ZEKA DESTEKLİ ARAÇTAN ŞEBEKEYE (V2G) OPTİMİZASYON STRATEJİLERİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ ENTEGRASYONU*
Y.L. Öğr. Hatice ÖZTÜRK *Doç.Dr. Mustafa AKKAYA*	*Manisa Celal Bayar Üniversitesi*	*DERİN PEKİŞTİRMELİ ÖĞRENME KULLANILARAK ELEKTRİKLİ ARAÇ BATARYA PAKETLERİNİN ÇOK AMAÇLI TERMAL YÖNETİM OPTİMİZASYONU*

11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Metin TUNAY

SESSION-1 HALL-8

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Asst. Prof., Alican ÇIVĞA *Res. Asst. Nazlı ÖĞÜT*	*Isparta University of Applied Science*	*MODELLING THE POTENTIAL DISTRIBUTION OF CAROB (Ceratonia siliqua L.) IN TÜRKİYE*
Prof. Dr. Özdemir ŞENTÜRK *Arş. Gör. Nazlı ÖĞÜT*	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi,* *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi*	*MENENGİÇ (Pistacia terebinthus L.) TÜRÜNÜN POTANSİYEL DAĞILIMININ TAHMİNİ VE HARİTALAMASI*
Prof. Dr. Metin TUNAY	*Bartın Üniversitesi*	*ODUN HAMMADDESİ ÜRETİMİNDE ÇALIŞAN İŞÇİLERİN SORUNLARI*

11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Dr. Öğrt. Üyesi, Uğur ÖZEN

SESSION-1 HALL-9

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğrt. Üyesi, Uğur ÖZEN	*Iğdır Üniversitesi*	*SANATSAL ÜRETİM PRATİĞİNDE SPİRAL BİÇİMİN ANLAMSAL VE SEMBOLİK İŞLEVİ VE DÖNGÜ, HAREKET, ZAMAN VE SONSUZLUK BAĞLAMINDA YAPIT ÖRNEKLERİ*
Dr. Öğrt. Üyesi, Uğur ÖZEN	*Iğdır Üniversitesi*	*EKOLOJİK SANATTA ENSTALASYON VE DOĞA–İNSAN İLİŞKİSİNE DAİR YAPIT ÖRNEKLERİ*
Dr. Öğr. Üyesi, Kadir KAYAHAN	*Bartın Üniversitesi*	*ÜRETKEN YAPAY ZEKÂ ARAÇLARININ MOBİLYA TASARIMINDAKİ PERFORMANSININ TASARIM KARMAŞIKLIĞI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI*
Doç. Dr. Mine TUNÇOK SARIBERBEROĞLU *Doç. Dr. Elif ÖZGEN AYDIN*	*Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi*	*KENTİ YENİDEN OKUMAK: KOLAJIN MEKÂNSAL ANLATI KURMA POTANSİYELİ*

11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi Durmuş TEMİZ

SESSION-1 HALL-10

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi Durmuş TEMİZ Prof. Dr. Gültekin BASMACI Prof. Dr. Lokman GEMİ	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi*	*HİBRİT ELYAF TAKVİYELİ FİLAMAN SARIMLI KOMPOZİT BORULARDA ELYAF HACİM ORANLARININ DENEYSEL ANALİZİ*
Dr. Öğr. Üyesi Durmuş TEMİZ Prof. Dr. Gültekin BASMACI Prof. Dr. Lokman GEMİ	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi*	*FİLAMENT SARIMLI KOMPOZİT BORULAR İÇİN HALKA ÇEKME TEST DÜZENEĞİNİN TASARIMI VE İMALATI*
Dr. Aslan AKDULUM Asst. Prof. Dr. Yusuf SİYAMBAŞ	*Hacettepe University, Erzincan Binali Yıldırım University*	*EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF CUTTING SPEED AND FEED RATE ON MACHINE TOOL CURRENT DURING DRY TURNING OF TI6AL4V*
Dr. Öğr. Üyesi Arif Hakan YALÇIN	*Afyon Kocatepe Üniversitesi*	*BİYODİZEL ÜRETİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER VE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR*
Dr. Öğr. Üyesi, Zülfü ALANOĞLU	*Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi*	*DEEPFAKE VİDEO TESPİTİNDE UZAMSAL VE ÇOK DALLI BİLSTM MODELLERİNİN VERİ KÜMELERİ ARASI GENELLENEBİLİRLİĞİ*
Dr. Öğr. Üyesi Emin ÇENGELCİ	*Afyon Kocatepe Üniversitesi*	*MÜHENDİSLİKTE HASAR ANALİZİ VE HASAR İNCELEME AŞAMALARI*

11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Nabilla Ayu Fitriyani

SESSION-2 HALL-11

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Sukma Fathimah Az-Zahro' Meita Nadya Aulya Nisa Amalia Sari Aulia Rahmawati Azizil Lichasanah	*Islamic State University of UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*ROADMAP OF BATANG CREATİVE HALAL HUB: INTEGRATİNG LOCAL ECONOMY, HALAL INDUSTRY, AND SUSTAİNABLE DEVELOPMENT*
Zahwa Aulia Khalimi Putri , Evelyn Halilah Faiqoh , Nala Dian Rosita Nabilla Ayu Fitriyani , Laela Fazida	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,*	*COLLABORATİON BETWEEN DESİGNERS AND CRAFTSMEN*
Zahrotul Milatina, Naeza Fara Diba , Nabilatul Fauziyah, Anasta Nafsi, Muhammad Reza Kurniawan	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,*	*INNOVATİON İN TRADİTİONAL CULİNARY HERİTAGE OF BATANG: BALANCİNG AUTHENTİCİTY AND MODERN MARKET ADAPTATİON FOR CREATİVE HALAL PRODUCTS*
Himmatul Aliyah , Indah Naela Zulfa , Nabilati Naela Makhasin , Rhessa Maulida, Mahya Akmelia	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,*	*E-COMMERCE AND DİGİTAL MARKETPLACE FOR DEVELOPİNG LOCAL PRODUCTS İN PEMALANG*
Mahya Akmelia , Indah Naela Zulfa , Nabilati Naela Makhasin , Rhessa Maulida, Himmatul Aliyah	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,*	*MOUNTAİN CULİNARY HERİTAGE OF PEMALANG: AGRİCULTURAL RESOURCES, CULTURAL IDENTİTY, AND SUSTAİNABLE DEVELOPMENT OPPORTUNİTİES*
Lia Fatra Nur Laili Kamalin, Diana Kristi, M Reza Fahrezi, Muhammad Romiz Assiddiqi, Ummu Kholil Prawesti	*Universitas Islam Negeri K. H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*THE POTENTİAL AND DEVELOPMENT OF THE HALAL INDUSTRY İN CENTRAL JAVA*
Nala Dian Rosita , Zahwa Aulia Khalimi Putri , Laela Fazida , Evelyn Halilah Faiqoh , Nabilla Ayu Fitriyani	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,*	*BATIK AS A CREATIVE ECONOMY PRODUCT*
Tsania Karima Khusna , Dela Puspita Sari , Khabibah Maria Ulfa , Melvi Neviza , Indi Mazaya	*Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,*	*CULINARY DEVELOPMENT AS A CREATIVE ECONOMY PRODUCT THROUGH CREATIVITY, INNOVATION, AND DIGITALIZATION*
Nova Fitriana, Salsabilla, Erlin Nazila Aprilianti, Lisna Amira Fauziah, Alivia Pusdika Jenada	*Universitas K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*GOVERNMENT AND BUSİNESS PARTNERSHİPS*

11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:30

HEAD OF SESSION: Ulduz Fərhad Qəhrəmanova

SESSION-2 HALL-12

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doçent Doktor, AYGUN AHMADOVA	*Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi*	*BƏDİİ NƏSRİN İNKİŞAF TARİXİ-XIX ƏSR FRANSA ƏDƏBİYYATI*
Prof. Dr. Elman Guliyev	*Azerbaycan Dövlet Pedagoji Üniversitesi*	*MOHAMMED FIZULI'S GASİDA CREATİVİTY*
Ulduz Fərhad Qəhrəmanova	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*`NİZAMİ GƏNCƏVİNİN "SİRLƏR XƏZİNƏSİ" POEMASINDA XIV MƏQALƏT: "HAQSIZLIQ VƏ DOĞRULUQ"*
Abdullayeva Təranə Qeyis	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti Bakı, Azərbaycan*	*BİOLOGİYANIN TƏDRİSİNDƏ RƏQƏMSAL TEXNOLOGİYALARIN TƏTBİQİNİN ŞAGİRDLƏRİN ELMİ-İDRAK FƏALİYYƏTİNƏ TƏSİRİ*
Günel Hümmətova (Pəniyeva) Saleh	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*MÜASİR UŞAQ ƏDƏBİYYATINDA DİCİTAL DÖVRÜN ÇAĞIRIŞLARI VƏ UŞAQ ŞƏXSİYYƏTİNİN FORMALAŞMASINDA MƏTNİN KOQNİTİV-EMOSİONAL FUNKSİYALARI*
Aynur Zahir Qızı Bədəlova	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*F. M. DOSTOYEVSKİNİN "ALÇALDILMIŞ VƏ TƏHQİR OLUNMUŞ İNSANLAR" ROMANINDA REAL RUS HƏYATININ TƏSVİRİ*
Leyla Ziyafat Hasanova	*Azerbaijan State Pedagogical University*	*AESTHETIC IDEAL, THEME, CONTENT, AND IDEA IN LITERARY ART*
Abdullayeva Təranə Qeyis	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*BİOLOGİYA FƏNNİNDƏ KOMPETENSİYA ƏSASLI QİYMƏTLƏNDİRMƏNİN METODİK XÜSUSİYYƏTLƏRİ*
B/m., Lale MUSAYEVA	*Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi*	*BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN DİL ÖĞRETİMİNDE UYGULANMASI: ÖĞRENCİ BAŞARILARININ GÜVENLİ KAYDI*
Natevan Paşayeva	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitesi*	*AİLE EĞİTİMİNDE DİJİTAL OKURYAZARLIĞIN GELİŞTİRİLMESİ: SOSYAL MEDYA VE EKRAN SÜRESİNİN DÜZENLENMESİ*

11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:30

HEAD OF SESSION: Gültəkin Atəş qızı Abdullayeva

SESSION-2 HALL-13

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Mahbuba Umudova	*Azerbaijan University*	*FROM SOCİAL CHANGE TO LEXİCAL OBSOLESCENCE: HİSTORİSMS İN TURKİC LANGUAGES WİTH EVİDENCE FROM AZERBAİJANİ*
Arzu Kərimova	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*DİALOJİ NİTQİN ÖYRƏDİLMƏSİNDƏ İNTERAKTİV ÜSULLAR*
Pəri Paşayeva	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*DƏRS MÜŞAHİDƏSİ VƏ METODİK TƏHLİL: MÜASİR PEDAQOJİ YANAŞMALAR VƏ TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏ YOLLARI*
Fədayə Zaur Qəribova	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*KİMYA TƏDRİSİNDƏ MİKROİDRAKİ FƏALİYYƏT VƏ SUBMİKROSKOPİK DÜŞÜNMƏ BACARIQLARININ İNKİŞAFI*
Dr. Öğr. Türkan HÜSEYNOVA	*Azerbaycan Devlet Pedaqoji Üniversitesi*	*DOĞU VE BATI EDEBİYATINDA KİLİSE ELEŞTİRİSİ: JOHN GALSWORTHY'NİN "RUZİ" HİKÂYESİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR İNCELEME*
Qasımova Maya Rəhim qızı	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*İBTİDAİ TƏHSİLDƏ ORFOQRAFİK SAVADLILIĞIN İNKİŞAFI: SÖZLƏRİN MƏNŞƏ XÜSUSİYYƏTLƏRİNDƏN İSTİFADƏNİN İMKANLARI*
Iqbal Ali oglu Aliyev	*Azerbaijan State Agricultural University*	*DİSEASES AFFECTİNG BEECH TREES İN GÖYGÖL NATİONAL PARK*
Doçent Doktor, AMALYA HASANOVA	*Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi*	*GERONTOLOGİYANIN BİOPSİXOLOJİ ƏSASLARI VƏ BİOLOGİYASI*
Doçent Doktor, AMALYA HASANOVA	*Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi*	*MÜASİR CƏMİYYƏTDƏ QOCALIĞIN TİBBİ VƏ NEYROPSİXOLOJİ ADAPTASİYA PROBLEMLƏRİ*
Qasımova Nigar Azad	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitesi*	*METONİMİYA VƏ SİNEKDOXANIN SEMANTİK ÜSLUBİ TƏHLİLİ SEMANTİC STYLİSTİC ANALYSİS OF METONYMY AND SYNECDOCHE*
Gültəkin Atəş qızı Abdullayeva	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,*	*AZƏRBAYCAN DİLİ DƏRSLƏRİNDƏ RABİTƏLİ NİTQİN İNKİŞAFININ XÜSUSİYYƏTLƏRİ*

11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:30

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

SESSION-2 HALL-14

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Professor Dr. Laura Diaconu (Maxim)	*"Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi, Romania*	*HUMAN CAPITAL AND PRODUCTIVITY IN THE DIGITAL ECONOMY*
Dr. Vijay Singh Dr. Sapna Devi Astha Sharma	*Himachal Pradesh University, Shimla (India) 171005, Panjab University, Chandigarh (India)*	*ARTİFİCİAL INTELLİGENCE İN PUBLİC ADMİNİSTRATİON: EFFİCİENCY, ACCOUNTABİLİTY, PRİVACY AND CİTİZEN RİGHTS*
Asipah	*Sekolah Tinggi Agama Islam Ki Ageng Pekalongan (STAIKAP)*	*TRANSFORMİNG PESANTREN GOVERNANCE: MANAGİNG VİOLENCE PREVENTİON AND BUİLDİNG SAFE EDUCATİONAL ECOSYSTEMS İN PEKALONGAN*
Dr R Gowri	*GRT Institute of Pharmaceutical Education and Research,Tiruttani*	*INFLUENCE OF HEALTHCARE COMMUNICATION ON PATIENT SATISFACTION AND CARE OUTCOMES*
Adhi Wira Pradana Sugiyantoro Muhammad Naziih Haniif Irfandi Rizqullah Sauqi Masda Kama Miftakhudin	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*FROM LOCAL FLAVORS TO DİGİTAL MARKETS: BRANDİNG, STORYTELLİNG, AND DİGİTALİZATİON OF BATANG CULİNARY HERİTAGE*
Adhi Wira Pradana Sugiyantoro Muhammad Naziih Haniif Irfandi Rizqullah Sauqi Masda Qama Miftakhudin	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*FOOD SAFETY AND QUALITY ASSURANCE IN DEVELOPING THE HALAL CULINARY ECOSYSTEM IN BATANG REGENCY*
Muhammad Reza Kurniawan	*UIN K.H ABDURRAHMAN WAHID PEKALONGAN*	*THE ROLE OF E-COMMERCE İN EXPANDİNG THE MARKET REACH OF LOCAL MSMES İN BATANG REGENCY*
Diana Kristi, Ummu Kholil Prawesti, Lia Fatra Nur Laili Kamalin, M. Reza Fahrezi, Muhammad Romiz Assiddiqi	*Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*CRAFTS AND ART PRODUCTS AS DRİVERS OF THE CREATİVE ECONOMY İN INDONESİA*
Belinda HALILAJ	*Ismail Qemali University, V lora, Albania*	*THE CONSTİTUTİONAL CHARACTER OF THE INSTİTUTİON OF MARRİAGE AND İTS PROTECTİON BY THE STATE.*

11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:30

HEAD OF SESSION: Syaliva Dhu Sa'atin

SESSION-2 HALL-15

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Tabik Asghar Ramadhani Haikal Adzimil Anam Ghatfan Alhamda Rahman M Abdul Latif Muhammad Hidayatullah	*UIN. K.H ABDURRAHMAN WAHID PEKALONGAN*	*TECHNOLOGY AND INDUSTRİAL SUSTAİNABİLİTY İN THE DEVELOPMENT OF THE HALAL FOOD INDUSTRİAL AREA (KIPH) İN PEMALANG*
M. Nasrul Rusydi Al Arzaqina May Naila Khoiroh Nafal Fikri Syihabud Din	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*PRODUCT DIVERSIFICATION OF PEMALANG TRADITIONAL CRAFTS INTO CREATIVE HALAL PRODUCTS*
Adhi Wira Pradana Sugiyantoro Muhammad Naziih Haniif Irfandi Rizqullah Sauqi Masda Qama Miftakhudin	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*LOCAL KNOWLEDGE İN THE PRESERVATİON OF SERABİ KALİBELUK CULİNARY HERİTAGE İN BATANG REGENCY*
Eva KHAERIYAH, Kamilah FIDINI Fina HIMATUL KHUSNA Novi MARISKA Hernawati	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*CRAFT AS A LEADİNG CREATİVE ECONOMY SUBSECTOR İN PEMALANG REGENCY: LOCAL HERİTAGE, INNOVATİON, AND ECONOMİC POTENTİAL*
Hendri Hermawan Adinugraha Ferida Rahmawati Ayatullah Sadali	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*BEYOND TUİTİON FEES: FİNANCİAL SELF-RELİANCE THROUGH REVENUE DİVERSİFİCATİON AND ASSET OPTİMİZATİON İN AN INDONESİAN ISLAMİC PUBLİC SERVİCE UNİVERSİTY*
Mutia Aira RAMADHANI	*Islamic State University of UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*HALAL CONCEPTS IN THE FASHION INDUSTRY: THE DEVELOPMENT OF HALAL FASHION IN PEKALONGAN BATIK*
Miftakhudin Muhammad Naziih Haniif Irfandi Rizqullah Sauqi Masda Qama Adhi Wira Pradana Sugiyantoro	*Islamic State University of UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*FROM TRADİTİONAL CUİSİNE TO CREATİVE HALAL CULİNARY TOURİSM: INNOVATİON, BRANDİNG, TOURİSM VİLLAGES, AND MSME NETWORKS İN BATANG REGENCY, INDONESİA*
Zahrotul Milatina Naeza Fara Diba Nabilatul Fauziyah Anasta Nafsi Muhammad Reza Kurniawan	*Islamic State University of UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*INNOVATİON İN TRADİTİONAL CULİNARY HERİTAGE OF BATANG: BALANCİNG AUTHENTİCİTY AND MODERN MARKET ADAPTATİON FOR CREATİVE HALAL PRODUCTS*
Syaliva Dhu Sa'atin	*Islamic State University of UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*TI RIFA'IYAH BATIK AND HALAL CREATIVE ECONOMY*

11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:30

HEAD OF SESSION: Kamilah FIDINI Hernawatı

SESSION-2 HALL-16

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Tabik Asghar Ramadhani Haikal Adzimil Anam Ghatfan Alhamda Rahman M Abdul Latif Muhammad Hidayatullah	*UIN. K.H ABDURRAHMAN WAHID PEKALONGAN*	*PEMALANG TOWARDS A HALAL FOOD MANUFACTURİNG HUB: INSTİTUTİONAL DEVELOPMENT, ISLAMİC FİNANCİNG, AND GOVERNMENT–PRİVATE PARTNERSHİPS*
Nisa Amalia	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*CHALLENGES İN DEVELOPİNG A CREATİVE ECOSYSTEM İN BATANG REGENCY: TOWARDS AN INCLUSİVE AND SUSTAİNABLE WELFARE ECOSYSTEM*
Nafal FIKRI May Naila KHOIROH Syihabud DIN M. Nasrul Rusydi Al ARZAQINA	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*THE FORMATİON OF CULTURAL CAPİTAL THROUGH CRAFT İN PEMALANG*
Nabilati Naela Makhasin Indah Naela Zulfa Rhessa Maulida Himmatul Aliyah Mahya Akmeelia	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*HALAL BRANDİNG OF CULİNARY PRODUCTS İN PEMALANG*
Mahya Akmelia Indah Naela Zulfa Nabilati Naela Makhasin Rhessa Maulida Himmatul Aliyah	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*CULINARY HERITAGE AS CULTURAL HERITAGE: PRESERVING LOCAL IDENTITY THROUGH THE TRADITIONAL CUISINE OF PEMALANG REGENCY*
Miftakhudin Muhammad Naziih Haniif Irfandi Rizqullah Sauqi Masda Qama Adhi Wira Pradana Sugiyantoro	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*FROM TRADITIONAL CUISINE TO A CREATIVE HALAL CULINARY DESTINATION: AN INTEGRATED COMMUNITY-BASED TOURISM MODEL FOR BATANG REGENCY, INDONESIA*
Novi MARISKA Fina HİMATUL KHUSNA Eva KHAERIYAH Kamilah FIDINI Hernawatı	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL Dİ PEMALANG*
Adhi Wira Pradana Sugiyantoro Muhammad Naziih Haniif Irfandi Rizqullah Sauqi Masda Kama Miftakhudin	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*HALAL CULİNARY TOURİSM İN BATANG: CONNECTİNG LOCAL CUİSİNE, CREATİVE ECONOMY, AND SUSTAİNABLE TOURİSM DEVELOPMENT*

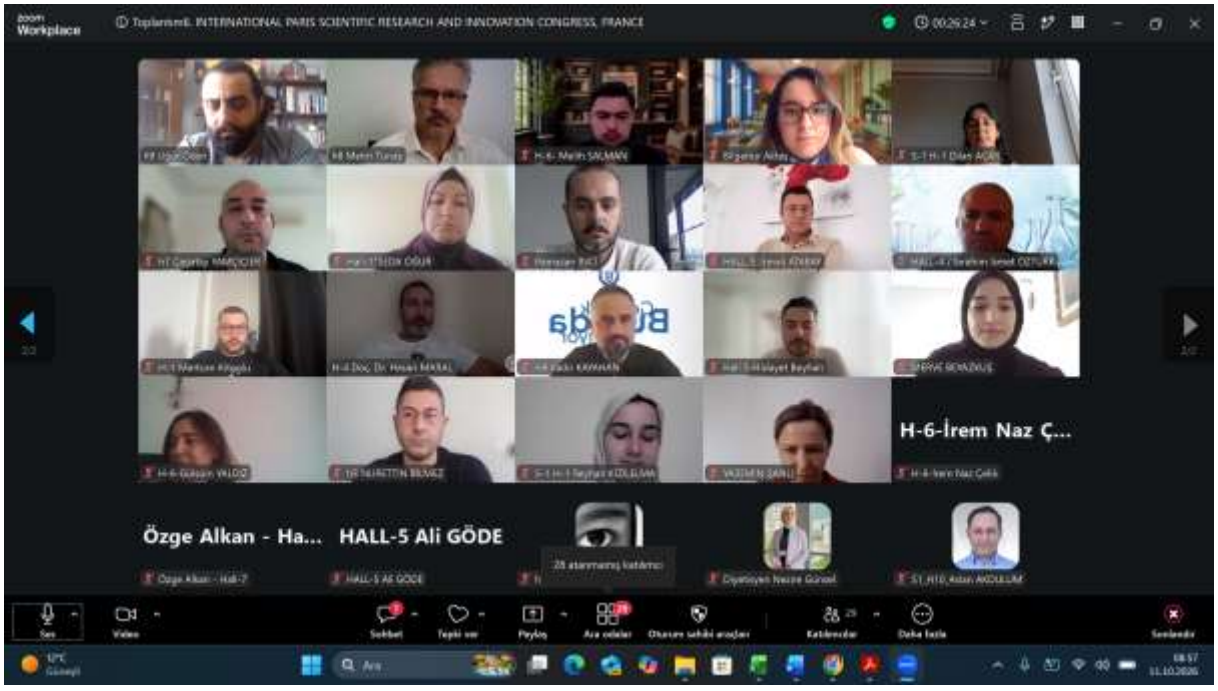
11.10.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:30

HEAD OF SESSION: Dr. Moufida Boumous

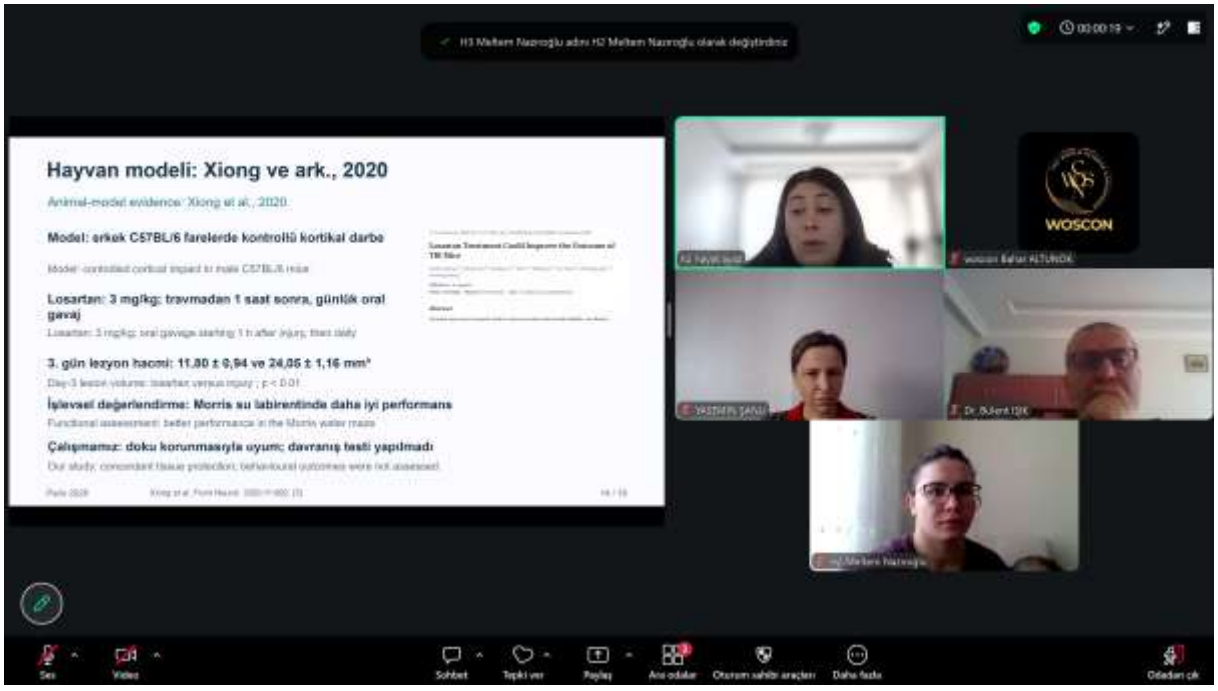
SESSION-2 HALL-17

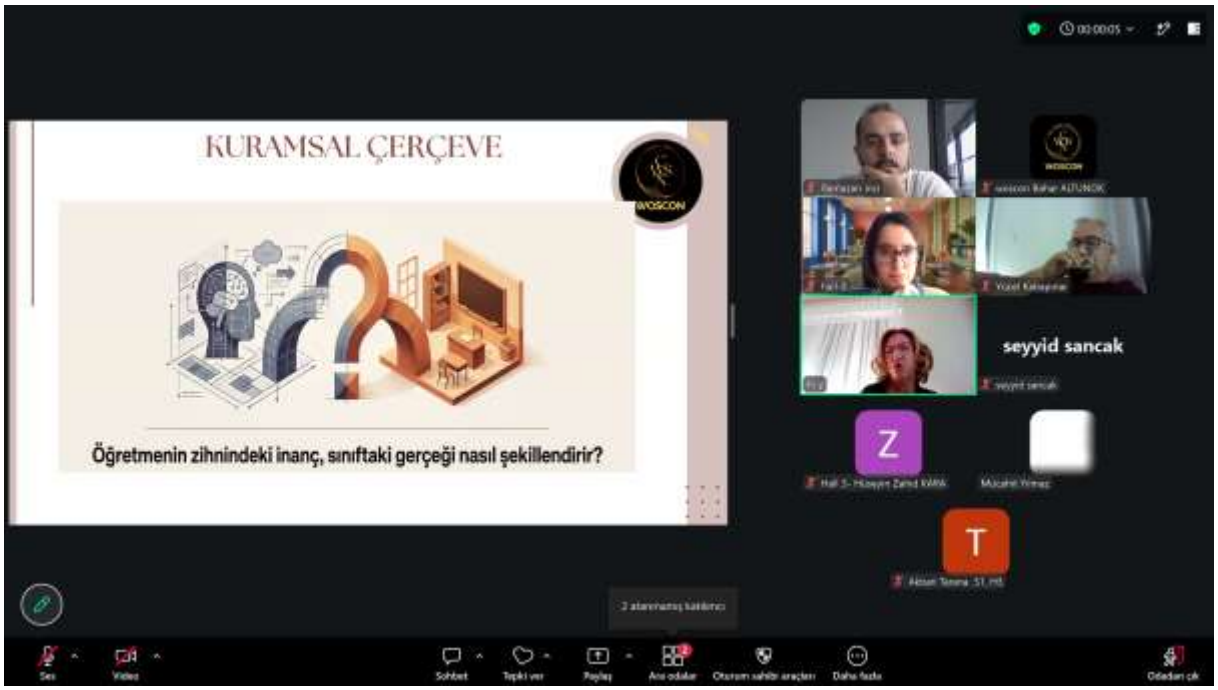
AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Moufida Boumous	*Mohamed-Cherif Messaadia University Souk Ahras, Algeria*	*LOST İN THE MODEL: CULTURAL-LİNGUİSTİC BİAS İN LARGE LANGUAGE MODELS AND THE ERASURE OF ARABİC-FRANCOPHONE EFL LEARNERS*
Moses Adeolu AGOI Oluwakemi Racheal OSHINOWO Adebayo Samuel ADEOGUN Christiana Toyin ODUWOLE	*Lagos State University of Education, Lagos Nigeria*	*BLOCKCHAIN-ENABLED EDUCATIONAL ADMINISTRATION, DIGITAL CREDENTIALING, AND SECURE DATA MANAGEMENT: ADVANCING COMPUTER SCIENCE EDUCATION FOR TRUSTED DIGITAL TRANSFORMATION*
Brigitte Affidéhomé Tonon Stève Marjelin Donan Falola Josi-Noelline Sinh, Gilchrist Fabrice Gouthon Jean-Paul Kouassi Mohamed Lamine Dioubaté Zaïnoul Traoré Tiranké Touré	*University of Abomey-Calavi, Republic of Benin.*	*DİAGNOSİS OF THE LİFESTYLE OF STUDENTS İN NORTHERN BENİN İN 2024*
Rofiqoh Aliyah Arifin	*Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*ASSOCIATION BETWEEN DAILY SMARTPHONE SCREEN TIME, SLEEP QUALITY, AND ANXIETY SYMPTOMS AMONG UNIVERSITY STUDENTS IN CENTRAL JAVA, INDONESIA: A CROSS-SECTIONAL STUDY*
Syaliva Dhu Sa'atin	*Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia.*	*DIGITALIZATION AND GLOBALIZATION OF RIFA'IYAH BATIK*
Sabrina Zahroh	*Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*BATİK RİFAİYAH AND THE FASHİON INDUSTRY: CULTURAL ADAPTATİON, DESİGN INNOVATİON, AND CREATİVE ECONOMİC DEVELOPMENT*
PhD Petronela Daniela FERARU	*National College Iași and "Ion Neculce" High School, Târgu Frumos, Romania*	*SOCIAL INEQUALITIES AND ECOLOGICAL RESPONSIBILITY: A HUMAN ECOLOGY PERSPECTIVE ON COMMUNITY RESILIENCE*
PhD Petronela Daniela FERARU	*National College Iași and "Ion Neculce" High School, Târgu Frumos, Romania*	*CULTURAL IDENTITY AND THE TRANSMISSION OF LOCAL HERITAGE: AN ANTHROPOLOGICAL PERSPECTIVE ON INTERGENERATIONAL NEGOTIATION*

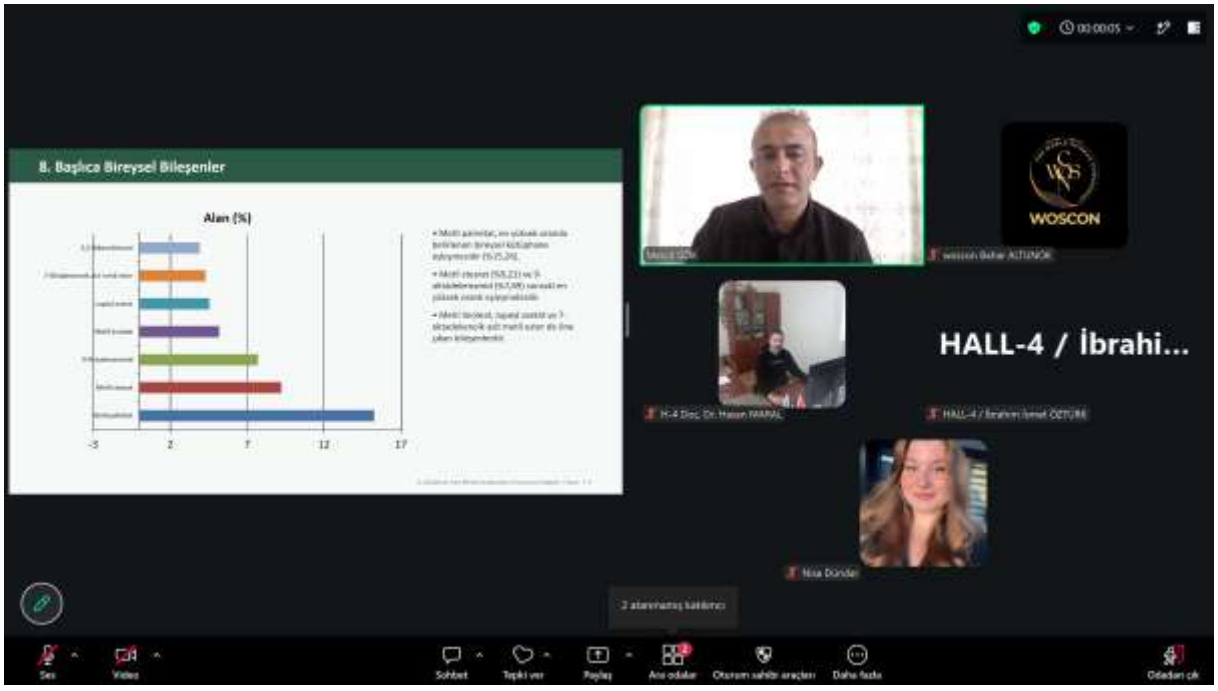
Workplace
H-6-İrem Naz Ç...
S-1 H-1 Reyhan...
Özge Alkan - Ha...
HALL-5 Ali GÖDE


Workplace
H-6-İrem Naz Ç...
Özge Alkan - Ha...
HALL-5 Ali GÖDE

Araştırmanın amacı ve kapsamı
Birinci ve dördüncü sınıfların algı puanları farklı mı?
Klinik deneyim göstergeleri
Doğuma tanıklık
Vajinal doğum yaptırma
En fazla staj yapılan alan
Sınıf düzeyi, öğrenimin farklı aşamalarını temsil eder.
S-1 H-1 Reyhan...
WOSCON

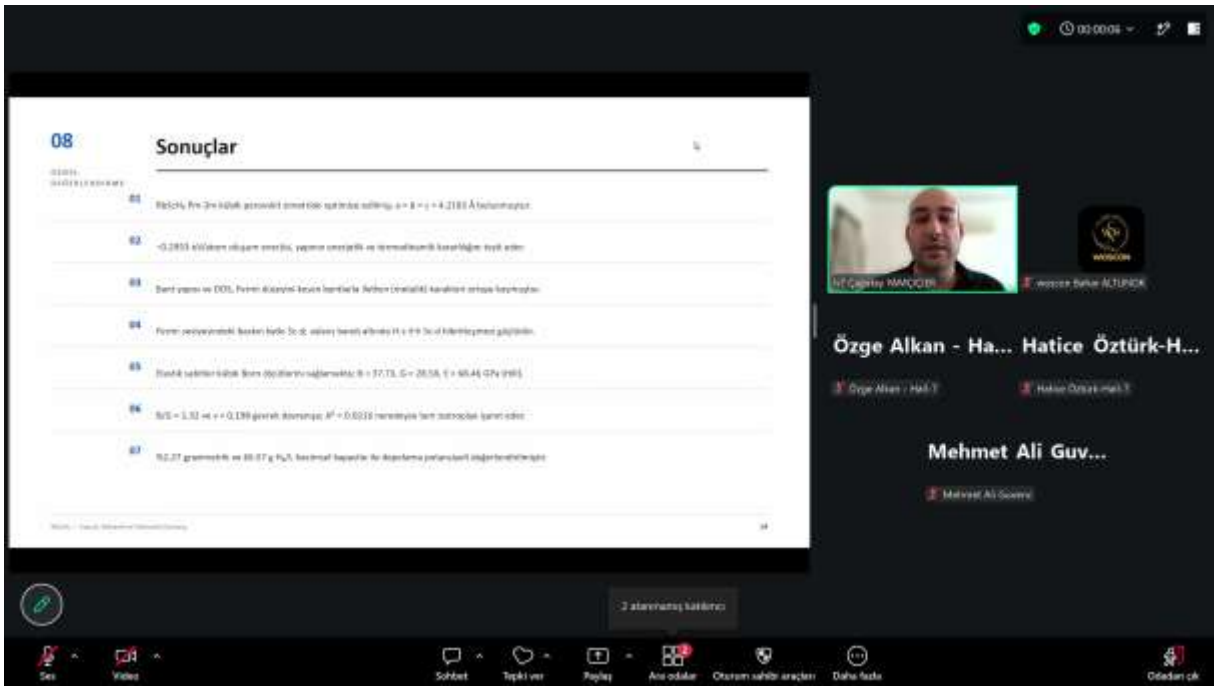

Hayvan modeli: Xiong ve ark., 2020
Model: erkek C57BL/6 farelerde kontrollü kortikal darbe
Losartan: 3 mg/kg; travmadan 1 saat sonra, günlük oral gavaj
3. gün lezyon hacmi: 11,80 ± 0,94 ve 24,05 ± 1,16 mm³
İşlevsel değerlendirme: Morris su labirentinde daha iyi performans
Çalışmamız: doku korunmasıyla uyumlu; davranış testi yapılmadı
WOSCON

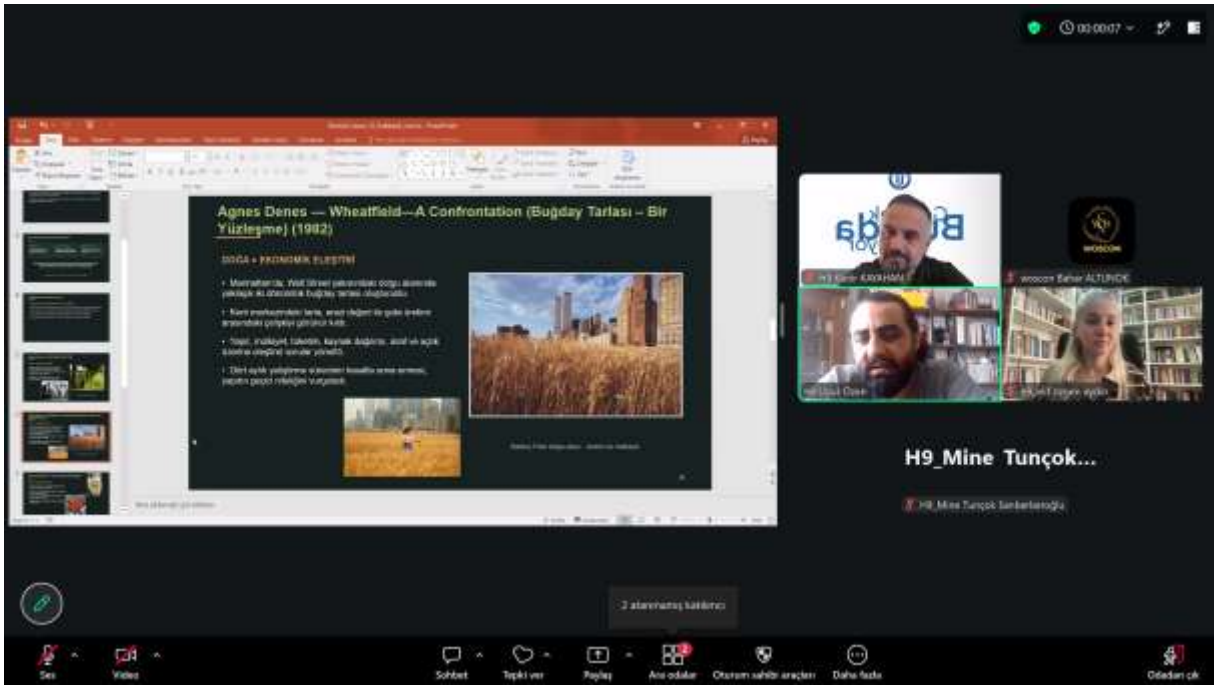

KURAMSAL ÇERÇEVE
WOSCON
Öğretmenin zihnindeki inanç, sınıftaki gerçeği nasıl şekillendirir?
seyyid sancak
Z
T
Ses
Video
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Ana odalar
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Odadan çık

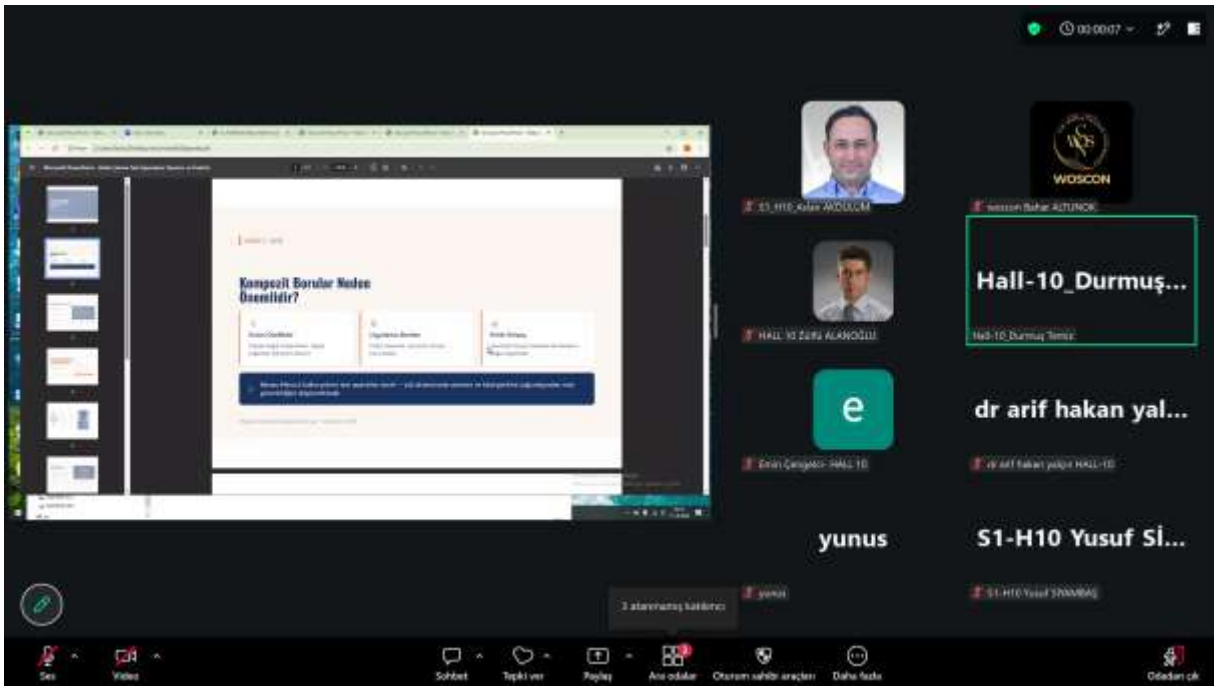

8. Başlıca Bireysel Bileşenler
Alan (%)
WOSCON
HALL-4 / İbrahi...
Ses
Video
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Ana odalar
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Odadan çık

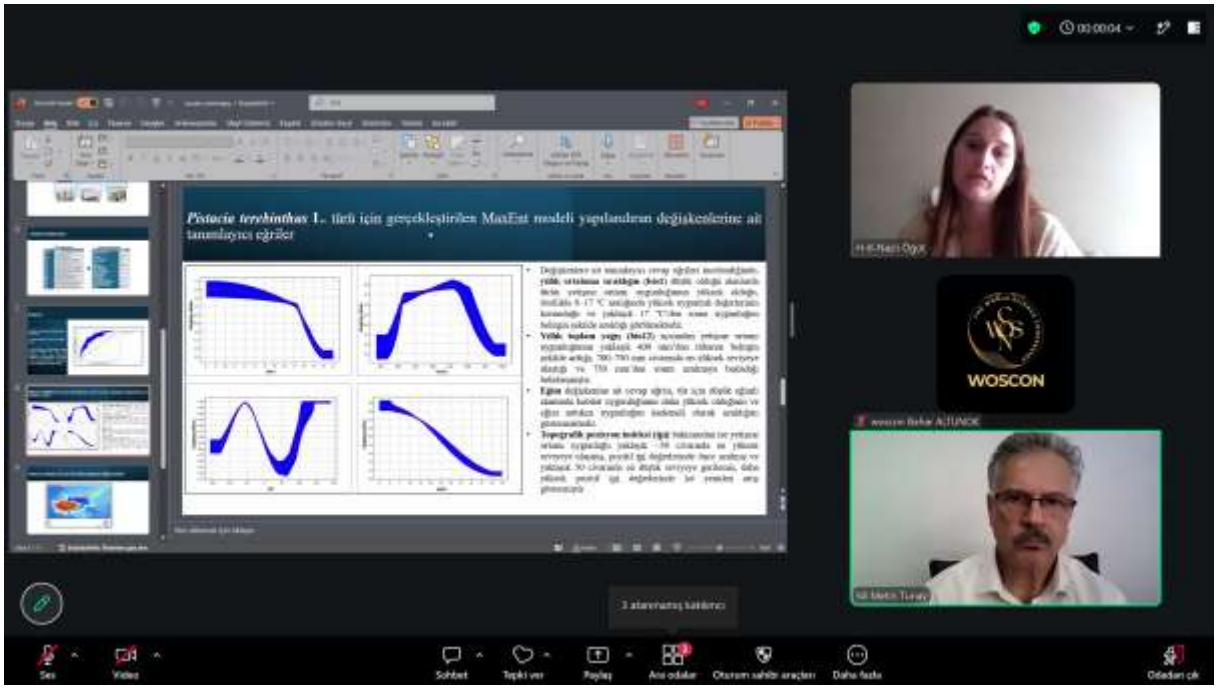
WOSCON
HALL-5 Ali GÖDE
Buket Sezer
Hasan Furkan K...

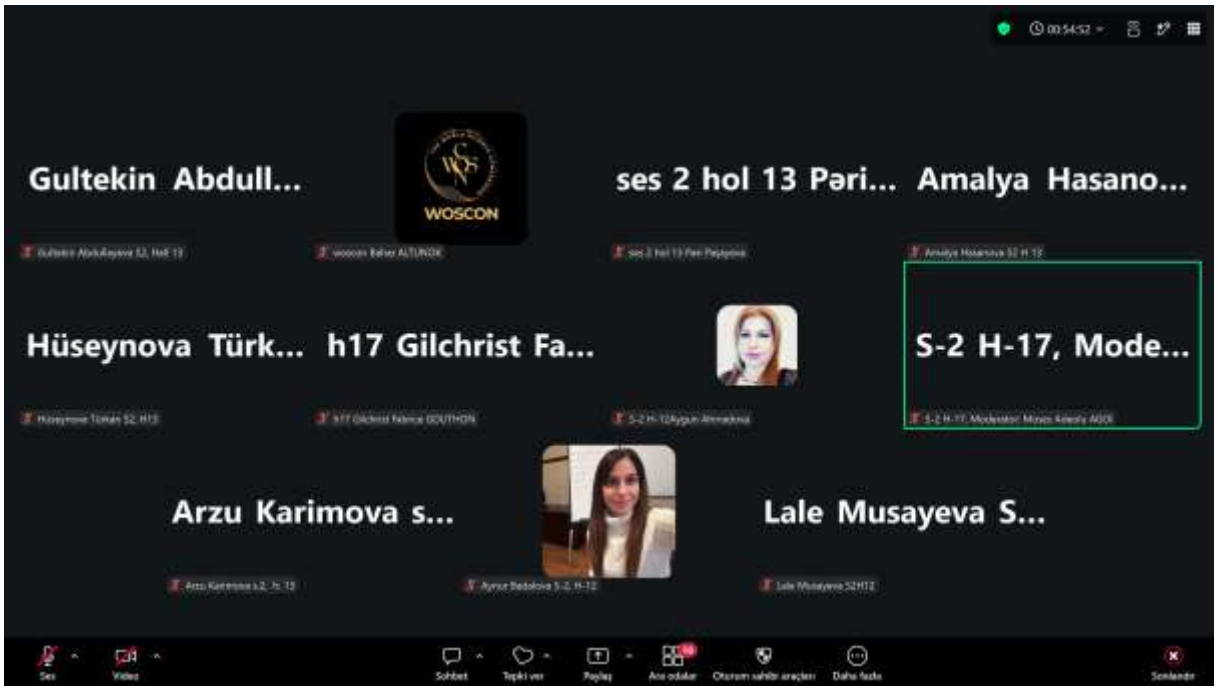
GİRİŞ
• Salvia cinsi, Labiatae familyasında yer alan , çok geniş ekosistemlerde yayılan çok yıllık otsu veya çalı biçimli bitkileri içermektedir. Bu cinsin türleri çay ve baharat olarak kullanıldığı gibi parfümeri, kozmetik ve ilaç için de hammadde olarak da kullanılır. (Kintzios, 2000).
• Adaçayının uçucu yağları, boğaz mukoza zarlarının iltihabı ve enfeksiyonları, dispeptik semptomlar, aşırı terleme ve çeşitli ağız rahatsızlıkları (stomatit, diş eti iltihabı ve farenjit) için hancen kullanılmaktadır. (Yaldiz ve Camlica, 2021).
• Salvia triloba, ülkemizde Anadolu adaçayı, elma çalbası, boz şalba, elma çalısı, almiya çalbası veya adaçayı olarak bilinmekle ve hem tıbbi açıdan hem de ekonomik açıdan önemli bir türdür . (Topçu, 2006; Gürdal ve Kültür, 2013).
• Çalışmamıza konu olan yapraktan uygulanan gübreler doğrudan yapraklar aracılığıyla emilebilir ve kök gübrelemesine kıyasla diğer bitki organlarına daha hızlı ve etkili bir şekilde taşınabilir nitelliktedir. (Sathyanarayana vd., 2017; Patil ve Chetan, 2018).
WOSCON

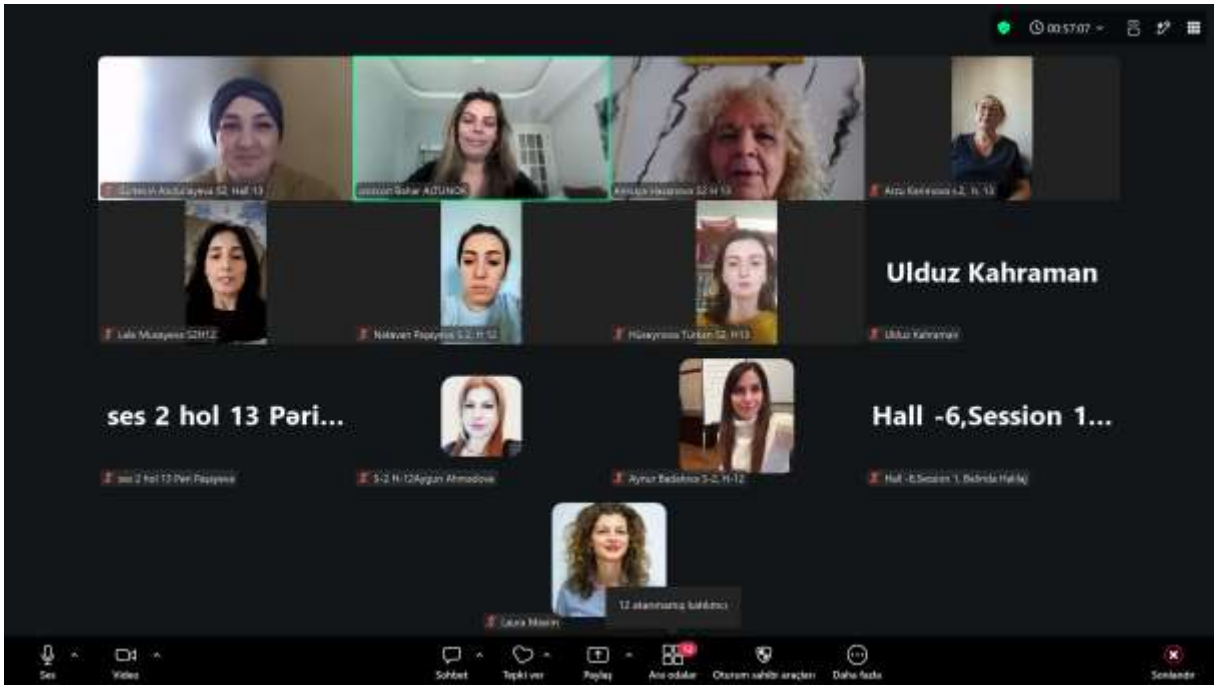

08
Sonuçlar
Özge Alkan - Ha...
Hatice Öztürk-H...
Mehmet Ali Guv...
Ses
Video
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Ana odalar
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Odadan çık


Agnes Denes — Wheatfield—A Confrontation (Buğday Tarlası – Bir Yüzleşme) (1982)
H9_Mine Tunçok...
Ses
Video
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Ana odalar
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Odadan çık

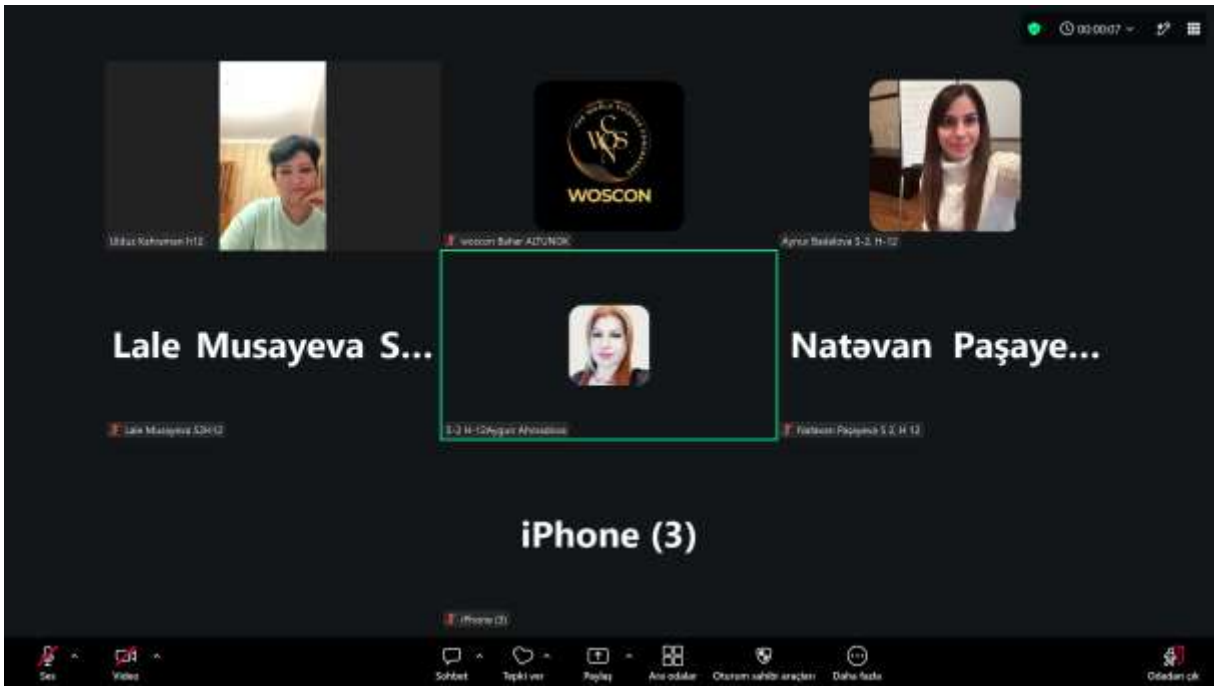

Kompozit Borular Neden Önemlidir?
WOSCON
Hall-10_Durmuş...
dr arif hakan yal...
yunus
S1-H10 Yusuf Si...

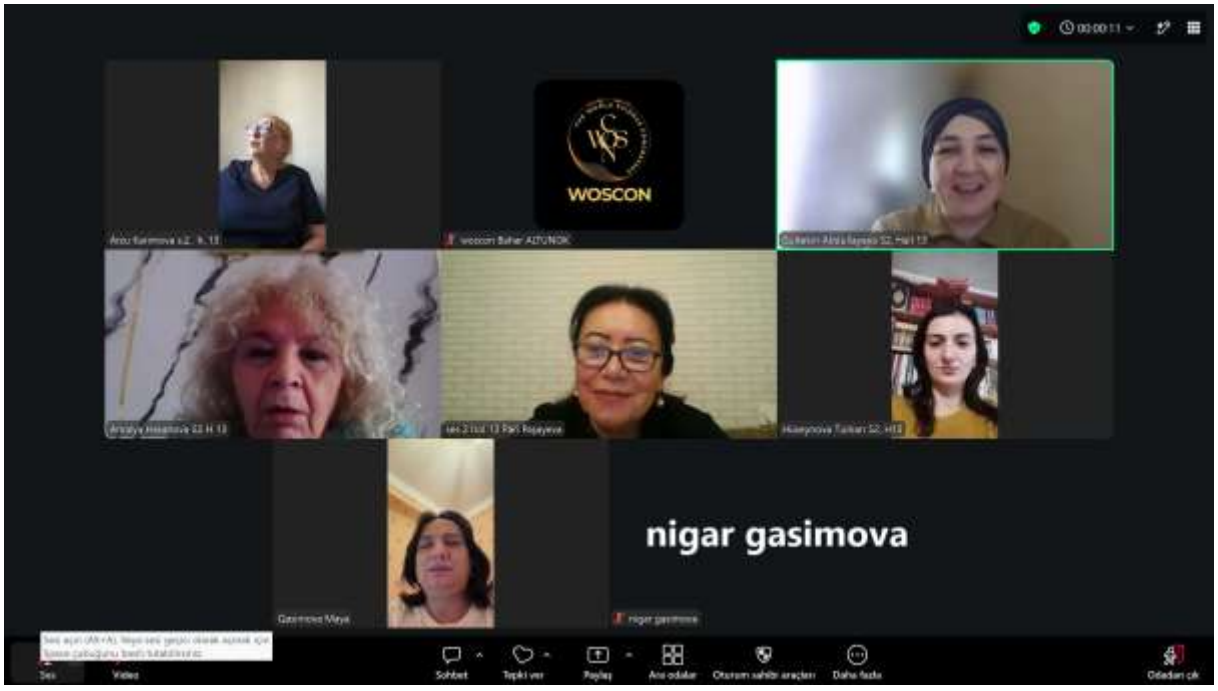

Pistacia terebinthus L. türü için gerçekleştirilen MaxEnt modeli yapılandırın değişkenlerine ait tanımlayıcı eğriler
WOSCON


Gultekin Abdull...
WOSCON
ses 2 hol 13 Pəri...
Amalya Hasano...
Hüseynova Türk...
h17 Gilchrist Fa...
S-2 H-17, Mode...
Arzu Karimova s...
Lale Musayeva S...

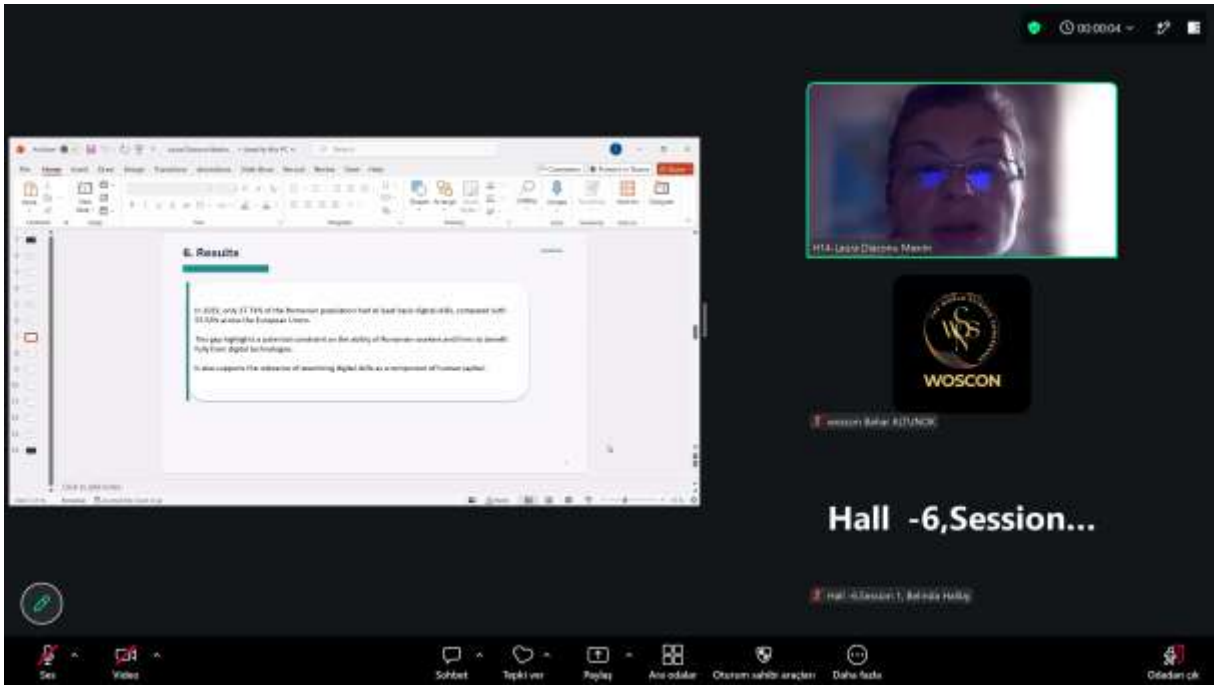

Ulduz Kahraman
ses 2 hol 13 Pəri...
Hall -6,Session 1...

6. INTERNATIONAL PARIS SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS, FRANCE,





h17 Gilchrist Fa...
WOSCON
S-2 H-17, Mode... Boumous moufi...


6. Results
WOSCON
Hall -6,Session...

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

BAKIMIN GÖLGESİNDE: DOĞUMDA İYİ NİYET, GÜÇ VE OBSTETRİK KÖTÜ MUAMELE 12

IN THE SHADOW OF CARE: GOOD INTENTIONS, POWER, AND OBSTETRIC MISTREATMENT DURING CHILDBIRTH 13

EBELİK ÖĞRENCİLERİNDE KLİNİK DENEYİM İLE OBSTETRİK KÖTÜ MUAMELE ALGISI ARASINDAKİ İLİŞKİ 25

THE ASSOCIATION BETWEEN CLINICAL EXPERIENCE AND PERCEPTIONS OF OBSTETRIC MISTREATMENT AMONG MIDWIFERY STUDENTS 26

DENTAL KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDE YAPAY ZEKÂ İLE METAL ARTEFAKT AZALTMA: GÜNCEL DERLEMELER VE PLANLANAN SİSTEMATİK DERLEME İÇİN YÖNTEMSEL ÇERÇEVE 42

ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED METAL ARTIFACT REDUCTION IN DENTAL CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY: RECENT REVIEWS AND A METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR A PLANNED SYSTEMATIC REVIEW 43

OKUL ÖNCESİ DÖNEM (4-6 YAŞ) ÇOCUKLARININ MENÜLERİNİN PLANLANMASINDA GÜNCEL YAPAY ZEKA UYGULAMALARININ ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 44

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF CURRENT ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN MENU PLANNING FOR PRESCHOOL-AGE CHILDREN (4–6 YEARS) ... 46

SÜRDÜRÜLEBİLİR DİYET MODELLERİNE GÖRE PLANLANAN ÖĞLE MENÜLERİNİN KALİTELERİNİN, MALİYETLERİNİN VE EKOLOJİK ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI 47

COMPARISON OF THE QUALITY, COST, AND ECOLOGICAL IMPACT OF LUNCH MENUS PLANNED ACCORDING TO SUSTAINABLE DIET MODELS 49

DIGITAL TOUCH TO A SILENT THREAT: ARTIFICIAL INTELLIGENCE-SUPPORTED OSTEOPOROSIS SCREENING AND PREDICTIVE NURSING IN HEMODIALYSIS 51

İYİ NİYETLİ TEDAVİDEN KLİNİK TEHLİKEYE: KARDİYAK YAŞLILARDA POLİFARMASİ 65

FROM WELL-INTENTIONED TREATMENT TO CLINICAL RISK: POLYPHARMACY IN ELDERLY CARDIAC PATIENTS 66

STERİL İDRAR PARADİGMASINDAN ÜRİNER MİKROBİYOMA: ÜRİNER MİKROBİYOTA ÜROLOJİK HASTALIKLARIN TANI VE TEDAVİSİNİ DEĞİŞTİREBİLİR Mİ? 77

FROM THE STERILE URINE PARADIGM TO THE URINARY MICROBIOME: CAN THE URINARY MICROBIOTA TRANSFORM THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF UROLOGICAL DISEASES? 78

DİJİTAL İKİZLER: HASTANIN SANAL MODELİ KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ TEDAVİNİN GELECEĞİ OLABİLİR Mİ? **87**

DIGITAL TWINS IN UROLOGY: COULD A VIRTUAL PATIENT MODEL BE THE FUTURE OF PERSONALIZED TREATMENT? **88**

SIÇANLARDA TRAVMATİK BEYİN HASARI SONRASI LOSARTANIN SEREBELLUM ÜZERİNDEKİ NÖROPROTEKTİF ETKİLERİ **97**

COVID-19 PANDEMİSİ ÖNCESİ VE SONRASI JUDO MÜSABAKA SÜRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: 2019–2020 JUNİOR VE U23 AVRUPA JUDO ŞAMPİYONALARI **112**

COMPARISON OF JUDO MATCH DURATIONS BEFORE AND AFTER THE COVID-19 PANDEMIC: THE 2019–2020 JUNIOR AND U23 EUROPEAN JUDO CHAMPIONSHIPS **113**

ADÖLESAN JUDOCULARDA KUADRİSEPS KAS OKSİJENASYONU İLE NAVİKÜLER YÜKSEKLİK VE Q AÇISI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ **126**

RELATIONSHIP OF QUADRICEPS MUSCLE OXYGENATION WITH NAVICULAR HEIGHT AND Q ANGLE IN ADOLESCENT JUDOKAS **127**

HALTER SPORUNDA BİREYSELLEŞTİRİLMİŞ ANTRENMAN YÜKÜNÜN WEB TABANLI DİJİTAL İZLEME SİSTEMİYLE TAKİBİ **140**

MONITORING INDIVIDUALIZED TRAINING LOAD IN WEIGHTLIFTING WITH A WEB-BASED DIGITAL TRACKING SYSTEM **142**

EXPLORING THE GENETIC BASIS OF HEREDITARY SENSORINEURAL HEARING LOSS IN A FAMILY OF DISTRICT KOHAT **143**

YENİ KİMYA ÖĞRETİM PROGRAMI TEMELİNDE TASARLANAN 10. SINIF KİMYA DERS KİTABININ KAVRAM YANILGISI BELİRLEME VE GİDERMESİ AÇISINDAN İNCELENMESİ **144**

AN EXAMINATION OF THE 10TH GRADE CHEMISTRY TEXTBOOK DESIGNED IN THE LINE OF NEW CHEMISTRY CURRICULUM IN TERMS OF IDENTIFYING AND ADDRESSING MISCONCEPTIONS **145**

SINIF ÖĞRETMENLERİNİN ÖĞRETME ANLAYIŞLARI İLE DERS İŞLERKEN KULLANDIKLARI ÖĞRETİM YAKLAŞIMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ **163**

DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN ELEMENTARY SCHOOL TEACHERS' CONCEPTIONS OF TEACHING AND THE INSTRUCTIONAL APPROACHES THEY USE IN CLASSROOM PRACTICE **164**

ERGENLERDE SIBER ZORBALIK MAĞDURIYETI ILE BILINÇLI FARKINDALIK DÜZEYLERI ARASINDAKI İLIŞKININ İNCELENMESI **179**

AN EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN CYBERBULLYING VICTIMIZATION AND LEVELS OF AWARENESS AMONG ADOLESCENTS 180

KUŞAK HAKLARININ EKOLOJİK SOSYAL HİZMET PERSPEKTİFİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ 190

EVALUATING GENERATIONAL RIGHTS FROM AN ECOLOGICAL SOCIAL WORK PERSPECTIVE 191

İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNDE "HAYAT BİLGİSİ" DERSİNİN ÖĞRETİMİNDE VİRTÜEL LABORATUVAR VE SANAL GEZİLERİN BİLİŞSEL VE DUYUŞSAL GELİŞİME ETKİSİ 192

THE IMPACT OF VIRTUAL LABORATORIES AND VIRTUAL FIELD TRIPS ON COGNITIVE AND AFFECTIVE DEVELOPMENT IN PRIMARY SCHOOL "LIFE KNOWLEDGE" EDUCATION 193

DEĞERLERİN ESTETİK VE EDEBÎ TEMSİLİ: 2024 İLKÖĞRETİM DKAB ÖĞRETİM PROGRAMININ 4-8. SINIFLAR DÜZEYİNDE İNCELENMESİ 199

THE AESTHETIC AND LITERARY REPRESENTATION OF VALUES: AN ANALYSIS OF THE 2024 RELIGIOUS CULTURE AND ETHICS CURRICULUM FOR GRADES 4–8..... 200

HAYAL GÜCÜNDEN DAVRANIŞA: DİN KÜLTÜRÜ VE AHLAK BİLGİSİ DERSİNDE “DEĞERLERLE DOLU MISRALAR” ADLI ŞİİR YAZMA ETKİNLİĞİNE YÖNELİK ÖĞRENCİ TUTUMLARI 212

GC–MS-BASED CHEMICAL PROFILING OF THE HEXANE EXTRACT OF PLATYCLADUS ORIENTALIS (L.) FRANCO (MAZI)..... 220

DETERMINATION OF THE CHEMICAL PROFILE OF VISCUM ALBUM L. FRUITS COLLECTED FROM OAK HOSTS IN ERUH (SİİRT) USING GC–MS 227

A DFT-BASED INVESTIGATION OF THE STRUCTURAL AND ELECTRONIC PROPERTIES OF A BISMUTH(III) CHLORIDE COMPLEX CONTAINING A HETEROCYCLIC THIOAMIDE 240

THEORETICAL STUDY OF 2-ACETYLTHIOPHENE-N-PHENYL THIOSEMICARBAZONE: STRUCTURAL, VIBRATIONAL AND ELECTRONIC PROPERTIES..... 252

AYLIK HASAT ZAMANININ *SALVİA OFFİCİNALİS* L. YAPRAKLARININ UÇUCU YAĞ ORANI VE KİMYASAL BİLEŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ 265

EFFECT OF MONTHLY HARVESTING TIME ON THE ESSENTIAL OIL CONTENT AND CHEMICAL COMPOSITION OF *SALVIA OFFICINALIS* L. LEAVES..... 266

GÜNLÜK HASAT ZAMANI VE HASAT SONRASI KURUTMANIN SALVİA TOMENTOSA MİLL. YAPRAKLARININ UÇUCU YAĞ ORANI VE KİMYASAL BİLEŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ.. 279

EFFECTS OF DIURNAL HARVESTING TIME AND POST-HARVEST DRYING ON THE ESSENTIAL OIL CONTENT AND CHEMICAL COMPOSITION OF *SALVIA TOMENTOSA* MILL. LEAVES 280

AÇIKTA SATILAN İSOT BAHARATLARINDA MİKROBİYAL KONTAMİNASYONUN VE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*'UN ENZİMATİK-ANTİBİYOTİK DİRENÇ ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ 291

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK RAPORLAMASINDA AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKÂ: ESG VERİ KALİTESİ, GÜVENCE MUHAKEMESİ VE PAYDAŞ GÜVENİ İÇİN KAVRAMSAL BİR MODEL 309

EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SUSTAINABILITY REPORTING: A CONCEPTUAL MODEL FOR ESG DATA QUALITY, ASSURANCE JUDGMENT, AND STAKEHOLDER TRUST 310

BAĞIMSIZ DENETİMDE AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKÂ: MESLEKİ ŞÜPHECİLİK, GÜVEN VE DENETÇİ MUHAKEMESİ ÜZERİNE KAVRAMSAL BİR ÇERÇEVE 323

EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AUDITING: A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR PROFESSIONAL SKEPTICISM, TRUST, AND AUDITOR JUDGMENT 324

BELİRSİZLİK Mİ, PARA POLİTİKASI MI? SANAYİ ÜRETİMİNİN BELİRLEYİCİLERİ ÜZERİNE PANEL NEDENSELLİK ANALİZİ 340

UNCERTAINTY OR MONETARY POLICY? A PANEL CAUSALITY ANALYSIS OF THE DETERMINANTS OF INDUSTRIAL PRODUCTION 341

YAPAY ZEKÂ KAYGISININ YENİLİKÇİ DAVRANIŞ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNDE MUTLULUĞUN DÜZENLEYİCİ ROLÜ 359

MODERATING ROLE OF HAPPINESS IN THE EFFECT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ANXIETY ON INNOVATIVE BEHAVIOR 360

TÜRKİYE'DE SİVİL SAVUNMA: KIRSAL ALANLARDA SİVİL SAVUNMANIN ÖNEMİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME 376

CIVIL DEFENSE IN TURKEY: AN EVALUATION OF THE IMPORTANCE OF CIVIL DEFENSE IN RURAL AREAS 377

SAĞLIK YÖNETİŞİMİ VE POLİTİKALARINDA YAPAY ZEKÂ: BİBLİYOMETRİK BİR İNCELEME 392

ARTİFİCİAL INTELLİGENCE İN HEALTH GOVERNANCE AND POLİCİES: A BİBLİOMETRİC REVİEW 393

YAPRAKTAN UYGULANAN TABA VE DİSPER COMPLEX GS GÜBRELERİNİN FARKLI ADAÇAYI TÜRLERİNİN FOTOSENTETİK PİGMENTLERİNE ETKİLERİ 417

EFFECTS OF FOLIAR-APPLIED TABA AND DISPER COMPLEX GS FERTILIZERS ON THE PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS OF DIFFERENT SAGE SPECIES 418

KIŞLIK YETİŞTİRİLEN KİŞNİŞ (*CORİANDRUM SATİVUM* L.) ÇEŞİTLERİNİN FENOLOJİK ÖZELLİKLERİ 424

GREEN SYNTHESIS OF CADMIUM SULFIDE DOPED ZINC OXIDE PHOTOCATALYST FOR SOLAR DRIVEN DEGRADATION OF METHYLENE BLUE DYE 433

TÜRKİYE'DE SIFIR ATIK UYGULAMALARINDA KADININ ROLÜ 434

THE ROLE OF WOMEN IN ZERO WASTE PRACTICES IN TURKEY 435

TÜRKİYE'DE SULAMA VERİMLİLİĞİ VE SU TASARRUFU 446

IRRIGATION EFFICIENCY AND WATER SAVINGS IN TÜRKİYE 447

NEMLİ ILIMAN İKLİM VE KİLLİ TOPRAK KOŞULLARINDA DEV KRAL OTU (PAKCHONG 1, PENNİSETUM PURPUREUM × PENNİSETUM AMERİCANUM)'NUN VERİM, YENİDEN SÜRME VE YEM KALİTESİ PERFORMANSI 458

YİELD, REGROWTH AND FORAGE QUALİTY PERFORMANCE OF GİANT KİNG GRASS (PAKCHONG 1, PENNİSETUM PURPUREUM × PENNİSETUM AMERİCANUM) UNDER HUMİD TEMPERATE CLİMATE AND CLAY SOİL CONDİTİONS 459

YARI KURAK AZ NEMLİ İKLİM KUŞAĞINDAKİ BİR MERANIN BİTKİ ÖRTÜSÜ ÖZELLİKLERİ VE TAŞIMA KAPASİTESİ: KARABÜK ÖRNEĞİ 460

VEGETATİON CHARACTERİSTİCS AND CARRYİNG CAPACİTY OF A 461

RANGELAND İN SEMİ-ARİD SUB-HUMİD CLİMATE REGİON: A CASE STUDY OF KARABÜK 461

SİMETRİK ÇAPRAZ TABAKALI KOMPOZİT KİRİŞLERDE TABAKA SIRALAMASININ EĞİLME DOĞAL FREKANSLARINA ETKİSİ 462

EFFECT OF STACKING SEQUENCE ON THE FLEXURAL NATURAL FREQUENCIES OF SYMMETRIC CROSS-PLY COMPOSITE BEAMS 463

İLK İLKELERLE KÜBİK $CDYF_3$ PEROVSKİTİNİN ELEKTRONİK, MEKANİK VE OPTİK TEPKİSİNİN MODELLENMESİ 464

MODELING THE ELECTRONIC, MECHANICAL, AND OPTICAL RESPONSES OF A CUBIC $CDYF_3$ PEROVSKITE USING FIRST-PRINCIPLES METHODS 465

KÜBİK RBSCH3 HİDRÜRÜNÜN YAPISAL, MEKANİK VE ELEKTRONİK DAVRANIŞININ DFT ANALİZİ 481

DFT ANALYSIS OF THE STRUCTURAL, MECHANICAL, AND ELECTRONIC BEHAVIOR OF CUBIC $RBSCH_3$ HYDRIDE 482

TÜRKİYE ELEKTRİK ŞEBEKESİ İÇİN YAPAY ZEKA DESTEKLİ ARAÇTAN ŞEBEKEYE (V2G) OPTİMİZASYON STRATEJİLERİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ ENTEGRASYONU 499

AI-POWERED VEHICLE-TO-GRID (V2G) OPTIMIZATION STRATEGIES AND RENEWABLE ENERGY INTEGRATION FOR THE TURKISH ELECTRICITY GRID 500

DERIN PEKIŞTIRMELI ÖĞRENME İLE ELEKTRIKLI ARAÇ BATARYA PAKETLERI İÇIN ÇOK AMAÇLI TERMAL YÖNETIM OPTIMIZASYONU: KAVRAMSAL BIR ÇERÇEVE 516

MULTI-OBJECTIVE THERMAL MANAGEMENT OPTIMIZATION OF ELECTRIC VEHICLE BATTERY PACKS USING DEEP REINFORCEMENT LEARNING: A CONCEPTUAL FRAMEWORK 517

MODELLING THE POTENTIAL DISTRIBUTION OF CAROB (*CERATONİA SİLİQUA* L.) IN TÜRKİYE 532

MENENGİÇ (*PİSTACİA TEREBİNTHUS* L.) TÜRÜNÜN POTANSİYEL DAĞILIMININ TAHMİNİ VE HARİTALAMASI 545

ESTIMATION AND MAPPING OF THE POTENTIAL DISTRIBUTION OF THE MENENGİC (*PİSTACİA TEREBİNTHUS* L.) SPECIES 546

ODUN HAMMADDESİ ÜRETİMİNDE ÇALIŞAN İŞÇİLERİN SORUNLARI 559

PROBLEMS FACED BY WORKERS ENGAGED IN WOOD RAW MATERIAL PRODUCTION 560

EKOLOJİK SANATTA ENSTALASYON VE DOĞA–İNSAN İLİŞKİSİNE DAİR YAPIT ÖRNEKLERİ 569

INSTALLATİON İN ECOLOGİCAL ART AND SELECTED WORKS ON THE HUMAN–NATURE RELATİONSHİP 570

SANATSA ÜRETİM PRATİĞİNDE SPİRAL BİÇİMİN ANLAMSAL VE SEMBOLİK İŞLEVİ VE DÖNGÜ, HAREKET, ZAMAN VE SONSUZLUK BAĞLAMINDA YAPIT ÖRNEKLERİ 592

THE SEMANTİC AND SYMBOLİC FUNCTİON OF THE SPİRAL FORM İN ARTİSTİC PRODUCTİON PRACTİCE, AND EXAMPLES OF WORKS İN THE CONTEXT OF CYCLE, MOVEMENT, TİME, AND INFİNİTY 593

ÜRETKEN YAPAY ZEKÂ ARAÇLARININ MOBİLYA TASARIMINDAKİ PERFORMANSININ TASARIM KARMAŞIKLIĞI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI 617

COMPARISON OF THE PERFORMANCE OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS IN FURNITURE DESIGN IN TERMS OF DESIGN COMPLEXITY 618

KENTİ YENİDEN OKUMAK: KOLAJIN MEKÂNSAL ANLATI KURMA POTANSİYELİ 630

REREADING THE CITY: THE SPATIAL NARRATIVE-BUILDING POTENTIAL OF COLLAGE . 631

DESİGN AND MANUFACTURİNG OF A RİNG TENSİLE TEST APPARATUS FOR FİLAMENT-WOUND COMPOSİTE PİPES 650

HİBRİT ELYAF TAKVİYELİ FİLAMAN SARIMLI KOMPOZİT BORULARDA ELYAF HACİM ORANLARININ DENEYSEL ANALİZİ 657

EXPERİMENTAL ANALYSİS OF FİBER VOLUME FRACTİONS İN HYBRİD FİBER-REİNFORCED FİLAMENT-WOUND COMPOSİTE PİPES 658

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF CUTTING SPEED AND FEED RATE ON MACHINE TOOL CURRENT DURING DRY TURNING OF TI6AL4V 670

BİYODİZEL ÜRETİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER VE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR 681

METHODS AND CURRENT APPROACHES USED IN BIODIESEL PRODUCTION 682

DEEPFAKE VİDEO TESPİTİNDE UZAMSAL VE ÇOK DALLI BİLSTM MODELLERİNİN VERİ KÜMELERİ ARASI GENELLENEBİLİRLİĞİ 683

CROSS-DATASET GENERALIZABILITY OF SPATIAL AND MULTI-BRANCH BILSTM MODELS FOR DEEPFAKE VIDEO DETECTION 684

MÜHENDİSLİKTE HASAR ANALİZİ VE HASAR İNCELEME AŞAMALARI 696

FAILURE ANALYSIS AND INVESTIGATION STAGES IN ENGINEERING 697

ROADMAP OF BATANG CREATİVE HALAL HUB: INTEGRATİNG LOCAL ECONOMY, HALAL INDUSTRY, AND SUSTAİNABLE DEVELOPMENT 698

COLLABORATION BETWEEN DESIGNERS AND CRAFTSMEN 699

INNOVATİON İN TRADİTİONAL CULİNARY HERİTAGE OF BATANG: BALANCİNG AUTHENTİCİTY AND MODERN MARKET ADAPTATİON FOR CREATİVE HALAL PRODUCTS 700

E-COMMERCE AND DİGİTAL MARKETPLACE FOR DEVELOPİNG LOCAL PRODUCTS İN PEMALANG 701

MOUNTAİN CULİNARY HERİTAGE OF PEMALANG: AGRİCULTURAL RESOURCES, CULTURAL IDENTİTY, AND SUSTAİNABLE DEVELOPMENT OPPORTUNİTİES 702

THE POTENTIAL AND DEVELOPMENT OF THE HALAL INDUSTRY IN CENTRAL JAVA 703

BATIK AS A CREATIVE ECONOMY PRODUCT 704

CULİNARY DEVELOPMENT AS A CREATİVE ECONOMY PRODUCT THROUGH CREATİVİTY, INNOVATİON, AND DİGİTALİZATİON 705

GOVERNMENT AND BUSINESS PARTNERSHIPS 706

BƏDİİ NƏSRİN İNKİŞAF TARİXİ-XIX ƏSR FRANSA ƏDƏBİYYATI 707

THE HİSTORY OF THE DEVELOPMENT OF FİCTİON İN 19TH-CENTURY FRENCH LİTERATURE 708

MƏHƏMMƏD FÜZULİNİN QƏSİDƏ YARADICILIĞI 714

`NİZAMİ GƏNCƏVİNİN "SİRLƏR XƏZİNƏSİ" POEMASINDA XIV MƏQALƏT: "HAQSIZLIQ VƏ DOĞRULUQ" 719

BİOLOGİYANIN TƏDRİSİNDƏ RƏQƏMSAL TEXNOLOGİYALARIN TƏTBİQİNİN ŞAGİRDLƏRİN ELMİ-İDRAK FƏALİYYƏTİNƏ TƏSİRİ 722

THE IMPACT OF THE APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN BIOLOGY TEACHING ON STUDENTS' SCIENTIFIC AND COGNITIVE ACTIVITY 723

MÜASİR UŞAQ ƏDƏBİYYATINDA DİCİTAL DÖVRÜN ÇAĞIRIŞLARI VƏ UŞAQ ŞƏXSİYYƏTİNİN FORMALAŞMASINDA MƏTNİN KOQNİTİV-EMOSİONAL FUNKSİYALARI 735

F. M. DOSTOYEVSKİNİN "ALÇALDILMIŞ VƏ TƏHQİR OLUNMUŞ İNSANLAR" ROMANINDA REAL RUS HƏYATININ TƏSVİRİ 738

AESTHETIC IDEAL, THEME, CONTENT, AND IDEA IN LITERARY ART 742

BİOLOGİYA FƏNNİNDƏ KOMPETENSİYA ƏSASLI QİYMƏTLƏNDİRMƏNİN METODİK XÜSUSİYYƏTLƏRİ 749

METHODOLOGICAL FEATURES OF COMPETENCY-BASED ASSESSMENT IN BIOLOGY 750

BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN DİL ÖĞRETİMİNDE UYGULANMASI: ÖĞRENCİ BAŞARILARININ GÜVENLİ KAYDI 761

THE APPLİCATİON OF BLOCKCHAİN TECHNOLOGY İN LANGUAGE TEACHİNG: SECURE RECORDİNG OF STUDENT ACHİEVEMENTS 763

AİLE EĞİTİMİNDE DİJİTAL OKURYAZARLIĞIN GELİŞTİRİLMESİ: SOSYAL MEDYA VE EKRAN SÜRESİNİN DÜZENLENMESİ 765

DEVELOPING DIGITAL LITERACY IN FAMILY EDUCATION: REGULATING SOCIAL MEDIA USE AND SCREEN TIME 766

FROM SOCİAL CHANGE TO LEXİCAL OBSOLESCENCE: HİSTORİSMS İN TURKİC LANGUAGES WİTH EVİDENCE FROM AZERBAİJANİ 767

DİALOJİ NİTQİN ÖYRƏDİLMƏSİNDƏ İNTERAKTİV ÜSULLAR 778

INTERACTIVE METHODS IN TEACHING DIALOGIC SPEECH 779

DƏRS MÜŞAHİDƏSİ VƏ METODİK TƏHLİL: MÜASİR PEDAQOJİ YANAŞMALAR VƏ TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏ YOLLARI 784

LESSON OBSERVATION AND METHODICAL ANALYSIS: MODERN PEDAGOGICAL APPROACHES AND WAYS OF IMPROVEMENT 785

KİMYA TƏDRİSİNDƏ MİKROİDRAKİ FƏALİYYƏT VƏ SUBMİKROSKOPİK DÜŞÜNMƏ BACARIQLARININ İNKİŞAFI 791

DOĞU VE BATI EDEBİYATINDA KİLİSE ELEŞTİRİSİ: JOHN GALSWORTHY'NİN "RUZİ" HİKÂYESİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR İNCELEME 798

CRİTİQUE OF THE CHURCH İN EASTERN AND WESTERN LİTERATURE: A COMPARATİVE ANALYSİS OF JOHN GALSWORTHY'S SHORT STORY "THE PACK" 799

İBTİDAİ TƏHSİLDƏ ORFOQRAFİK SAVADLILIĞIN İNKİŞAFI: SÖZLƏRİN MƏNŞƏ XÜSUSİYYƏTLƏRİNDƏN İSTİFADƏNİN İMKANLARI 804

DEVELOPING ORTHOGRAPHIC LITERACY IN PRIMARY EDUCATION: POSSIBILITIES OF USING WORD ORIGIN FEATURES 805

DİSEASES AFFECTİNG BEECH TREES İN GÖYGÖL NATİONAL PARK 811

GERONTOLOGİYANIN BİOPSİXOLOJİ ƏSASLARI VƏ BİOLOGİYASI 817

BİOPSYOLOGY AND BİOLOGY OF GERONTOLOGY 818

MÜASİR CƏMİYYƏTDƏ QOCALIĞIN TİBBİ VƏ NEYROPSİXOLOJİ ADAPTASİYA PROBLEMLƏRİ 823

PROBLEMS OF MEDICAL AND NEUROPSYCHOLOGICAL ADAPTATION OF OLD AGE IN MODERN SOCIETY 824

METONİMİYA VƏ SİNEKDOXANIN SEMANTİK ÜSLUBİ TƏHLİLİ 829

SEMANTİC STYLİSTİC ANALYSİS OF METONYMY AND SYNECDOCHE 829

AZƏRBAYCAN DİLİ DƏRSLƏRİNDƏ RABİTƏLİ NİTQİN 835

İNKİŞAFININ XÜSUSİYYƏTLƏRİ 835

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF COHERENT SPEECH IN AZERBAIJANI LANGUAGE LESSONS 836

HUMAN CAPITAL AND PRODUCTIVITY IN THE DIGITAL ECONOMY 840

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PUBLIC ADMINISTRATION: EFFICIENCY, ACCOUNTABILITY, PRIVACY AND CITIZEN RIGHTS 841

TRANSFORMİNG PESANTREN GOVERNANCE: MANAGİNG VİOLENCE PREVENTİON AND BUİLDİNG SAFE EDUCATİONAL ECOSYSTEMS İN PEKALONGAN 867

INFLUENCE OF HEALTHCARE COMMUNICATION ON PATIENT SATISFACTION AND CARE OUTCOMES 868

FROM LOCAL FLAVORS TO DİGİTAL MARKETS: BRANDİNG, STORYTELLİNG, AND DİGİTALİZATİON OF BATANG CULİNARY HERİTAGE 869

FOOD SAFETY AND QUALITY ASSURANCE IN DEVELOPING THE HALAL CULINARY ECOSYSTEM IN BATANG REGENCY 870

THE ROLE OF E-COMMERCE İN EXPANDİNG THE MARKET REACH OF LOCAL MSMES İN BATANG REGENCY 871

CRAFTS AND ART PRODUCTS AS DRIVERS OF THE CREATIVE ECONOMY IN INDONESIA.. 872

THE CONSTITUTIONAL CHARACTER OF THE INSTITUTION OF MARRIAGE AND ITS PROTECTION BY THE STATE 873

TECHNOLOGY AND INDUSTRİAL SUSTAİNABİLİTY İN THE DEVELOPMENT OF THE HALAL FOOD INDUSTRİAL AREA (KIPH) İN PEMALANG 879

PRODUCT DIVERSIFICATION OF PEMALANG TRADITIONAL CRAFTS INTO CREATIVE HALAL PRODUCTS 880

LOCAL KNOWLEDGE İN THE PRESERVATİON OF SERABİ KALİBELUK CULİNARY HERİTAGE İN BATANG REGENCY 881

CRAFT AS A LEADİNG CREATİVE ECONOMY SUBSECTOR İN PEMALANG REGENCY: LOCAL HERİTAGE, INNOVATİON, AND ECONOMİC POTENTİAL 882

BEYOND TUİTİON FEES: FİNANCİAL SELF-RELİANCE THROUGH REVENUE DİVERSİFİCATİON AND ASSET OPTİMİZATİON İN AN INDONESİAN ISLAMİC PUBLİC SERVİCE UNİVERSİTY 883

HALAL CONCEPTS IN THE FASHION INDUSTRY: THE DEVELOPMENT OF HALAL FASHION IN PEKALONGAN BATIK 884

FROM TRADİTİONAL CUİSİNE TO CREATİVE HALAL CULİNARY TOURİSM: INNOVATİON, BRANDİNG, TOURİSM VİLLAGES, AND MSME NETWORKS İN BATANG REGENCY, INDONESİA 885

INNOVATİON İN TRADİTİONAL CULİNARY HERİTAGE OF BATANG: BALANCİNG AUTHENTİCİTY AND MODERN MARKET ADAPTATİON FOR CREATİVE HALAL PRODUCTS 886

TI RIFA'IYAH BATIK AND HALAL CREATIVE ECONOMY 887

PEMALANG TOWARDS A HALAL FOOD MANUFACTURİNG HUB: INSTİTUTİONAL DEVELOPMENT, ISLAMİC FİNANCİNG, AND GOVERNMENT–PRİVATE PARTNERSHİPS 888

CHALLENGES İN DEVELOPİNG A CREATİVE ECOSYSTEM İN BATANG REGENCY: TOWARDS AN INCLUSİVE AND SUSTAİNABLE WELFARE ECOSYSTEM 889

THE FORMATİON OF CULTURAL CAPİTAL THROUGH CRAFT İN PEMALANG 890

HALAL BRANDİNG OF CULİNARY PRODUCTS İN PEMALANG 891

CULINARY HERITAGE AS CULTURAL HERITAGE: PRESERVING LOCAL IDENTITY THROUGH THE TRADITIONAL CUISINE OF PEMALANG REGENCY 892

FROM TRADITIONAL CUISINE TO A CREATIVE HALAL CULINARY DESTINATION: AN INTEGRATED COMMUNITY-BASED TOURISM MODEL FOR BATANG REGENCY, INDONESIA 893

HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL Dİ PEMALANG 894

HALAL CULİNARY TOURİSM İN BATANG: CONNECTİNG LOCAL CUİSİNE, CREATİVE ECONOMY, AND SUSTAİNABLE TOURİSM DEVELOPMENT 895

LOST IN THE MODEL: CULTURAL-LINGUISTIC BIAS IN LARGE LANGUAGE MODELS 896

AND THE ERASURE OF ARABIC-FRANCOPHONE EFL LEARNERS 896

BLOCKCHAIN-ENABLED EDUCATIONAL ADMINISTRATION, DIGITAL CREDENTIALING, AND SECURE DATA MANAGEMENT: ADVANCING COMPUTER SCIENCE EDUCATION FOR TRUSTED DIGITAL TRANSFORMATION 897

DIAGNOSIS OF THE LIFESTYLE OF STUDENTS IN NORTHERN BENIN IN 2024 913

ASSOCIATION BETWEEN DAILY SMARTPHONE SCREEN TIME, SLEEP QUALITY, AND ANXIETY SYMPTOMS AMONG UNIVERSITY STUDENTS IN CENTRAL JAVA, INDONESIA: A CROSS-SECTIONAL STUDY 914

DIGITALIZATION AND GLOBALIZATION OF RIFA'IYAH BATIK 915

BATİK RİFAİYAH AND THE FASHİON INDUSTRY: CULTURAL ADAPTATİON, DESİGN INNOVATİON, AND CREATİVE ECONOMİC DEVELOPMENT 916

SOCIAL INEQUALITIES AND ECOLOGICAL RESPONSIBILITY: A HUMAN ECOLOGY PERSPECTIVE ON COMMUNITY RESILIENCE 917

CULTURAL IDENTITY AND THE TRANSMISSION OF LOCAL HERITAGE: AN ANTHROPOLOGICAL PERSPECTIVE ON INTERGENERATIONAL NEGOTIATION 945

BAKIMIN GÖLGESİNDE: DOĞUMDA İYİ NİYET, GÜÇ VE OBSTETRİK KÖTÜ MUAMELE

Dr. Öğr. Üyesi, Endam ÇETİNKAYA AK[1]/ Ebe, Dilan ACAR[2]

[1]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Sağlık Yüksekokulu, Ebelik Bölümü, Burdur, Türkiye, ecetinkaya@mehmetakif.edu.tr, 0000-0003-2667-2633

[2]Akdeniz Sağlık Vakfı (ASV) Yaşam Hastanesi, Kadın Doğum Servisi, Antalya, Türkiye, ebedilanacar@gmail.com, 0009-0006-3166-2148

Özet

Doğum bakımının niteliği, anne ve yenidoğanın sağlığının yanı sıra kadının kendisini güvende, saygı görmüş ve kararlara katılmış hissetmesiyle ilişkilidir. Ancak koruma amacıyla yapılan uygulamalar, kadın tarafından baskı veya söz hakkının elinden alınması olarak deneyimlenebilir. Bu derlemenin amacı, iyi niyet gerekçesi, güç ilişkileri ve klinik rutinlerin obstetrik kötü muameleyle ilişkisini incelemek ve saygılı bakımı destekleyen ebelik uygulamalarını ve kurumsal yaklaşımları değerlendirmektir. Derlemede, kadınların deneyimleri ile bakım verenlerin değerlendirmeleri birlikte ele alınmıştır. Literatürde obstetrik kötü muamele; fiziksel ve sözel zorlamanın yanında yetersiz bilgilendirme, onamın göz ardı edilmesi, mahremiyetin korunmaması ve kadınların kaygılarının önemsenmemesiyle ilişkilendirilmektedir. Bebeği koruma veya klinik riski azaltma gerekçeleri, bazı durumlarda kadınların itirazlarının dinlenmemesini meşrulaştırabilmektedir. Kurumsal öncelikler ve mesleki hiyerarşi, bireysel gereksinimleri geri plana iten uygulamaları normalleştirebilmektedir. Bununla birlikte, tıbben gerekli bir müdahale tek başına kötü muamele anlamına gelmez; gereklilik, iletişim, onam ve katılım birlikte değerlendirilmelidir. Onam, doğum boyunca sürdürülen bir iletişim süreci olarak ele alınmalıdır. Önleme yaklaşımları, iletişim eğitimini destekleyici çalışma koşulları ve erişilebilir geri bildirim yollarıyla birleştirmelidir. Ebeler işlemleri açıklayarak, mahremiyeti koruyarak ve kadınların tercihlerini dinleyerek saygılı bakımı destekleyebilir. Kurumlar, klinik sonuçlarla birlikte kadınların deneyimlerini değerlendirmelidir. Sonuç olarak iyi niyet, saygılı bakımın tek başına güvencesi değildir. Güvenli doğum ve kadının söz hakkı birlikte korunmalı; saygılı bakım, kurumsal sorumlulukla desteklenen bir hizmet standardı hâline getirilmelidir.

Anahtar kelimeler: Obstetrik kötü muamele, obstetrik şiddet, saygılı doğum bakımı, özerklik, ebelik

IN THE SHADOW OF CARE: GOOD INTENTIONS, POWER, AND OBSTETRIC MISTREATMENT DURING CHILDBIRTH

Abstract

The quality of childbirth care is associated with maternal and newborn health as well as the woman feeling safe, respected, and involved in decisions. However, practices intended to protect her may be experienced as coercion or denial of her voice. This review aims to examine the relationship of justifications based on good intentions, power relations, and clinical routines with obstetric mistreatment and to evaluate midwifery practices and institutional approaches supporting respectful care. The review considers women's experiences alongside caregivers' assessments. The literature associates obstetric mistreatment with physical and verbal coercion, inadequate information, disregard for consent, failure to protect privacy, and dismissal of women's concerns. Justifications such as protecting the baby or reducing clinical risk may sometimes legitimize ignoring women's objections. Institutional priorities and professional hierarchies may normalize practices that marginalize individual needs. However, a medically necessary intervention does not itself constitute mistreatment; necessity, communication, consent, and participation should be evaluated together. Consent should be regarded as a communication process sustained throughout childbirth. Prevention approaches should combine communication training with supportive working conditions and accessible feedback channels. Midwives can support respectful care by explaining procedures, protecting privacy, and listening to women's preferences. Institutions should evaluate women's experiences alongside clinical outcomes. In conclusion, good intentions alone do not guarantee respectful care. Safe childbirth and the woman's right to have a say should be protected together; respectful care should become a service standard supported by institutional responsibility.

Keywords: Obstetric mistreatment, obstetric violence, respectful maternity care, autonomy, midwifery

1. GİRİŞ

Doğum bakımının başarısı çoğu zaman anne ve yenidoğanın sağlık sonuçları üzerinden değerlendirilir. Oysa kadın açısından doğumun anlamı, bu sonuçlarla sınırlı değildir. Kendisini dinleyen birinin bulunması, yapılacak işlemi anlayabilmesi ve bedeniyle ilgili kararlarda söz sahibi olması da deneyimin bir parçasıdır. İsveç'te olumsuz doğum deneyimi bildiren kadınlarla yapılan nitel araştırmada bilgi ve onam eksikliği, yetersiz ağrı kontrolü ve güven duygusunun zedelenmesi öne çıkmıştır. Yüksek gelirli ülkeleri ele alan sistematik derleme de bilgi ve onam sorunlarının farklı sağlık sistemlerinde görülebildiğini göstermektedir (Annborn & Finnbogadóttir, 2022; Fraser et al., 2025).

Türkiye'den bulgular, konunun yerel bakım uygulamaları açısından da tartışılmasını gerektirmektedir. Aşci ve Bal'ın çalışmasında, araştırmaya katılan 513 kadının %76,4'ü doğum bakımı sırasında en az bir obstetrik şiddet biçimi bildirmiştir. Bu oran, belirli bir örnekleme ait olup Türkiye'deki tüm doğumlara genellenemez. Kadınların deneyimlerini inceleyen nitel çalışmalar ise kötü muamelenin yalnızca fiziksel davranışlardan oluşmadığını; profesyonel bakım standartlarının karşılanmaması, bilgilendirme eksikliği ve saygısız iletişimle birlikte yaşanabildiğini ortaya koymaktadır (Aşci & Bal, 2023; Avcı & Kaydırak, 2023; Karabulut & Unutkan, 2025).

Sorunun dikkat çekici yönlerinden biri, bakım verenin gerekçesi ile kadının yaşantısının her zaman örtüşmemesidir. Bir sağlık çalışanı müdahalesini yararlı veya zorunlu görürken kadın aynı süreci kendisine rağmen yürütülen bir işlem olarak deneyimleyebilir. Kadın ve sağlık çalışanı bakış açılarını bir arada ele alan yayınlar, bu ayrılığın yalnızca bireysel tutumlarla açıklanamayacağını düşündürmektedir (Çamlibel, 2025; Yıldırım Varışoğlu et al., 2026). Bu derlemenin amacı, doğum bakımında iyi niyet gerekçesi, güç ilişkileri ve klinik rutinlerin obstetrik kötü muameleyle nasıl kesiştiğini incelemek; kadınların söz hakkını, bilgilendirilmiş onamını ve saygınlığını korumaya yönelik ebelik uygulamalarını ve kurumsal yaklaşımları değerlendirmektir.

2. OBSTETRİK KÖTÜ MUAMELENİN KAVRAMSAL SINIRLARI

Literatürde obstetrik şiddet, kötü muamele, saygısızlık ve istismar kavramları birbiriyle ilişkili biçimde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bu terimler aynı vurguya sahip değildir. Kötü muamele, bakım sırasında karşılaşılan davranışları ve bakım eksikliklerini tanımlamak için kullanılabilirken obstetrik şiddet kavramı toplumsal cinsiyet, kurumsal otorite ve hak ihlalleri boyutlarını daha görünür kılar. Bu derlemede başlığa uygun olarak “obstetrik kötü muamele” tercih edilmiş, kaynakların kendi kavramsallaştırmaları aktarılırken “obstetrik şiddet” ifadesi korunmuştur. Özellikle tanımların farklı olması, araştırmalardaki sıklıkların doğrudan karşılaştırılmasını güçleştirmektedir (Collins et al., 2026; Fraser et al., 2025; Karabulut & Unutkan, 2024).

Bir uygulamayı değerlendirirken yalnızca yapılan işlemin adına bakmak yeterli değildir. Aynı klinik işlem, tıbbi gereklilik açıklanarak ve kadının katılımı sağlanarak yürütülebileceği gibi, bilgi verilmeden ya da itirazı dikkate alınmadan da uygulanabilir. Bu nedenle tıbbi müdahalenin kendisini kötü muameleyle eşitlemek, gerekli bakımın değerini gözden kaçırır. Buna karşılık, işlemin klinik açıdan gerekçeli olması da iletişim ve onam sorunlarını kendiliğinden ortadan kaldırmaz. Kanıta dayalı intrapartum bakım ve doğumda onamı tartışan çalışmalar, değerlendirmenin müdahalenin gerekliliği ile uygulanış biçimini birlikte içermesini desteklemektedir (Şimşek & Demirci, 2023; van der Pijl et al., 2023).

Kavramın sınırları belirlenirken kadınların deneyimlerinin nasıl temsil edildiği de önemlidir. Ebrahim, obstetrik şiddetin yalnızca uzmanların tanımladığı kategoriler üzerinden anlaşılmasının, doğuran kişinin yaşantısını eksik bırakabileceğini savunmaktadır. Bu yaklaşım, her olumsuz deneyimin aynı hukuki veya klinik kategoriye yerleştirilmesi anlamına gelmez. Kadının neyi incitici, baskılayıcı ya da dışlayıcı bulduğunun değerlendirmeye alınmasını gerektirir. Böylece bakımın teknik özellikleri ile deneyimlenen saygı ve kontrol duygusu birlikte tartışılabilir (Ebrahim, 2025; Restrepo-Sánchez, 2025).

3. İYİ NİYET GEREKÇESİ VE BAKIMIN SINIRLARI

İyi niyet, sağlık çalışanının davranışını anlamak için önemli olabilir; ancak davranışın kadın üzerindeki etkisini açıklamaya tek başına yetmez. Gana'da ebelerin görüşlerini inceleyen Yalley, bazı katılımcıların fiziksel ve sözel zorlamayı doğumu ilerletme veya kadının talimatlara uymasını sağlama amacıyla gerekçelendirdiğini bildirmiştir. Bu bulgu, kötü muamelenin her zaman bakım verme amacının dışında gerçekleşmediğini; kimi durumlarda bakımın bir parçası gibi görülebildiğini göstermesi bakımından önemlidir. Çalışmanın belirli bölgelerle sınırlı olduğu ve bütün ebeleri temsil etmediği de dikkate alınmalıdır (Yalley, 2023).

Benzer bir tartışma, bakım verenlerin deneyimlerini farklı gelir düzeylerindeki ülkeler üzerinden birleştiren Collins ve arkadaşlarının derlemesinde yer almaktadır. Yayın, bebeği koruma gerekçesinin bazı uygulamaları normalleştirebildiğini ve kadının psikolojik deneyiminin daha az görünür kalabildiğini ortaya koymaktadır. Downe ve arkadaşları da kötü muamelenin klinik zararı azaltmak için gerekli olduğu inancını, önleme çalışmalarında ele alınması gereken bağlamlardan biri olarak tanımlamaktadır. Bu bulgular birlikte düşünüldüğünde, yalnızca “zarar vermek istemedim” açıklamasının bakımın değerlendirilmesinde yeterli bir ölçüt olamayacağı anlaşılmaktadır (Collins et al., 2026; Downe et al., 2023).

Buradaki etik sorun, sağlık çalışanının güvenliği önemsemesi değildir. Sorun, güvenlik adına alınan kararın kadına açıklanmasının, seçeneklerinin konuşulmasının veya itirazının dinlenmesinin gereksiz görülmesidir. Risk hakkında bilgi vermek ile risk üzerinden baskı kurmak arasındaki ayrım, bilginin nasıl sunulduğunda

belirginleşir. Van der Waal ve van Nistelrooij'in Hollanda'daki nitel incelemesi, risk söyleminin kadının karar verme konumunu zayıflatabildiği durumları ele almaktadır. Bu çerçevede iyi niyet, davranışı sorgulamanın yerine geçmemeli; klinik kararın gerekçesi, sunulan bilgi ve kadının süreçteki konumu birlikte değerlendirilmelidir (Restrepo-Sánchez, 2025; van der Waal & van Nistelrooij, 2024).

Bu derlemede iyi niyetin sorgulanması, bakım verenleri tek bir niyet ya da tutum altında toplamak amacı taşımamaktadır. Kadınların haklarını korumak ile çalışanların mesleki güçlüklerini anlamak birlikte mümkündür. Nitekim Türkiye'de kadınların deneyimlerini etik açıdan inceleyen araştırma, bakımda kadının göz ardı edilmesi ve sağlık çalışanının tek otorite olarak konumlanması gibi sorunlara dikkat çekmektedir. Bu bulgular, değerlendirmeyi kişilerin kendileri hakkındaki açıklamalarından bakım sırasında gerçekte ne olduğuna yöneltmenin önemini göstermektedir (Yildirim & Mert-Karadas, 2025).

4. GÜÇ İLİŞKİLERİ VE KLİNİK RUTİNLERİN NORMALLEŞMESİ

Doğumhanedeki güç ilişkisi yalnızca sağlık çalışanı ile kadın arasında kurulmaz. Çalışanın ekip içindeki konumu, yönetsel beklentiler ve hizmetin örgütlenme biçimi de karşılaşmayı etkiler. Schaaf ve arkadaşlarının eleştirel sentezi, kötü muamelenin kişiler arası hiyerarşiden kurumsal hedeflere kadar farklı düzeylerde ele alınması gerektiğini göstermektedir. Kurumun işleyişi kadının gereksinimlerinden daha öncelikli kabul edildiğinde, mahremiyet veya bireysel tercihlerin geri plana itilmesi olağanlaşabilir. Böyle bir ortamda sorun, yalnızca bir çalışanın davranışını düzeltmekle çözülemez (Schaaf et al., 2023).

Rutinler, yoğun klinik ortamlarda işin sürdürülmesine yardımcı olur. Bununla birlikte, sık uygulanıyor olması bir işlemin her kadın için gerekli olduğunu göstermez. Türkiye'de intrapartum uygulamaları obstetrik şiddet açısından inceleyen derleme, kanıta dayalı olmayan veya gereksiz biçimde tekrarlanan müdahalelerin sorgulanmasına dikkat çekmektedir. Doğu Akdeniz Bölgesi kadın anlatılarını birleştiren çalışma da onam alınmadan yürütülen rutin uygulamalar ile hiyerarşik bakım ilişkileri arasındaki bağlantıyı tartışmaktadır. Bu yayınlar, rutinlerin bakım kalitesi açısından düzenli olarak gözden geçirilmesini destekler (Khalil et al., 2022; Şimşek & Demirci, 2023).

Normalleşme, bakım alan kadınların değerlendirmelerini de etkileyebilir. Kadın bir uygulamanın rahatsız edici olduğunu düşünse bile bunu doğumun kaçınılmaz bir parçası olarak kabul edebilir; seçeneklerinin bulunmadığını veya itirazının bakımını olumsuz etkileyeceğini düşünebilir. Bu nedenle yalnızca genel memnuniyet sorusu sormak, bakımın niteliğini anlamak için sınırlı kalabilir. Hangi işlemin açıklandığı, tercihlerin sorulup sorulmadığı ve yardım talebine nasıl yanıt verildiği gibi somut deneyimlerin ayrıca incelenmesi gerekir. Bu yorum, güç ve normalleşme üzerine sentezlerle kadınların kendi deneyimlerine dayanan

kavramsal yaklaşımlar birlikte okunduğunda ortaya çıkmaktadır (Ebrahim, 2025; Khalil et al., 2022; Schaaf et al., 2023).

5. ONAM VE KADININ BİLGİSİNE VERİLEN DEĞER

Doğum sırasında onam, yalnızca bir belgenin imzalanması olarak ele alındığında bakımın değişen koşullarını karşılamaz. Bir kadın kabul sırasında genel bir form imzalamış olsa bile daha sonra yapılacak muayene veya müdahale hakkında açıklamaya gereksinim duyabilir. Van der Pijl ve arkadaşları, epizyotomi üzerinden yürüttükleri etik tartışmada antenatal dönemde bilgi paylaşımının ve tercihlerin konuşulmasının önemini vurgulamaktadır. Aynı çalışma, doğum sırasında onamın nasıl alınacağına ilişkin farklı yolları da tartışır. Bu öneriler, her durumda sessizliği onay kabul etme biçiminde yorumlanmamalıdır (van der Pijl et al., 2023).

Onamın niteliğini etkileyen başka bir sorun, kadının söylediklerine ne ölçüde güvenildiğidir. Ağrısını, korkusunu veya ne istediğini anlatan kadının ifadesi, sağlık çalışanının bilgisiyle aynı türden olmasa da bakım açısından anlam taşır. Lee'nin onam ve epistemik adaletsizlik üzerine yorumu, doğuran kişinin bilgi ve karar verme konumunun göz ardı edilmesi sorununu gündeme getirir. Epistemik adaletsizlik burada, kişinin kendi yaşantısı hakkında söylediklerinin kimliği veya bulunduğu konum nedeniyle yeterince ciddiye alınmamasını tartışmak için kullanılmaktadır. Kadının anlatısını dinlemek, klinik bilgiyi değersizleştirmez; değerlendirmeye başka türlü ulaşılamayacak bir deneyim boyutu ekler (Ebrahim, 2025; Lee, 2023).

Riskli veya hızla değişen klinik koşullar, iletişimin biçimini ve süresini etkileyebilir. Bununla birlikte, aciliyetin sürekli ve genel bir gerekçe olarak kullanılması, kadınla konuşulabilecek durumların da gözden kaçmasına yol açabilir. Burada önerilen yaklaşım, her olayda aynı uzunlukta açıklama yapılması değildir. Mevcut koşullar içinde anlaşılır bilgi sunulması, kadının yanıtına dikkat edilmesi ve kararın nasıl alındığının görünür olmasıdır. Bu öneri, onamı ilişki içinde ele alan etik incelemelerin klinik bakım açısından yorumlanmasına dayanmaktadır; tek başına bir hukuki onam standardı olarak sunulmamaktadır (Restrepo-Sánchez, 2025; van der Pijl et al., 2023; van der Waal & van Nistelrooij, 2022).

Kadının özerkliğini desteklemek, onu seçenekler arasında tek başına bırakmak anlamına da gelmez. Güvenilir bilgiye erişim, sorularını sorabilme ve kararının ciddiye alınacağını bilme, seçim yapabilmesinin koşullarıdır. O'Brien ve Newport'un kadın merkezli üreme bakımını ele alan çalışması, seçim ve beden özerkliğinin kurumsal düzenlemelerden bağımsız düşünülemeyeceğini göstermektedir. İlişkisel bakım yaklaşımı ise kadın ile bakım veren arasındaki güvenin, özerkliği destekleyen bir kaynak olabileceğini tartışır. Bu bakımdan karar paylaşımı, yalnızca tercih kaydetme işlemi değil, kadının katılımını mümkün kılan bir bakım ilişkisidir (O'Brien & Newport, 2023; van der Waal & van Nistelrooij, 2022).

6. KADIN DENEYİMİ VE GÖRÜNMEYEN SONUÇLAR

Kötü muamelenin etkisi, olay anındaki rahatsızlıkla sınırlı olmayabilir. Türkiye'de yürütülen nitel araştırmalarda kadınlar doğum bakımındaki deneyimlerini korku, öfke, incinme ve kontrol kaybı gibi duygularla anlatmaktadır. Etik açıdan yapılan incelemeler de bakımda göz ardı edilmenin kadınların sağlık hizmetiyle kurduğu ilişki bakımından önemini göstermektedir. Bununla birlikte, nitel bulgular belirli bir ruhsal bozukluğun sıklığını veya kötü muamelenin tek başına nedensel etkisini hesaplamaya uygun değildir (Karabulut & Unutkan, 2025; Özer & Sevimli Güler, 2025; Yildirim & Mert-Karadas, 2025).

Postpartum depresyon ile obstetrik şiddet ilişkisini ele alan ulusal derleme, ruhsal sonuçların bakım değerlendirmesine katılması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu ilişkinin incelenmesinde önceki ruhsal durum, sosyal destek, doğum komplikasyonları ve diğer yaşam koşulları gibi etkenlerin de dikkate alınması gerekir. Dolayısıyla doğum sonrası görüşmelerde yalnızca fiziksel iyileşmeye odaklanmak yerine kadının doğumu nasıl yaşadığını anlatabileceği bir alan oluşturulması anlamlıdır. Bu yaklaşım, tanı koyma yerine geçmez; destek gereksiniminin fark edilmesine yardımcı olabilecek bir bakım önerisidir (Annborn & Finnbogadóttir, 2022; Yazgı Demir & Yılmaz, 2024).

Kadınların yaşantıları arasındaki farklılıklar da gözden kaçırılmamalıdır. Suriyeli göçmen kadınlarla yapılan nitel çalışmada iletişim güçlüğü, korku ve sosyal destek yetersizliği öne çıkmıştır. Akdeniz Bölgesi'ndeki kadınların deneyimlerini inceleyen araştırmada ise ilgi, açıklama, saygı ve sakin yaklaşım beklentileri belirtilmiştir. Bu bulgular, “kadınların gereksinimleri” ifadesinin tek ve değişmez bir beklentiler bütünü gibi kullanılmaması gerektiğini düşündürmektedir. Dil, önceki deneyimler ve sosyal koşullar, bakımın anlaşılmasını ve kadının kendisini ifade etmesini etkileyebilir (Karaçay Yıkar et al., 2025; Tandoğan & Yakıt Ak, 2025).

7. TÜRKİYE BAĞLAMINDA BAKIM VEREN VE KADIN ARASINDAKİ FARKLILIKLAR

Türkiye'deki çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, saygılı bakımın ne olduğunun bilinmesi ile gündelik uygulamada gerçekleşmesi arasındaki mesafe dikkat çekmektedir. Çamlibel'in kadın ve sağlık çalışanı perspektiflerini ele alan araştırması, bu mesafenin anlaşılması için her iki grubun deneyimlerinin dinlenmesini gerekli kılmaktadır. Kadınlar ile hastane ortamında çalışan ebelerin görüşlerini birlikte inceleyen güncel çalışma da iletişim, onam, mahremiyet ve duygusal desteğin kurumsal koşullarla birlikte değerlendirilmesine işaret etmektedir (Çamlibel, 2025; Yıldırım Varışoğlu et al., 2026).

Bu farklılıkları yalnızca kadınların bilgi eksikliğine veya çalışanların duyarsızlığına bağlamak açıklamayı daraltır. Türkiye'de kadınların deneyimlerine odaklanan nitel bulgular, bakımın profesyonel standartlarının karşılanması ve kadının farkındalığı gibi birden fazla boyut bulunduğunu göstermektedir. Ulusal derlemelerde

ise ebelik rolleri, çalışan ve kaynak yetersizlikleri ile bakımın örgütlenmesi birlikte tartışılmaktadır. Bu nedenle Türkiye'ye yönelik önerilerin, kadınların haklarına ilişkin bilgilendirme kadar ekiplerin çalışma düzenine ve kurumsal değerlendirme süreçlerine de uzanması gerekir (Avcı & Kaydırak, 2023; Işık & Nazik, 2023; Karabulut & Unutkan, 2024).

8. EBELİK UYGULAMALARI VE KURUMSAL ÖNLEME

Ebelik açısından ilk adım, saygılı bakımı soyut bir mesleki değer olmaktan çıkarıp gündelik uygulamalarda görünür kılmaktır. Kendini tanıtmak, kadına nasıl hitap edilmesini istediğini sormak, muayenenin amacını açıklamak ve mahremiyeti korumak küçük görünen ancak bakım ilişkisinin niteliğini belirleyen davranışlardır. Ebe ve hemşirelerin sorumluluklarını ele alan ulusal yayınlar, kadın savunuculuğu ile bilgilendirme ve bireyselleştirilmiş bakımın önemine dikkat çekmektedir. Bu sorumlulukların yerine getirilebilmesi için eğitimde yalnızca kavramların anlatılması değil, zorlayıcı klinik durumların tartışılması da gereklidir (Işık & Nazik, 2023; Karabulut & Unutkan, 2024).

Müdahaleleri değerlendiren derlemeler, önlemenin tek bir eğitim oturumuna indirgenemeyeceğini göstermektedir. Kasaye ve arkadaşlarının sistematik derlemesi çok bileşenli yaklaşımları, Yalley ve arkadaşlarının kapsam derlemesi ise iletişim, mahremiyet ve bakımın sunuluşunu değiştirmeye yönelik müdahaleleri incelemektedir. Bu yayınlardan hareketle eğitim, yönetim desteği ve çalışma ortamının iyileştirilmesinin birlikte planlanması daha uygun görünmektedir. Ancak müdahalelerin içeriği, uygulandığı kurum ve kullanılan ölçütler farklı olduğundan her yaklaşımın aynı düzeyde etkili olduğu söylenemez (Kasaye et al., 2023; Yalley et al., 2024).

Kurum düzeyinde sorulması gereken soru yalnızca “çalışanlar saygılı davranıyor mu?” değildir. Kadınların kaygılarını güvenle bildirebildiği bir yol bulunup bulunmadığı, geri bildirimlerin değerlendirilip değerlendirilmediği ve tekrarlayan sorunlar karşısında neyin değiştiği de incelenmelidir. Ekip içi toplantılarda klinik sonuçlarla birlikte iletişim ve onam deneyimlerinin ele alınması, bu derlemenin uygulamaya yönelik önerilerinden biridir. Güç ilişkileri ve davranış değişikliği üzerine sentezler, yalnızca bireysel farkındalığa dayanan çözümlerin kurumsal etkenleri dışarıda bırakabileceğini düşündürmektedir (Downe et al., 2023; Schaaf et al., 2023).

İzlemde kullanılacak göstergelerin kadınların deneyimini doğrudan yansıtması gerekir. Örneğin, yapılacak işlemin açıklanması, soru sorma fırsatı, mahremiyet ve tercih edilen desteğe erişim ayrı başlıklar olarak değerlendirilebilir. Böyle bir değerlendirme, genel memnuniyet puanının açıklayamadığı sorunları görünür kılabilir. Bu göstergeler burada doğrulanmış yeni bir ölçek olarak önerilmemekte, yerel kalite çalışmalarında

tartışılabilecek değerlendirme alanları olarak sunulmaktadır. Önleme araştırmalarındaki iletişim ve mahremiyet odakları, bu alanların izlenmesi için gerekçe sağlamaktadır (Kasaye et al., 2023; Yalley et al., 2024).

Son olarak, çalışanların karşılaştığı mesleki baskının tanınması önemlidir. Bakım verenlerin deneyimlerine ilişkin derleme, kötü muameleye tanıklığın ve müdahale etme güçlüğünün çalışanlar üzerinde de sonuçları olabileceğini göstermektedir. Destekleyici ekip ilişkileri ve sorunların dile getirilebildiği bir çalışma ortamı bu nedenle kadınların bakımından ayrı bir konu değildir. Bununla birlikte, güç çalışma koşulları kötü muamelenin kabul edilebilir olduğu anlamına gelmez; hizmetin iyileştirilmesi için ele alınması gereken koşulları gösterir (Collins et al., 2026).

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğum bakımında iyi niyet, kadınların saygınlığını koruma ve karar süreçlerine katılımını destekleme sorumluluğunun yerine geçmez. Anne ve yenidoğan açısından güvenli bir klinik sonuç elde edilmesi, kadının bakım sırasında yaşadığı baskıyı, incinmeyi ya da kontrol kaybını önemsiz kılmaz. Bununla birlikte, tıbben gerekli bir müdahalenin uygulanması da tek başına kötü muamele olarak değerlendirilemez. Bakımın niteliği; klinik gerekliliğin yanı sıra kararın nasıl alındığı, bilginin nasıl paylaşıldığı ve kadının süreçte kendisini ne ölçüde duyulmuş ve gözetilmiş hissettiği üzerinden değerlendirilmelidir. İncelenen yayınların ortak katkısı, bakım verenin amacı ile kadının deneyiminin birlikte ele alınması gerektiğini göstermesidir.

Ebelik uygulamalarında bu yaklaşımın karşılığı, kadınla güvene dayalı bir ilişki kurmak ve onun katılımını bakımın her aşamasında desteklemektir. Gebelik döneminde doğuma ilişkin seçeneklerin konuşulması, doğum sırasında yapılacak işlemlerin anlaşılır biçimde açıklanması ve kadının sorularına, kaygılarına ve tercihlerine yanıt verilmesi bu ilişkinin temelini oluşturur. Onam, yalnızca tamamlanmış bir form olarak görülmemeli; bakım ilerledikçe sürdürülen bir iletişim süreci olarak ele alınmalıdır. Doğum sonrasında ise kadına deneyimini anlatabileceği bir görüşme ortamı sağlanması, karşılanmamış destek gereksinimlerinin fark edilmesine yardımcı olabilir. Dil ve iletişim güçlükleri yaşayan kadınların kendilerini ifade edebilmesine özellikle dikkat edilmelidir.

Kalıcı iyileşme için bireysel duyarlılığın kurumsal düzenlemelerle desteklenmesi gerekir. Mahremiyeti koruyan koşulların sağlanması, rutin müdahalelerin gerekliliğinin gözden geçirilmesi, çalışanların sorunları güvenle dile getirebilmesi ve kadınların geri bildirimlerinin somut değişikliklere yansıması bu açıdan önem taşır. Mesleki eğitimde onam, güç ilişkileri ve saygılı iletişim, klinik örnekler üzerinden ele alınmalıdır. Bakım kalitesi değerlendirilirken klinik sonuçların yanında kadınların bilgilendirilme, kararlara katılım ve saygı görme deneyimleri de izlenmelidir. Böylece saygılı bakım, yalnızca çalışanların kişisel yaklaşımına bırakılmadan hizmetin örgütlenmesine yerleştirilebilir.

Gelecek araştırmalarda kadınların ve bakım verenlerin aynı bakım sürecine ilişkin değerlendirmelerinin karşılaştırılması, niyet ile deneyim arasındaki farklılıkların anlaşılmasına katkı sağlayabilir. Eğitim, çalışma koşulları ve geri bildirim süreçlerine yönelik düzenlemelerin etkilerinin zaman içinde incelenmesi de uygulamaya yol gösterebilir. Doğum bakımının koruyucu amacı, kadının bedeni üzerindeki söz hakkını ve yaşantısını dikkate alan bir yaklaşımla güçlenir. Güvenli ve saygılı bakımın birlikte sağlanması, hem ebelik uygulamalarının hem de sağlık kurumlarının ortak sorumluluğudur.

KAYNAKLAR

Annborn, A., & Finnbogadóttir, H. R. (2022). Obstetric violence a qualitative interview study. Midwifery, 105, Article 103212. https://doi.org/10.1016/j.midw.2021.103212

Aşci, Ö., & Bal, M. D. (2023). The prevalence of obstetric violence experienced by women during childbirth care and its associated factors in Türkiye: A cross-sectional study. Midwifery, 124, Article 103766. https://doi.org/10.1016/j.midw.2023.103766

Avcı, N., & Kaydırak, M. M. (2023). A qualitative study of women's experiences with obstetric violence during childbirth in Turkey. Midwifery, 121, Article 103658. https://doi.org/10.1016/j.midw.2023.103658

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(4), 2790–2809. https://doi.org/10.1111/jan.70055

Çamlibel, M. (2025). Experiences of maternity care: Is the perspective of health care professionals respectful care while that of women obstetric violence?: A qualitative study. Medicine, 104(6), Article e41467. https://doi.org/10.1097/md.0000000000041467

Downe, S., Nowland, R., Clegg, A., Akooji, N., Harris, C., Farrier, A., Gondo, L. T., Finlayson, K., Thomson, G., Kingdon, C., Mehrtash, H., McCrimmon, R., & Tunçalp, Ö. (2023). Theories for interventions to reduce physical and verbal abuse: A mixed methods review of the health and social care literature to inform future maternity care. PLOS Global Public Health, 3(4), Article e0001594. https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0001594

Ebrahim, S. (2025). Obstetric violence: An epistemic repair of the construct. Social Epistemology, 39(5), 560–569. https://doi.org/10.1080/02691728.2025.2453943

Fraser, L. K., Cano-Ibáñez, N., Amezcua-Prieto, C., Khan, K. S., Lamont, R. F., & Jørgensen, J. S. (2025). Prevalence of obstetric violence in high-income countries: A systematic review of mixed studies and meta-analysis of quantitative studies. Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica, 104(1), 13–28. https://doi.org/10.1111/aogs.14962

Işık, B., & Nazik, E. (2023). Obstetrik şiddet ve ebe/hemşirelerin sorumlulukları. Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(3), 109–115. https://doi.org/10.53493/avrasyasbd.1255027

Karabulut, K., & Unutkan, A. (2024). Obstetrik şiddet ve ebelik. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 14(3), 459–469. https://doi.org/10.31020/mutftd.1476975

Karabulut, K., & Unutkan, A. (2025). A phenomenological study on the traces of obstetric violence in women's birth experiences. BMC Pregnancy and Childbirth, 25(1), Article 1210. https://doi.org/10.1186/s12884-025-08426-x

Karaçay Yıkar, S., Işık, B., Akçayüzlü, Ö., & Nazik, E. (2025). Experiences of obstetric violence in women in the Mediterranean region: A qualitative study. Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi, 14(2), 264–271. https://doi.org/10.53424/balikesirsbd.1489223

Kasaye, H., Sheehy, A., Scarf, V., & Baird, K. (2023). The roles of multi-component interventions in reducing mistreatment of women and enhancing respectful maternity care: A systematic review. BMC Pregnancy and Childbirth, 23(1), Article 305. https://doi.org/10.1186/s12884-023-05640-3

Khalil, M., Carasso, K. B., & Kabakian-Khasholian, T. (2022). Exposing obstetric violence in the Eastern Mediterranean Region: A review of women's narratives of disrespect and abuse in childbirth. Frontiers in Global Women's Health, 3, Article 850796. https://doi.org/10.3389/fgwh.2022.850796

Lee, J. Y. (2023). Consent and the problem of epistemic injustice in obstetric care. Journal of Medical Ethics, 49(9), 618–619. https://doi.org/10.1136/jme-2023-109156

O'Brien, C., & Newport, M. (2023). Prioritizing women's choices, consent, and bodily autonomy: From a continuum of violence to women-centric reproductive care. Social Science & Medicine, 333, Article 116110. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2023.116110

Özer, E., & Sevimli Güler, D. (2025). "Invisible wounds of childbirth"; women's experiences of obstetric violence: A phenomenological qualitative study. Reproductive Health, 22(1), Article 148. https://doi.org/10.1186/s12978-025-02109-8

Restrepo-Sánchez, A. (2025). Autonomy, violence, and consent in the obstetric field. Hypatia, 40(3), 498–524. https://doi.org/10.1017/hyp.2024.84

Schaaf, M., Jaffe, M., Tunçalp, Ö., & Freedman, L. (2023). A critical interpretive synthesis of power and mistreatment of women in maternity care. PLOS Global Public Health, 3(1), Article e0000616. https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0000616

Şimşek, H. N., & Demirci, H. (2023). Obstetrik şiddet perspektifinden intrapartum bakımda kanıta dayalı uygulamalar. KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 4(2), 122–138. https://doi.org/10.59244/ktokusbd.1252085

Tandoğan, Ö., & Yakıt Ak, E. (2025). Suriyeli göçmen kadınların obstetrik şiddet algısı: Nitel bir çalışma. Akdeniz Tıp Dergisi, 11(3), 331–338. https://doi.org/10.53394/akd.1492663

van der Pijl, M., Verhoeven, C., Hollander, M., de Jonge, A., & Kingma, E. (2023). The ethics of consent during labour and birth: Episiotomies. Journal of Medical Ethics, 49(9), 611–617. https://doi.org/10.1136/jme-2022-108601

van der Waal, R., & van Nistelrooij, I. (2022). Reimagining relationality for reproductive care: Understanding obstetric violence as "separation". Nursing Ethics, 29(5), 1186–1197. https://doi.org/10.1177/09697330211051000

van der Waal, R., & van Nistelrooij, I. (2024). Shroud waving self-determination: A qualitative analysis of the moral and epistemic dimensions of obstetric violence in the Netherlands. PLOS ONE, 19(4), Article e0297968. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297968

Yalley, A. A. (2023). "We beat them to help them push": Midwives' perceptions on obstetric violence in the Ashante and Western Regions of Ghana. Women, 3(1), 22–40. https://doi.org/10.3390/women3010002

Yalley, A. A., Jarašiūnaitė-Fedosejeva, G., Kömürcü-Akik, B., & de Abreu, L. (2024). Addressing obstetric violence: A scoping review of interventions in healthcare and their impact on maternal care quality. Frontiers in Public Health, 12, Article 1388858. https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1388858

Yazgı Demir, Z. G., & Yılmaz, M. (2024). Postpartum depresyonun oluşumunda potansiyel bir risk faktörü: Obstetrik şiddet. Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 40(2), 305–311. https://doi.org/10.53490/egehemsire.1273342

Yildirim, S., & Mert-Karadas, M. (2025). The invisible wounds of women: Ethical aspects of obstetric violence. Nursing Ethics, 32(5), 1493–1509. https://doi.org/10.1177/09697330241295370

EBELİK ÖĞRENCİLERİNDE KLİNİK DENEYİM İLE OBSTETRİK KÖTÜ MUAMELE ALGISI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Dr. Öğr. Üyesi, Endam ÇETİNKAYA AK[1]/ Ebe, Dilan ACAR[2]

[1]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Sağlık Yüksekokulu, Ebelik Bölümü, Burdur, Türkiye, ecetinkaya@mehmetakif.edu.tr, 0000-0003-2667-2633

[2]Akdeniz Sağlık Vakfı (ASV) Yaşam Hastanesi, Kadın Doğum Servisi, Antalya, Türkiye, ebedilanacar@gmail.com, 0009-0006-3166-2148

Özet

Bu araştırma, birinci ve dördüncü sınıf ebelik öğrencilerinin obstetrik kötü muamele algılarını karşılaştırmak ve klinik deneyim göstergeleriyle algı puanları arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla yapılmıştır. Tanımlayıcı ve kesitsel çalışma, 22 Temmuz–30 Eylül 2026 tarihlerinde bir devlet üniversitesinde 142 öğrenciyle yürütülmüştür. Her iki sınıftan 71 öğrenci araştırmaya katılmıştır. Veriler, Bireysel Tanılama Formu ve 33 maddelik Obstetrik Kötü Muamele Algı Ölçeği kullanılarak çevrim içi toplanmıştır. Analizlerde Welch t testi, Mann–Whitney U testi, Kruskal–Wallis testi, Spearman korelasyonu ve sağlam standart hatalı doğrusal regresyon kullanılmıştır. İkincil karşılaştırmalarda Holm düzeltmesi uygulanmıştır. Öğrencilerin yaş ortalaması 20,80±2,61 yıl, toplam puan ortalaması 99,42±25,77'dir. Dördüncü sınıfların puanı birinci sınıflardan yüksek olmakla birlikte fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (103,63±25,93 ve 95,21±25,09; ortalama fark 8,42; %95 güven aralığı −0,04–16,89; p=0,051). Düzeltilmiş modelde de sınıf düzeyiyle toplam puan arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır (B=7,59; p=0,330). Madde karşılaştırmalarında yalnızca rutin epizyotomiye ilişkin fark Holm düzeltmesinden sonra anlamlı kalmıştır (p=0,032). Bu örneklemde sınıf düzeyi ile obstetrik kötü muamele algısı toplam puanı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamış; klinik deneyim göstergelerine ilişkin ikincil karşılaştırmalar da Holm düzeltmesi sonrasında anlamlı bulunmamıştır. Ebelik eğitiminde klinik uygulamaların gerekçesi, bilgilendirilmiş onam ve kadınların tercihleri birlikte ele alınmalı; klinik deneyimin süresi ve niteliği ile obstetrik kötü muamele algısı arasındaki ilişki boylamsal araştırmalarla incelenmelidir.

Anahtar kelimeler: Ebelik öğrencileri, obstetrik kötü muamele, klinik deneyim, saygılı doğum bakımı

THE ASSOCIATION BETWEEN CLINICAL EXPERIENCE AND PERCEPTIONS OF OBSTETRIC MISTREATMENT AMONG MIDWIFERY STUDENTS

Abstract

This study aimed to compare perceptions of obstetric mistreatment among first- and fourth-year midwifery students and examine the associations between clinical experience indicators and perception scores. This descriptive cross-sectional study was conducted with 142 students at a public university between July 22 and September 30, 2026. Seventy-one students from each year participated. Data were collected online using an Individual Identification Form and the 33-item Perceived Obstetric Violence Scale. Analyses included Welch's t-test, the Mann–Whitney U test, the Kruskal–Wallis test, Spearman correlation, and linear regression with robust standard errors. Holm adjustment was applied to secondary comparisons. The students' mean age was 20.80±2.61 years, and their mean total score was 99.42±25.77. Although fourth-year students scored higher than first-year students, the difference was not statistically significant (103.63±25.93 versus 95.21±25.09; mean difference 8.42; 95% confidence interval −0.04 to 16.89; p=0.051). Year of study was also not significantly associated with the total score in the adjusted model (B=7.59; p=0.330). Among item-level comparisons, only the difference concerning routine episiotomy remained significant after Holm adjustment (p=0.032). In this sample, no statistically significant association was found between year of study and the total obstetric mistreatment perception score; secondary comparisons involving clinical experience indicators were also nonsignificant after Holm adjustment. Midwifery education should address the rationale for clinical practices, informed consent, and women's preferences together. Longitudinal studies should examine the associations of the duration and quality of clinical experience with perceptions of obstetric mistreatment.

Keywords: Midwifery students, obstetric mistreatment, clinical experience, respectful maternity care

1. GİRİŞ

Doğum bakımının niteliği, uygulanan girişimlerin yanı sıra kadının nasıl karşılandığı, bilgilendirildiği ve karar süreçlerine ne ölçüde katılabildiğiyle ilişkilidir. Mahremiyetin ihlal edilmesi, onam alınmadan işlem yapılması, küçümseyici ifadeler kullanılması ve gereksinimlerin görmezden gelinmesi, doğum deneyimini olumsuz etkileyebilen bakım sorunlarıdır. Obstetrik kötü muamele kavramı bu sorunları görünür kılarken, saygılı doğum bakımı kadının onurunu, güvenliğini ve tercihlerini bakımın temel bileşenleri olarak ele alır. Cantor ve arkadaşlarının (2024) sistematik derlemesinde onam, mahremiyet, iletişim ve saygınlığın saygılı bakımın ortak bileşenleri olduğu, ancak kavramın tanımlanmasında ve değerlendirilmesinde kullanılan araçların farklılaştığı belirtilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü de olumlu doğum sonrası deneyimini, kadın ve yenidoğanın gereksinimlerine yanıt veren, bilgilendirme ve desteğin sürekliliğini sağlayan bir bakım anlayışı çerçevesinde değerlendirmektedir (World Health Organization [WHO], 2022).

Türkiye'de kadınların deneyimlerini inceleyen araştırmalar, obstetrik kötü muamelenin bakım alanların bakış açısından değerlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır. Aşci ve Bal'ın (2023) 513 kadınla yürüttüğü çalışmada, katılımcıların %76,4'ü en az bir obstetrik kötü muamele deneyimi bildirmiştir. Çalışmanın örneklemiyle sınırlı olan bu bulgu, kadınların bakım sırasında karşılaşabildiği sorunlara dikkat çekmektedir. Avcı ve Kaydırak'ın (2023) nitel araştırmasında ise kadınların anlatılarında korku, çaresizlik ve öfke gibi duygular öne çıkmıştır. Hakimi ve arkadaşlarının (2025) meta-analizi, obstetrik kötü muamelenin farklı ülkelerde karşılaşılan bir sorun olduğunu göstermekle birlikte, çalışmalar arasındaki yüksek heterojenlik ortak bir yaygınlık tahmininin yorumlanmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle sayısal bulguların yanında, kadınların hangi uygulamaları kötü muamele olarak deneyimlediğinin ve bakım verenlerin bu uygulamaları nasıl değerlendirdiğinin anlaşılması önem taşımaktadır.

Obstetrik kötü muamelenin önlenmesi, yalnızca açık şiddet davranışlarının fark edilmesiyle sınırlı değildir. Günlük işleyiş içinde olağan kabul edilen uygulamaların hangi koşullarda kadınların haklarını ve karar verme olanaklarını sınırladığı da sorgulanmalıdır. İspanya'da ebelerle yapılan bir araştırmada, kavramın bilinmesine rağmen bazı davranışların obstetrik kötü muamele kapsamında değerlendirilmediği görülmüştür (Martínez-Galiano ve ark., 2023). Müdahale çalışmalarını inceleyen Yalley ve arkadaşları (2024) ise iletişimin geliştirilmesi, mahremiyetin korunması ve doğumda desteğin sağlanması gibi düzenlemelerin önemine dikkat çekmiştir. Bu bulgular, mesleki eğitimde kavramsal bilginin günlük bakım uygulamalarıyla ilişkilendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

Ebelik öğrencileri klinik uygulamalarda teknik becerilerin yanı sıra kadınlarla iletişim kurma, bakım kararlarına katılma ve mesleki sorumluluk üstlenme konusunda da deneyim kazanır. Bununla birlikte, klinikte gözlenen uygulamaların eleştirel değerlendirme yapılmadan benimsenmesi, bazı bakım sorunlarının olağan kabul edilmesine yol açabilir. Türkiye'de dördüncü sınıf ebelik öğrencileriyle yürütülen nitel araştırmada, öğrencilerin görünür kötü muamele biçimlerini tanıdığı, ancak sorunun yapısal ve kurumsal nedenlerini daha sınırlı fark ettiği bildirilmiştir (Unutkan ve Elem, 2024). Beş Avrupa ülkesindeki ebelik öğrencilerinin anlatılarını inceleyen Javornická ve arkadaşları (2025) da iletişim sorunlarının, ekip içi ilişkilerin ve gözlenen sorunlara müdahale edebilme olanaklarının güvenli bakım açısından önemini ortaya koymuştur. Dolayısıyla klinik deneyim, öğrencilerin karşılaştığı uygulamalar ve bu uygulamaları tartışabildikleri rehberlik ortamıyla birlikte değerlendirilmelidir.

Öğrencilerle yapılan nicel araştırmalar, algının öğrenim aşamasına, önceki bilgilere ve değerlendirilen uygulamanın niteliğine göre farklılaşabildiğini göstermektedir. İspanya'da sağlık bilimleri öğrencileriyle yürütülen araştırmada, rutinleştirilmiş uygulamalar ile daha açık hak ihlallerinin farklı düzeylerde puanlandığı belirlenmiştir (Mena-Tudela ve ark., 2022). Biurrun-Garrido ve arkadaşları (2023), sınıf düzeyi ve kavrama ilişkin ön bilgiyle algı arasında ilişkiler bildirmiştir. Türkiye'de hemşirelik öğrencileriyle yapılan çalışmalar da bazı klinik uygulamaların kötü muamele olarak tanınmadığına ve öğrenciler arasında farkındalık farklılıkları bulunduğuna işaret etmektedir (Erbil ve ark., 2025; Küçük ve ark., 2025). Nepal ve Ürdün'deki öğrencileri karşılaştıran araştırmada ise saygılı bakım algıları ve kötü muameleye tanıklık etme örüntüleri ülkeler arasında farklılaşmış; klinik uygulama süresi algı puanıyla ilişkili bulunmuştur (Dhakal, Mohammad ve ark., 2022). Ancak bu çalışmalarda farklı öğrenci gruplarının, eğitim ortamlarının ve ölçüm araçlarının kullanılması, sonuçların doğrudan karşılaştırılmasını sınırlandırmaktadır.

Mevcut bulgular, klinik deneyim ile obstetrik kötü muamele algısı arasındaki ilişkinin ebelik eğitimi bağlamında incelenmesini önemli kılmaktadır. Aynı kurumda öğrenimin farklı aşamalarındaki öğrencilerin karşılaştırılması, kurumlar arası eğitim farklılıklarını kısmen sınırlandırarak algı puanlarının sınıf düzeyi ve belirli klinik deneyimler açısından değerlendirilmesine olanak sağlayabilir. Böyle bir değerlendirme, öğrencilerin hangi bakım uygulamalarını benzer veya farklı biçimde yorumladığını belirlemeye ve eğitimde üzerinde durulması gereken konuları ortaya koymaya katkı sunabilir. Bu araştırmanın amacı, ebelik öğrencilerinde klinik deneyim göstergeleri ile obstetrik kötü muamele algısı arasındaki ilişkiyi incelemektir. Bu doğrultuda birinci ve dördüncü sınıf öğrencilerinin algı puanları karşılaştırılmış; doğuma tanıklık, vajinal doğum yaptırma, staj yapılan alan ve obstetrik kötü muameleye tanıklık ile algı puanları arasındaki ilişkiler

değerlendirilmiştir. Sınıf düzeyi, klinik deneyimin doğrudan ölçümü olarak değil, öğrenimin farklı aşamalarını temsil eden bir karşılaştırma değişkeni olarak ele alınmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Tasarımı

Tanımlayıcı ve kesitsel araştırma, 22 Temmuz–30 Eylül 2026 tarihleri arasında bir üniversitenin ebelik bölümünde yürütülmüştür. Araştırmada, birinci ve dördüncü sınıf öğrencilerinin obstetrik kötü muamele algıları karşılaştırılmış ve klinik deneyim göstergeleriyle algı puanları arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

2.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, ebelik bölümünün birinci ve dördüncü sınıflarında öğrenim gören toplam 156 öğrenci oluşturmuştur. Örneklem seçimine gidilmeden evrenin tamamına ulaşılması hedeflenmiştir. Araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden ve veri toplama formunu yanıtlayan, her sınıftan 71 olmak üzere toplam 142 öğrenci çalışmaya dahil edilmiştir. Böylece evrenin %91,0'ına ulaşılmıştır.

2.3. Verilerin Toplanması

Veriler, Google Forms aracılığıyla çevrim içi olarak toplanmıştır. Formun başlangıcında öğrencilere araştırmanın amacı, katılımın gönüllülüğe dayandığı, kimliği doğrudan belirleyen bilgilerin istenmediği ve verilerin bilimsel amaçlarla kullanılacağı açıklanmıştır. Elektronik bilgilendirilmiş onam veren öğrenciler veri toplama formunu doldurmuştur. Sosyodemografik özellikler ve klinik deneyimlere ilişkin bilgiler öğrencilerin bildirimlerine dayanmaktadır.

Sınıf düzeyi, öğrenimin farklı aşamalarını temsil eden temel bir karşılaştırma değişkeni olarak ele alınmıştır. Klinik deneyim, doğuma tanıklık, vajinal doğum yaptırma ve en fazla staj yapılan alan üzerinden değerlendirilmiştir; ayrıca obstetrik kötü muameleye tanıklık durumu da incelenmiştir. Birinci sınıfta doğuma tanıklık bildiren öğrenciler de bulunduğundan, bu grup bütünüyle klinik deneyimi olmayan öğrenciler olarak kabul edilmemiştir.

2.4. Veri Toplama Araçları

Bireysel Tanılama Formu: İlgili literatürden yararlanılarak hazırlanan 18 soruluk form, öğrencilerin sosyodemografik özelliklerini, klinik deneyimlerini ve obstetrik kötü muameleye ilişkin bilgi ve gözlemlerini değerlendirmektedir (Biurrun-Garrido ve ark., 2023; Küçük ve ark., 2025; Mena-Tudela ve ark., 2022).

Obstetrik Kötü Muamele (OKM) Algı Ölçeği: Öğrencilerin obstetrik kötü muamele algıları, Mena-Tudela ve arkadaşları (2020) tarafından geliştirilen 33 maddelik PercOV-S'nin Türkçe formuyla değerlendirilmiştir. Ölçeğin Türkçe uyarlaması Yeniocak ve arkadaşları (2024) tarafından 133 kadın hastalıkları ve doğum

asistanıyla gerçekleştirilmiştir. Cronbach alfa katsayısı, özgün geliştirme çalışmasında 0,936, Türkçe uyarlama çalışmasında ise 0,840 olarak bildirilmiştir. Bu araştırmada yanıtlar "hiç katılmıyorum" ile "tamamen katılıyorum" arasında 1–5 olarak puanlanmış ve toplam puan 33 maddenin puanları toplanarak hesaplanmıştır. Alınabilecek toplam puan 33–165 arasında değişmektedir. Doğrulanmış bir kesme noktası bulunmadığından, katılımcılar düşük, orta veya yüksek algı gruplarına ayrılmamıştır. Analizlerde toplam puan ve madde düzeyindeki yanıtlar değerlendirilmiş, alt boyut puanları kullanılmamıştır. Bu örneklemde Cronbach alfa katsayısı 0,925 olarak hesaplanmıştır.

2.5. Verilerin Analizi

Araştırma verileri IBM SPSS Statistics 22.0 ve Python 3.12.14 kullanılarak analiz edilmiştir. Kategorik değişkenler sayı ve yüzde, sürekli değişkenler ortalama±standart sapma ve gerektiğinde ortanca (birinci–üçüncü çeyreklik) olarak sunulmuş; koşullu sorular yalnızca ilgili katılımcılar üzerinden değerlendirilmiştir. Ölçeğin iç tutarlılığı Cronbach alfa katsayısıyla, toplam puanın dağılımı Shapiro–Wilk testi, çarpıklık ve basıklık değerleriyle incelenmiştir. İki gruplu toplam puan karşılaştırmalarında Welch t testi, üç veya daha fazla grupta Kruskal–Wallis testi, yaş ile toplam puan arasındaki ilişki için Spearman korelasyonu kullanılmıştır. Birincil sınıf karşılaştırması ayrıca Mann–Whitney U testiyle değerlendirilmiş; ortalama farkı, %95 güven aralığı ve Hedges g etki büyüklüğü raporlanmıştır. Madde puanları sınıflara göre Mann–Whitney U testiyle karşılaştırılmıştır. Sınıf düzeyi ile toplam puan arasındaki ilişki, yaş, bölüm tercihi ve gelir düzeyinin birlikte yer aldığı, HC3 sağlam standart hatalarının kullanıldığı keşfedici doğrusal regresyonla incelenmiştir. Model R^2, düzeltilmiş R^2 ve varyans şişirme faktörü (VIF) ile değerlendirilmiştir. Toplam puana ilişkin 10 ikincil teste ve 33 madde karşılaştırmasına ayrı ayrı Holm düzeltmesi uygulanmış; birincil sınıf karşılaştırması düzeltme dışında tutulmuştur. Tekdüze yanıt veren kayıtlar ve Cook uzaklığı en yüksek gözlem ayrı analizlerde dışlanarak duyarlılık değerlendirmeleri yapılmış, tüm kayıtlar ana analizde korunmuştur. İki yönlü $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

2.6. Araştırmanın Etik Yönü

Araştırma için Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan etik onay alınmıştır (Karar No: GO 2026/3085; 13.05.2026). Bucak Sağlık Yüksekokulu Müdürlüğü'nden 21.07.2026 tarihli ve E-35227048-100-684850 sayılı yazıyla da kurum izni alınmıştır. Araştırma Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun olarak yürütülmüştür. Katılımcılar, çevrim içi anketi yanıtlamadan önce araştırmanın amacı, katılımın gönüllülüğe dayandığı ve verilerin gizliliği hakkında bilgilendirilmiş; bilgilendirilmiş gönüllü onamları elektronik ortamda alınmıştır. Katılımcıların kimliğini

doğrudan belirleyebilecek bilgiler toplanmamıştır; verilerin gizliliği korunmuş ve elde edilen bilgiler yalnızca bilimsel araştırma amacıyla kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Öğrencilerin Özellikleri ve Klinik Deneyimleri

Araştırmaya, birinci ve dördüncü sınıflardan 71'er olmak üzere 142 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerin yaş ortalaması 20,80±2,61 yıl (18–37) olup %78,9'u bölümü isteyerek seçmiştir. Doğuma tanıklık oranı birinci sınıflarda %2,8, dördüncü sınıflarda ise %88,7'dir. Vajinal doğum yaptıran 51 öğrenci ile obstetrik kötü muameleye tanıklık bildiren 40 öğrencinin tamamı dördüncü sınıftadır (Tablo 1).

Tablo 1. Öğrencilerin tanıtıcı özellikleri ve klinik deneyimleri

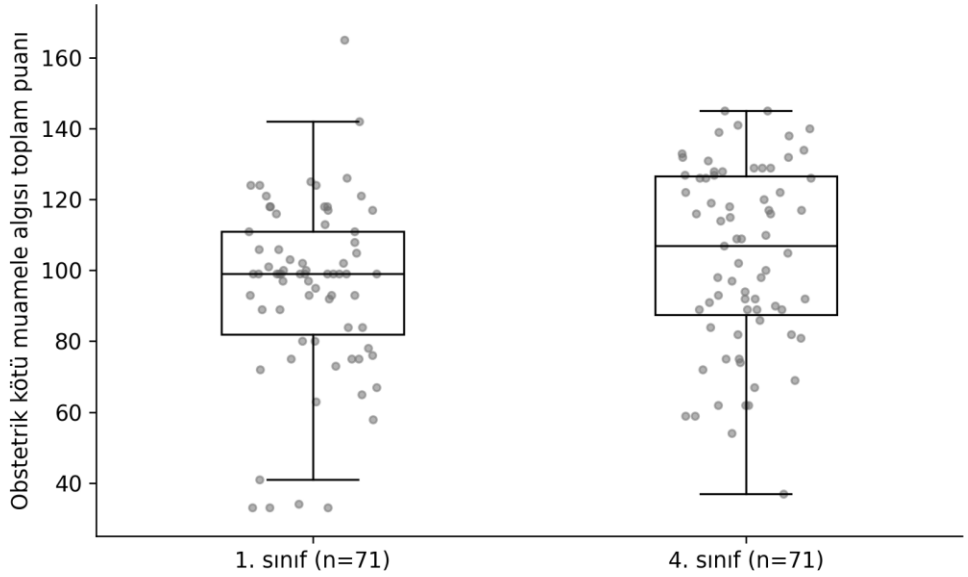
Özellik	1. sınıf (n=71)	4. sınıf (n=71)	Toplam (n=142)
Yaş, ortalama ± SS	19,10 ± 1,67	22,49 ± 2,25	20,80 ± 2,61
Bekâr	70 (98,6)	70 (98,6)	140 (98,6)
En uzun yaşanan yer — Büyükşehir	16 (22,5)	20 (28,2)	36 (25,4)
En uzun yaşanan yer — Şehir/il	16 (22,5)	18 (25,4)	34 (23,9)
En uzun yaşanan yer — İlçe	25 (35,2)	22 (31,0)	47 (33,1)
En uzun yaşanan yer — Köy/Kasaba	14 (19,7)	11 (15,5)	25 (17,6)
Gelir düzeyi — İyi	11 (15,5)	10 (14,1)	21 (14,8)
Gelir düzeyi — Orta	51 (71,8)	55 (77,5)	106 (74,6)
Gelir düzeyi — Kötü	9 (12,7)	6 (8,5)	15 (10,6)
Türk vatandaşı	70 (98,6)	68 (95,8)	138 (97,2)
Bölümü isteyerek seçen	54 (76,1)	58 (81,7)	112 (78,9)
Gebelik öyküsü olan	0 (0,0)	2 (2,8)	2 (1,4)
Doğum öyküsü olan	0 (0,0)	2 (2,8)	2 (1,4)
Staj alanı — Doğumhane	2 (2,8)	27 (38,0)	29 (20,4)
Staj alanı — Diğer kadın-doğum birimleri	13 (18,3)	36 (50,7)	49 (34,5)
Staj alanı — Kadın-doğum dışı birimler	56 (78,9)	8 (11,3)	64 (45,1)
Doğuma tanıklık	2 (2,8)	63 (88,7)	65 (45,8)
Vajinal doğum yaptırma	0 (0,0)	51 (71,8)	51 (35,9)
Gelecekte vajinal doğum tercih eden	56 (78,9)	63 (88,7)	119 (83,8)
OKM kavramını duyma	10 (14,1)	59 (83,1)	69 (48,6)
Klinikte OKM'ye tanıklık	0 (0,0)	40 (56,3)	40 (28,2)

Not: Yaş dışındaki değerler n (%) olarak verilmiştir; yüzdeler sütun toplamlarına göre hesaplanmıştır. İkili değişkenlerde yalnızca belirtilen kategori gösterilmiştir; tamamlayıcı kategori sütun toplamından hesaplanabilir. SS: standart sapma; OKM: obstetrik kötü muamele.

Vajinal doğum yaptıranların 43'ü (%84,3) ebe, 7'si (%13,7) asistan hekim ve 1'i (%2,0) uzman hekim gözetiminde doğum yapmıştır. OKM kavramını duyan 69 öğrencinin bilgi kaynağı 48'inde (%69,6) okul dersleri, 13'ünde (%18,8) eğitim/seminer/kongre ve 8'inde (%11,6) staj yapılan birimlerdir.

3.2. Klinik Deneyim Göstergeleri ile Algı Puanları Arasındaki İlişkiler

Toplam algı puanı 99,42±25,77, ortanca 99,0 (84,0–118,0) ve puan aralığı 33–165'tir. Dördüncü sınıfların puanı daha yüksek olmakla birlikte, sınıflar arasındaki fark anlamlı değildir (ortalama fark 8,42; %95 GA −0,04–16,89; p=0,051; Hedges g=0,33). Mann–Whitney U testi de anlamlı bir fark göstermemiştir (U=2972,5; p=0,065). Sınıflara göre puan dağılımları Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Sınıflara Göre Toplam Algı Puanlarının Dağılımı

Not: Noktalar bireysel puanları, kutular birinci–üçüncü çeyreklikleri, kutu içindeki çizgiler ise ortancayı gösterir. Bıyıklar, çeyreklikler arası aralığın 1,5 katı sınırları içinde yer alan uç gözlemlere uzanır.

Vajinal doğum yaptırma ve doğuma tanıklık için ham karşılaştırmalar anlamlı olsa da Holm düzeltmesi sonrasında anlamlılık korunmamıştır (sırasıyla p=0,097 ve p=0,312). Diğer klinik deneyim ve farkındalık göstergelerinde de düzeltilmiş anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tablo 2). Yerleşim yeri, gelir, bölüm tercihi ve gelecekteki doğum tercihi için düzeltilmiş p değerlerinin tümü 1,000'dir. Yaş ile toplam puan arasında ilişki saptanmamıştır (Spearman ρ=0,039; ham p=0,648; Holm p=1,000).

Tablo 2. Sınıf ve klinik deneyim göstergelerine göre toplam algı puanları

Özellik	n	Ortalama ± SS	Ham p	Holm p
Sınıf — 1. sınıf	71	95,21 ± 25,09	0,051	—
Sınıf — 4. sınıf	71	103,63 ± 25,93		
Staj alanı — Doğumhane	29	104,10 ± 26,18	0,055	0,411
Staj alanı — Diğer kadın-doğum birimleri	49	104,67 ± 26,32		
Staj alanı — Kadın-doğum dışı birimler	64	93,28 ± 24,17		
Doğuma tanıklık — Evet	65	104,40 ± 26,04	0,035	0,312
Doğuma tanıklık — Hayır	77	95,22 ± 24,94		
Vajinal doğum yaptırma — Evet	51	106,94 ± 25,70	0,010	0,097
Vajinal doğum yaptırma — Hayır	91	95,21 ± 24,97		
OKM kavramını duyma — Evet	69	103,75 ± 25,81	0,051	0,411
OKM kavramını duyma — Hayır	73	95,33 ± 25,23		
Klinikte OKM'ye tanıklık — Evet	40	102,17 ± 24,21	0,411	1,000
Klinikte OKM'ye tanıklık — Hayır	102	98,34 ± 26,39		

Staj alanı için Kruskal–Wallis, diğer karşılaştırmalar için ise Welch t testi kullanılmıştır. Sınıf karşılaştırması birincil analizdir (t=1,967; sd=139,85); Holm düzeltmesine alınmamıştır. Holm düzeltmesi, beş klinik/farkındalık göstergesi ile yerleşim yeri, gelir, bölüm tercihi, doğum tercihi ve yaşa ilişkin toplam 10 ikincil teste uygulanmıştır. GA: güven aralığı; SS: standart sapma; OKM: obstetrik kötü muamele.

Madde düzeyinde en yüksek ortalama, mahremiyetin korunmamasına (3,56±1,65); en düşük ortalama ise intravenöz damar yolu açılmasına (2,07±1,33) aittir. Otuz üç madde karşılaştırmasında yalnızca rutin epizyotomi maddesi Holm düzeltmesi sonrasında anlamlı kalmıştır; ortalama birinci sınıflarda 2,73±1,13, dördüncü sınıflarda 3,48±1,53'tür (ham p<0,001; Holm p=0,032). Diğer 32 maddede düzeltilmiş anlamlı bir fark bulunmamıştır.

3.3. Çok Değişkenli Analiz ve Duyarlılık Sonuçları

Yaş, bölüm tercihi ve gelir düzeyi hesaba katıldığında, sınıf düzeyi ile toplam algı puanı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (B=7,59; %95 GA −7,77–22,94; p=0,330). Modeldeki diğer değişkenler de anlamlı değildir. Model, toplam puan değişkenliğinin %5,0'ını açıklamaktadır (Tablo 3).

Tablo 3. Toplam Algı Puanına İlişkin Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon

Değişken	B	Sağlam SH	%95 GA	p
4. sınıf (referans: 1. sınıf)	7,59	7,76	-7,77–22,94	0,330
Yaş (bir yıl artış)	0,10	2,13	-4,11–4,30	0,964
Bölümü isteyerek seçme (referans: istemeyerek)	7,26	5,54	-3,69–18,22	0,192
Orta gelir (referans: iyi)	-6,51	7,26	-20,87–7,85	0,372
Kötü gelir (referans: iyi)	-11,10	13,36	-37,52–15,33	0,408

Not: n=142; R^2=0,050; düzeltilmiş R^2=0,015; VIF=1,02–1,90. HC3 sağlam standart hataları kullanılmıştır. B: standardize edilmemiş katsayı; SH: standart hata; GA: güven aralığı. Sabit terim B=93,94; p=0,029.

Tüm maddelere aynı yanıtı veren 14 kayıt dışlandığında, sınıflar arasındaki fark yine anlamlı değildir (n=128; fark 7,04; %95 GA −1,37–15,44; p=0,100). Regresyonda Cook uzaklığı en yüksek gözlem çıkarıldığında da sınıf düzeyiyle anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (B=12,93; %95 GA −7,52–33,37; p=0,213). Tüm kayıtlar ana analizde korunmuştur.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma

Bu çalışmada birinci ve dördüncü sınıf ebelik öğrencilerinin klinik deneyimleri belirgin biçimde farklılaşmıştır. Doğuma tanıklık dördüncü sınıflarda daha yaygınken, vajinal doğum yaptıran ve obstetrik kötü muameleye tanıklık bildiren öğrencilerin tamamı bu sınıfta yer almaktadır. Öğrencilerin yaklaşık yarısı obstetrik kötü muamele kavramını daha önce duyduğunu belirtmiş; bilgi kaynağı olarak en sık okul dersleri bildirilmiştir. Erbil ve arkadaşlarının (2025) hemşirelik öğrencileriyle yürüttüğü araştırmada kavramı duyma ve kötü muameleye tanıklık oranları sırasıyla %38,1 ve %18,1'dir. Çalışmamızdaki oranların daha yüksek olması, ebelik öğrencilerinin doğum bakımına ilişkin eğitim ve uygulama olanaklarıyla bağlantılı olabilir; ancak bu açıklama doğrudan sınanmamıştır. Küçük ve arkadaşlarının (2025) bazı uygulamaların öğrenciler tarafından kötü muamele olarak tanınmadığını gösteren bulguları ile Unutkan ve Elem'in (2024) öğrenci anlatıları, kavramı duymanın klinikteki farklı görünümlerini tanımakla aynı anlama gelmediğini düşündürmektedir.

Öğrencilerin toplam algı puanı ortalaması 99,42±25,77 olup madde başına ortalama 3,01'e karşılık gelmektedir. Bu değer, İspanya'daki iki öğrenci araştırmasında bildirilen 3,83'lük ortalamalardan daha düşüktür (Biurrun-Garrido ve ark., 2023; Mena-Tudela ve ark., 2022). Bununla birlikte, örneklemlerin yapısı, önceki eğitimler ve kültürel bağlam dikkate alınmadan bu farklılık daha düşük farkındalık olarak yorumlanamaz. Küçük ve arkadaşlarının (2025) kullandığı 44 maddelik formun toplam puanı, bu çalışmadaki 33 maddelik toplam puanla doğrudan karşılaştırılabilir değildir. Saygılı bakımın tanımlanması ve ölçülmesindeki çeşitlilik, çalışmaların sonuçlarını kullanılan aracın kapsamıyla birlikte değerlendirmeyi gerektirmektedir (Cantor ve ark., 2024). Ayrıca doğrulanmış bir kesme noktası bulunmadığından, mevcut puanlara dayanarak öğrencilerin algısını düşük, orta veya yüksek olarak sınıflandırmak uygun değildir.

Dördüncü sınıfların toplam algı puanı birinci sınıflardan yüksek olmakla birlikte, sınıflar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Grafikte puan dağılımlarının geniş ölçüde örtüşmesi, her iki sınıfta da farklı değerlendirmelerin bulunduğunu göstermektedir. Ortalama farkın 8,42 puan olması ve güven aralığının

sıfırı içermesi, grupların eşdeğer olduğunu veya klinik deneyimle algı arasında bir ilişki bulunmadığını kesin olarak göstermemektedir. Sınıf düzeyi ve ön bilgiyle algı arasında ilişkiler bildiren çalışmalarla karşılaştırıldığında, eğitim ortamları ve öğrenci özelliklerindeki farklılıklar göz önünde bulundurulmalıdır (Biurrun-Garrido ve ark., 2023; Mena-Tudela ve ark., 2022). Nepal ve Ürdün araştırmasında klinik uygulama süresinin saygılı bakım algısıyla ilişkili bulunması da bu açıdan önemlidir (Dhakal, Mohammad ve ark., 2022). Ancak çalışmamızda süre doğrudan ölçülmediğinden, sınıf karşılaştırması bu araştırmadaki süreye ilişkin bulguyla aynı kapsamda değerlendirilemez.

Klinik deneyim göstergelerine ilişkin analizlerde, vajinal doğum yaptıran ve doğuma tanıklık eden öğrencilerin toplam puanları daha yüksek bulunmuştur; ancak ham karşılaştırmalardaki anlamlılık Holm düzeltmesinden sonra korunmamıştır. Staj alanı kavramı daha önce duyma ve kötü muameleye tanıklık bakımından da düzeltilmiş anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Bu sonuçlar, yalnızca ham p değerlerine dayanılarak klinik deneyimle algı arasında güçlü bir ilişki bulunduğu sonucuna varılmaması gerektiğini göstermektedir. Klinik uygulama süresiyle algı arasında ilişki bildiren Dhakal, Mohammad ve arkadaşlarının (2022) çalışması ile ebelerin değerlendirmelerini inceleyen Martínez-Galiano ve arkadaşlarının (2023) araştırması, deneyimin farklı yönlerinin ayrı ayrı ele alınmasının önemini ortaya koymaktadır. Javornická ve arkadaşlarının (2025) öğrenci anlatılarında belirlediği iletişim ve ekip ilişkilerine yönelik sorunlar, klinikte bulunmanın yanı sıra öğrenme ortamının niteliğinin değerlendirilmesini de desteklemektedir.

Madde düzeyinde mahremiyetin korunmaması en yüksek, intravenöz damar yolu açılması ise en düşük ortalamayı almıştır. Bu dağılım, öğrencilerin açık bir hak ihlali ile klinik bir girişimi farklı değerlendirdiğini düşündürmekle birlikte, girişimlerin gerekliliği ve uygulanma koşulları bu verilerden anlaşılamamaktadır. Otuz üç madde arasında yalnızca rutin epizyotomiye ilişkin sınıf farkı Holm düzeltmesi sonrasında anlamlı kalmıştır. Dördüncü sınıfların bu maddeye daha yüksek puan vermesi, rutin epizyotominin değerlendirilmesinin öğrenim aşamasına göre farklılaşabildiğine işaret etmektedir; ancak bu farklılığın belirli bir ders veya klinik deneyimle bağlantısı gösterilmemiştir. Rutin uygulamalarla açık hak ihlallerinin farklı puanlandığını bildiren Mena-Tudela ve arkadaşlarının (2022), öğrencilerin daha örtük sorunları tanımakta zorlanabildiğini belirten Unutkan ve Elem'in (2024) ve ebelerin değerlendirmelerindeki farklılıkları gösteren Martínez-Galiano ve arkadaşlarının (2023) bulguları, toplam puanın yanında madde düzeyindeki örüntülerin de incelenmesini desteklemektedir.

Yaş, bölüm tercihi ve gelir düzeyi hesaba katıldığında da sınıf düzeyi ile toplam algı puanı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Modelin puan değişkenliğinin yalnızca %5,0'ını açıklaması, incelenen değişkenlerin algı farklılıklarını açıklama gücünün sınırlı olduğunu göstermektedir. Vajinal doğum yaptıranların tamamının

dördüncü sınıfta olması, öğrenim aşamasıyla klinik deneyimin bağımsız ilişkilerini ayırt etmeyi güçleştirmektedir. Tekdüze yanıtlar dışlandığında ve regresyondaki en etkili gözlem çıkarıldığında anlamlılık açısından aynı sonucun elde edilmesi, bulgunun bu kayıtlara bağlı olmadığını desteklemektedir. Bununla birlikte, duyarlılık analizleri ölçülmeyen değişkenlere ilişkin belirsizliği ortadan kaldırmaz. Klinik uygulama süresi, rehberliği ve ekip ilişkilerini ele alan çalışmalar, ileride incelenebilecek değişkenlere ilişkin yol göstermektedir (Dhakal, Mohammad ve ark., 2022; Javornická ve ark., 2025).

Ölçüm özellikleri de bulguların yorumlanmasında dikkate alınmalıdır. Bu örneklemde yüksek iç tutarlılık elde edilmesi, ölçeğin öğrenci gruplarında aynı yapıyı ölçtüğünü tek başına kanıtlamaz. PercOV-S'nin Türkçe uyarlaması kadın hastalıkları ve doğum asistanlarında gerçekleştirilmiş, mevcut araştırmada ise sınıflar arasında ölçüm değişmezliği sınanmamıştır (Yeniocak ve ark., 2024). Dhakal, Gamble ve arkadaşlarının (2022) geliştirdiği araç, saygılı bakım, güvenlik ve konfor ile destekleyici bakımı ayrı boyutlarda değerlendirmektedir. Bu aracın puanları, obstetrik kötü muamele algısını değerlendiren PercOV-S puanlarıyla birbirinin yerine kullanılamaz. Cantor ve arkadaşlarının (2024) vurguladığı ölçüm çeşitliliği, araştırmalar arasındaki sayısal farklılıkların dikkatle yorumlanmasını da gerektirmektedir.

Eğitim açısından bu bulgular, klinik uygulamalara katılımın yanında öğrencilerin gözlemlerini nasıl değerlendirdiklerinin de izlenmesini düşündürmektedir. Gökçek'in (2026) pilot çalışmasında eğitim sonrasında bazı alanlarda farkındalık artarken toplam puandaki artış anlamlı bulunmamıştır. Buna karşılık, Dhakal, Creedy ve arkadaşlarının (2022b) kontrollü yarı deneysel araştırmasında çevrim içi eğitim alan öğrencilerin saygılı bakım algıları artmış; Dağlı ve arkadaşlarının (2025) randomize kontrollü çalışmasında ise Jigsaw yöntemiyle eğitim alan öğrencilerin bilgi ve uygulama ölçeği puanlarının daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu çalışmalar, eğitim içeriği ve yönteminin önemine işaret etmektedir. Yalley ve arkadaşlarının (2024) derlemesi doğrultusunda iletişim, mahremiyet ve onam somut bakım durumları üzerinden tartışılan etkinlikler değerlendirilebilir; ancak mevcut araştırma bu etkinliklerin yararını doğrudan sınamamıştır.

Eğitimin klinik uygulamaya yansıması için süreklilik, geri bildirim ve kurumsal destek de gereklidir. Dhakal, Creedy ve arkadaşları (2022a) sürekli eğitim ve geçerli araçlarla izlemeyi vurgularken, Yargawa ve arkadaşları (2025) eğitim sonrası geri bildirimin uygulamayı değiştirmek amacıyla kullanılmasındaki eksikliklere dikkat çekmiştir. Kasaye ve arkadaşlarının (2023) ve Mira-Catalá ve arkadaşlarının (2024) derlemeleri, personel eğitiminin kurum koşulları ve kadınlardan alınan geri bildirimle birlikte ele alınmasını desteklemektedir. Habib ve arkadaşlarının (2023) adölesanlara özgü müdahale kanıtlarının sınırlılığına ilişkin bulguları ise farklı bakım gereksinimlerinin eğitimde görünür kılınması gerektiğini düşündürmektedir. Bu çerçevede öğrencilerin

uygulamaları tanımlamalarının yanı sıra gerekçelerini sorgulayabilecekleri, gözlemlerini güvenle paylaşabilecekleri ve kadınların farklı gereksinimlerini tartışabilecekleri öğrenme ortamları önem taşımaktadır.

4.2. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın tek merkezde ve gönüllü katılımla yürütülmesi, bulguların genellenebilirliğini sınırlandırmaktadır. Evrenin %91,0'ına ulaşılmış olmakla birlikte, katılmayan öğrencilerin özellikleri bilinmediğinden katılmama yanlılığı dışlanamaz. Kesitsel tasarım, klinik deneyim ile obstetrik kötü muamele algısı arasındaki ilişkinin zamansal yönünün ve nedenselliğinin belirlenmesine olanak vermemektedir. Sınıf düzeyi ile klinik deneyim göstergelerinin büyük ölçüde örtüşmesi, bunların algıyla bağımsız ilişkilerinin değerlendirilmesini güçleştirmektedir. Ayrıca staj süresi, gerçekleştirilen doğum sayısı ve alınan eğitimin kapsamı ölçülmemiştir. Özbildirime dayalı veriler hatırlama ve sosyal beğenirlik yanlılığına açıktır. Kötü muameleye tanıklık bildirimi, olayla karşılaşma olasılığının yanı sıra olayı tanıma becerisini de yansıttığından doğrudan olay sıklığı olarak yorumlanamaz.

Ölçeğin Türkçe uyarlamasının kadın hastalıkları ve doğum asistanlarında gerçekleştirilmiş olması ve bu çalışmada sınıflar arasında ölçüm değişmezliğinin sınanmaması, puan karşılaştırmalarının yorumunda dikkate alınmalıdır. Tekdüze yanıtlar ve etkili gözleme ilişkin duyarlılık analizleri ana bulgularla uyumlu olmakla birlikte, olası ölçüm ve yanıtlama sorunlarını tamamen dışlamamaktadır. Çoklu karşılaştırmalar için düzeltme uygulanmış olsa da madde düzeyindeki sonuçlar keşfedici olarak değerlendirilmelidir. Anlamlı olmayan sonuçlar, grupların eşdeğer olduğunu veya ilişkinin bulunmadığını kesin olarak göstermemektedir.

4.3. Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, birinci ve dördüncü sınıf ebelik öğrencilerinin klinik deneyimleri farklılaşmasına rağmen obstetrik kötü muamele algısı toplam puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır. Yaş, bölüm tercihi ve gelir düzeyi hesaba katıldığında da sınıf düzeyi ile toplam puan arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır. Klinik deneyim göstergelerine ilişkin ikincil karşılaştırmaların hiçbiri Holm düzeltmesi sonrasında anlamlı değildir. Madde düzeyinde yalnızca rutin epizyotomiye ilişkin puanlar dördüncü sınıflarda anlamlı olarak daha yüksektir. Bu bulgular, incelenen klinik deneyim göstergeleri ile genel algı puanı arasında anlamlı bir ilişki ortaya koymazken, belirli uygulamaların değerlendirilmesinin öğrenim aşamasına göre farklılaşabileceğine işaret etmektedir.

Ebelik eğitiminde saygılı doğum bakımı, erken sınıflardan başlayarak klinik uygulamalarla ilişkilendirilerek ele alınmalıdır. Vaka tartışmaları, rol canlandırma ve uygulama sonrası değerlendirme oturumlarında klinik gereklilik, bilgilendirilmiş onam, mahremiyet ve kadınların tercihleri üzerinde durulması önerilmektedir.

Öğrencilerin gözlemlerini güvenle paylaşabildikleri ve uygulamaları gerekçeleriyle tartışabildikleri rehberlik ortamları desteklenmelidir. Gelecek araştırmalarda farklı kurumlardan öğrenciler zaman içinde izlenmeli; klinik deneyimin süresi, yoğunluğu ve niteliği, öğrenci grubunda ölçüm özellikleri incelenmiş araçlarla birlikte değerlendirilmelidir. Eğitim girişimlerinin sonuçları ise karşılaştırma grupları kullanılarak, algı puanlarının yanı sıra gözlenebilir iletişim ve onam becerileri üzerinden incelenmelidir.

KAYNAKLAR

Aşci, Ö., & Bal, M. D. (2023). The prevalence of obstetric violence experienced by women during childbirth care and its associated factors in Türkiye: A cross-sectional study. Midwifery, 124, Article 103766. https://doi.org/10.1016/j.midw.2023.103766

Avcı, N., & Kaydırak, M. M. (2023). A qualitative study of women's experiences with obstetric violence during childbirth in Turkey. Midwifery, 121, Article 103658. https://doi.org/10.1016/j.midw.2023.103658

Biurrun-Garrido, A., Brigidi, S., & Mena-Tudela, D. (2023). Perception of health sciences and feminist medical students about obstetric violence. Enfermería Clínica (English Edition), 33(3), 234–243. https://doi.org/10.1016/j.enfcle.2023.02.007

Cantor, A. G., Jungbauer, R. M., Skelly, A. C., Hart, E. L., Jorda, K., Davis-O'Reilly, C., Caughey, A. B., & Tilden, E. L. (2024). Respectful maternity care: A systematic review. Annals of Internal Medicine, 177(1), 50–64. https://doi.org/10.7326/M23-2676

Dağlı, E., Reyhan, F. A., & Kırca, A. Ş. (2025). Effectiveness of training for student midwives with jigsaw technique on respectful maternity care: A randomized controlled experimental study. Nurse Education in Practice, 85, Article 104381. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2025.104381

Dhakal, P., Creedy, D. K., Gamble, J., Newnham, E., & McInnes, R. (2022a). Educational interventions to promote respectful maternity care: A mixed-methods systematic review. Nurse Education in Practice, 60, Article 103317. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2022.103317

Dhakal, P., Creedy, D. K., Gamble, J., Newnham, E., & McInnes, R. (2022b). Effectiveness of an online education intervention to enhance student perceptions of Respectful Maternity Care: A quasi-experimental study. Nurse Education Today, 114, Article 105405. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2022.105405

Dhakal, P., Gamble, J., Creedy, D. K., & Newnham, E. (2022). Development of a tool to assess students' perceptions of respectful maternity care. Midwifery, 105, Article 103228. https://doi.org/10.1016/j.midw.2021.103228

Dhakal, P., Mohammad, K. I., Creedy, D. K., Gamble, J., Newnham, E., & McInnes, R. (2022). Midwifery and nursing students' perceptions of respectful maternity care and witnessing of disrespect and abuse: A comparative study from Nepal and Jordan. Midwifery, 112, Article 103426. https://doi.org/10.1016/j.midw.2022.103426

Erbil, N., Akın Yamak, Ö., & Boyraz Yanık, H. G. (2025). The relationship between nursing students' perception of obstetric violence, pre-pregnancy fear of childbirth, and moral sensitivity: A cross-sectional study. Depression and Anxiety, 2025, Article 4843962. https://doi.org/10.1155/da/4843962

Gökçek, A. İ. (2026). Evaluating the effectiveness of an obstetric violence awareness education for midwifery students: A quasi-experimental pilot study. Archives of Health Science and Research, 13, 1–6. https://doi.org/10.5152/ArcHealthSciRes.2026.25158

Habib, H. H., Mwaisaka, J., Torpey, K., Maya, E. T., & Ankomah, A. (2023). Are respectful maternity care (RMC) interventions effective in reducing intrapartum mistreatment against adolescents? A systematic review. Frontiers in Global Women's Health, 4, Article 1048441. https://doi.org/10.3389/fgwh.2023.1048441

Hakimi, S., Allahqoli, L., Alizadeh, M., Ozdemir, M., Soori, H., Turfan, E. C., Sogukpinar, N., & Alkatout, I. (2025). Global prevalence and risk factors of obstetric violence: A systematic review and meta-analysis. International Journal of Gynecology & Obstetrics, 169(3), 1012–1024. https://doi.org/10.1002/ijgo.16145

Javornická, D., Folkvord, S. M. E., Jaeken, A., Krčméryová, T., Kisvetrová, H., & Steen, M. (2025). Exploring safety aspects of maternity care through the lens of midwifery students' clinical experiences in Belgium, Czech republic, Estonia, Norway, Slovakia: A qualitative study. BMC Nursing, 24, Article 766. https://doi.org/10.1186/s12912-025-03296-2

Kasaye, H., Sheehy, A., Scarf, V., & Baird, K. (2023). The roles of multi-component interventions in reducing mistreatment of women and enhancing respectful maternity care: A systematic review. BMC Pregnancy and Childbirth, 23, Article 305. https://doi.org/10.1186/s12884-023-05640-3

Küçük, E., Çalık, K. Y., & Çınar, S. (2025). Assessing nursing students' perceptions of obstetric violence: A cross-sectional study. Nurse Education Today, 152, Article 106757. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2025.106757

Martínez-Galiano, J. M., Rodríguez-Almagro, J., Rubio-Álvarez, A., Ortiz-Esquinas, I., Ballesta-Castillejos, A., & Hernández-Martínez, A. (2023). Obstetric violence from a midwife perspective. International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(6), Article 4930. https://doi.org/10.3390/ijerph20064930

Mena-Tudela, D., Cervera-Gasch, Á., Alemany-Anchel, M. J., Andreu-Pejó, L., & González-Chordá, V. M. (2020). Design and validation of the PercOV-S questionnaire for measuring perceived obstetric violence

in nursing, midwifery and medical students. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(21), Article 8022. https://doi.org/10.3390/ijerph17218022

Mena-Tudela, D., Cervera-Gasch, Á., Andreu-Pejó, L., Alemany-Anchel, M. J., Valero-Chillerón, M. J., Peris-Ferrando, E., Mahiques-Llopis, J., & González-Chordá, V. M. (2022). Perception of obstetric violence in a sample of Spanish health sciences students: A cross-sectional study. Nurse Education Today, 110, Article 105266. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2022.105266

Mira-Catalá, P., Hernández-Aguado, I., & Chilet-Rosell, E. (2024). Respectful maternity care interventions to address women mistreatment in childbirth: What has been done? BMC Pregnancy and Childbirth, 24, Article 322. https://doi.org/10.1186/s12884-024-06524-w

Unutkan, A., & Elem, E. (2024). "Normal in all the rush": A phenomenological study analyzing midwifery students' views on obstetric violence. Nurse Education Today, 132, Article 106014. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2023.106014

World Health Organization. (2022). WHO recommendations on maternal and newborn care for a positive postnatal experience. https://www.who.int/publications/i/item/9789240045989

Yalley, A. A., Jarašiūnaitė-Fedosejeva, G., Kömürcü-Akik, B., & de Abreu, L. (2024). Addressing obstetric violence: A scoping review of interventions in healthcare and their impact on maternal care quality. Frontiers in Public Health, 12, Article 1388858. https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1388858

Yargawa, J., Daniele, M., Pickerill, K., Vidler, M., Koech, A., Jah, H., Mwashigadi, G., Mwaniki, M., von Dadelszen, P., Temmerman, M., Filippi, V., Blencowe, H., & PRECISE-DYAD Network. (2025). Content and design of respectful maternity care training packages for health workers in sub-Saharan Africa: Scoping review. International Journal of Gynecology & Obstetrics, 168(3), 857–874. https://doi.org/10.1002/ijgo.15938

Yeniocak, A. S., Tercan, C., Dagdeviren, E., & Yucel, B. (2024). Validation of the Perception of Obstetric Violence in Students Questionnaire into Turkish: Insights from healthcare settings. Actual Gynecology and Obstetrics, 16, 46–52. https://www.actualgyn.com/en/article/2024/295

DENTAL KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDE YAPAY ZEKÂ İLE METAL ARTEFAKT AZALTMA: GÜNCEL DERLEMELER VE PLANLANAN SİSTEMATİK DERLEME İÇİN YÖNTEMSEL ÇERÇEVE

Arş. Gör. Mert Can KITOĞLU[1]

[1]Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Gaziantep, Türkiye, m.kitoglu@gmail.com, ORCID: 0009-0006-8383-9179

Özet

Amaç: Dental restorasyonlar, implantlar ve ortodontik apareylerden kaynaklanan metal artefaktları, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntülerinin tanısal değerini sınırlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, güncel derlemeleri inceleyerek yapay zekâ (YZ) tabanlı metal artefakt azaltma konusunda PubMed, Web of Science ve Scopus'ta yürütülecek bir sistematik derleme için kanıt boşluklarını ve yöntemsel çerçeveyi belirlemektir. **Yöntem:** Ekim 2026'da PubMed ve dergi sayfaları üzerinden, Web of Science'ta indekslenen dergilerde 2026 yılında yayımlanmış ağız içi tarayıcı ve dentomaksillofasiyal radyoloji derlemeleri tarandı. Dental KIBT'de YZ ile metal artefakt azaltmaya ilişkin en güncel sistematik derleme ayrıntılı incelendi; veritabanı bazındaki kayıt sayıları PRISMA akış şemasından çıkarıldı. **Bulgular:** Dokuz güncel derleme belirlendi; bunların beşi YZ odaklıydı. Referans derlemede PubMed (240), Web of Science (305) ve Scopus (459) toplam 1004 kayıt sağlamış ve veritabanı kayıtlarının %95'ini oluşturmuştu. Dahil edilen 10 çalışmada (2019–2025) en sık U-Net, çekişmeli üretici ağlar ve transformer tabanlı mimariler kullanılmış; transformer tabanlı ve fizik bilgili çift alanlı ağlar daha başarılı bulunmuştu. Ancak çalışmaların sekizi simüle veri ya da fantom kullanmış, hiçbiri kodunu veya veri setini paylaşmamış ve sekizinde referans standart alanında yanlılık riski yüksekti. Bir çalışmada ağız içi tarama verisinin KIBT ile birleştirilmesi iki literatür alanını doğrudan bağlamaktaydı. Eski arama tarihi, kontrollü terimlerin kullanılmaması ve kanıt kesinliğinin derecelendirilmemesi yöntemsel eksiklikler olarak saptandı. **Sonuç:** Kayıtların büyük çoğunluğunun PubMed, Web of Science ve Scopus'tan gelmesi, planlanan sistematik derlemenin bu üç veritabanında yürütülmesi için gerekçe sunmaktadır. Derlemenin PROSPERO kaydıyla, PRISMA 2020'ye uygun olarak, MeSH terimlerini içeren eşdeğer arama dizileri, QUADAS-2, GRADE ve güncel bir tarama ile yürütülmesi; klinik veri, açık veri setleri ve ağız içi tarayıcı–KIBT çok modlu yaklaşımlarına odaklanması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, Yapay zekâ, Metal artefakt, Ağız içi tarayıcı, Sistematik derleme

ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED METAL ARTIFACT REDUCTION IN DENTAL CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY: RECENT REVIEWS AND A METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR A PLANNED SYSTEMATIC REVIEW

Abstract

Objective: Metal artifacts caused by dental restorations, implants and orthodontic appliances limit the diagnostic value of cone-beam computed tomography (CBCT). This study aimed to examine recent reviews to identify evidence gaps and a methodological framework for a systematic review on artificial intelligence (AI)-based metal artifact reduction to be conducted in PubMed, Web of Science and Scopus. **Methods:** In October 2026, reviews on intraoral scanners and dentomaxillofacial radiology published in 2026 in Web of Science-indexed journals were screened through PubMed and journal websites. The most recent systematic review on AI-based metal artifact reduction in dental CBCT was analysed in detail, and database-level record counts were extracted from its PRISMA flow diagram. **Results:** Nine recent reviews were identified, five of which focused on AI. In the reference review, PubMed (240), Web of Science (305) and Scopus (459) yielded 1004 records, 95% of all database records. The 10 included studies (2019–2025) mostly used U-Net, generative adversarial network and transformer-based architectures, and transformer-based and physics-informed dual-domain networks performed best. However, eight studies used simulated or phantom data, none shared code or datasets, and eight had a high risk of bias in the reference standard domain. One study complemented CBCT with intraoral scan data, directly linking both bodies of literature. An outdated search, no controlled vocabulary and no certainty-of-evidence grading were identified as methodological limitations. **Conclusion:** As most records originated from PubMed, Web of Science and Scopus, the planned systematic review will be conducted in these three databases. It should be registered in PROSPERO, follow PRISMA 2020, use equivalent search strings including MeSH terms, apply QUADAS-2 and GRADE with an updated search, and focus on clinical data, open datasets and multimodal intraoral scanner–CBCT approaches.

Keywords: Cone-beam computed tomography, Artificial intelligence, Metal artifact, Intraoral scanner, Systematic review

OKUL ÖNCESİ DÖNEM (4-6 YAŞ) ÇOCUKLARININ MENÜLERİNİN PLANLANMASINDA GÜNCEL YAPAY ZEKA UYGULAMALARININ ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Seda OĞUR[1], Dyt. Merve BEYAZKUŞ[2]

[1]Bitlis Eren Üniv. Sağlık Bil. Fak. Beslenme ve Diyetetik Böl., sdogur@beu.edu.tr, ORCID:0000-0002-2041-0790

[2]Bitlis Eren Üniv. Sağlık Bil. Fak. Beslenme ve Diyetetik Böl., mrvbyzkus@gmail.com, ORCID: 0009-0003-4171-2848

Özet

Son yıllarda yapay zeka uygulamaları menü planlama ve beslenme alanında destekleyici araçlar olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu araştırma projesinde farklı yapay zeka platformları tarafından oluşturulan menülerin enerji ve besin ögeleri değerleri ile diyet kalitelerinin karşılaştırılarak yapay zeka uygulamalarının menü planlamadaki etkinliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Oluşturulan standart prompt kullanılarak Ekim 2025–Ocak 2026 döneminde ChatGPT (OpenAI), Gemini (Google; Gemini 2.5 Pro) ve Microsoft Copilot uygulamalarının kış mevsimine uygun, iki haftalık (10 gün) kahvaltı, öğle yemeği ve ikindi ara öğününü içeren 3 kap set-seçimsiz menü hazırlaması istenmiştir. Menülerin enerji, makro ve mikro besin ögesi değerleri BeBİS 9.0 ile değerlendirilmiştir. Menülerin diyet kalitesi Sağlıklı Yeme İndeksi (HEI) ve Diyet Kalite İndeksi (DQI) kullanılarak saptanmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi IBM SPSS 25.0 programı kullanılarak değişken türüne, normallik ve homojenlik dağılımına uygun analiz yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Enerji, yağ, karbonhidrat, protein ve lif karşılama oranları açısından menü grupları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,001$). ChatGPT menülerinde enerji, karbonhidrat, protein, yağ ve lif karşılama oranları sırasıyla %73,46, %90,19, %198,47, %79,78 ve %114,36 olarak belirlenmiş ve genel olarak diğer menülerden daha yüksek bulunmuştur. Mikro besin ögeleri açısından ChatGPT menüleri özellikle C vitamini (%283,44), folat (%177,76), kalsiyum (%96,06), demir (%125,20) ve çinko (%136,52) bakımından daha yüksek değerler gösterirken A ve D vitamini karşılama oranlarının ise genel olarak düşük olduğu belirlenmiştir. HEI ortalama skorları mevcut kreş menüsü, Gemini, Copilot ve ChatGPT menülerinde sırasıyla 65,34±8,81, 74,20±11,02, 78,76±7,26 ve 80,82±6,85 olarak bulunmuştur. ChatGPT menüsü HEI skoruna göre "iyi" olarak değerlendirilirken, diğer menüler ise "geliştirilmeli" şeklinde sınıflandırılmıştır. DQI sonuçlarına göre menülerin çeşitlilik, yeterlilik, sınırlama ve genel denge açısından geliştirilmesi gereken yönlerinin olduğu saptanmıştır. Kreş yöneticisi tarafından hazırlanan mevcut menünün HEI puanının en düşük grupta yer alması, kurum menülerinin uzman diyetisyenlerce hazırlanması gerektiğini göstermiştir. Yapay zeka uygulamalarının okul öncesi dönem çocuklarına yönelik menü taslağı oluşturma sürecinde destekleyici ve zaman kazandırıcı

araçlar olarak kullanılabileceği, ancak çocuk beslenmesini, toplu beslenme ilkelerini, porsiyon standartlarını ve kurum koşullarını bilen, analitik düşünme becerisine sahip bir diyetisyenin yerini alamayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Finansal Destek ve Teşekkür: Bu araştırmayı (Proje No: 1919B012426923) Tübitak 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında destekleyen Tübitak-BİDEB'e teşekkür ederiz.

Anahtar kelimeler: Okul öncesi dönem, yapay zeka, beslenme, menü planlama.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF CURRENT ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN MENU PLANNING FOR PRESCHOOL-AGE CHILDREN (4–6 YEARS)

Abstract

In recent years, artificial intelligence (AI) applications have begun to be used as supportive tools in the fields of menu planning and nutrition. This research project aimed to evaluate the effectiveness of artificial intelligence applications in menu planning by comparing the energy and nutrient values, as well as the dietary quality, of menus generated by different artificial intelligence platforms. Using a standardized prompt, ChatGPT (OpenAI), Gemini (Google; Gemini 2.5 Pro), and Microsoft Copilot were tasked with creating during the period of October 2025 to January 2026 a fixed (non-selective) 3-plate menu suitable for the winter season, comprising breakfast, lunch, and an afternoon snack. The energy, macronutrient, and micronutrient values of the menus were assessed using BeBİS 9.0. Diet quality was determined using the Healthy Eating Index (HEI) and the Diet Quality Index (DQI). Statistical analysis of the data was performed using IBM SPSS 25.0, employing methods appropriate for the variable type and the distribution of normality and homogeneity. Significant differences were observed among the menu groups regarding the fulfillment rates for energy, fat, carbohydrate, protein, and fiber ($p<0.001$). In the ChatGPT-generated menus, the fulfillment rates for energy, carbohydrate, protein, fat, and fiber were determined to be 73.46%, 90.19%, 198.47%, 79.78%, and 114.36%, respectively; these rates were generally found to be higher than those of the other menus. Regarding micronutrients, ChatGPT menus showed higher values particularly for Vitamin C (283.44%), folate (177.76%), calcium (96.06%), iron (125.20%), and zinc (136.52%), whereas the fulfillment rates for Vitamins A and D were generally found to be low. The mean HEI scores for the existing daycare menu, Gemini, Copilot, and ChatGPT menus were found to be 65.34±8.81, 74.20±11.02, 78.76±7.26, and 80.82±6.85, respectively. While the ChatGPT menu was rated as “good” and the other menus were classified as “needs improvement” based on the HEI score. DQI results indicated that the menus required improvements regarding variety, adequacy, moderation, and overall balance. The fact that the HEI score of the existing menu prepared by the daycare manager fell into the lowest category demonstrated the need for institutional menus to be prepared by expert dietitians. It was concluded that while artificial intelligence applications can serve as supportive, time-saving tools in drafting menus for preschool-aged children, they cannot replace a dietitian who possesses analytical thinking skills and knowledge of child nutrition, principles of institutional catering, portion standards, and specific institutional conditions.

Financial Support and Acknowledgements: We thank TÜBİTAK-BİDEB for supporting this research (Project No: 1919B012426923) within the scope of the TÜBİTAK 2209-A Support Program for University Students’ Research Projects.

Keywords: Preschool period, artificial intelligence, nutrition, menu planning.

SÜRDÜRÜLEBİLİR DİYET MODELLERİNE GÖRE PLANLANAN ÖĞLE MENÜLERİNİN KALİTELERİNİN, MALİYETLERİNİN VE EKOLOJİK ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Öğr. Üyesi Seda OĞUR[1], Dyt. Helin ŞENGEL[2], Dyt. Zeliha SÖNMEZSOY[3], Dyt. Nezire GÜNSEL[4]

[1]Bitlis Eren Üniv. Sağlık Bil. Fak. Beslenme ve Diyetetik Böl., sdogur@beu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2041-0790

[2]Bitlis Eren Üniv. Sağlık Bil. Fak. Beslenme ve Diyetetik Böl., helinsengel0@gmail.com, ORCID: 0009-0009-5904-9064

[3]Bitlis Eren Üniv. Sağlık Bil. Fak. Beslenme ve Diyetetik Böl., zelihasonmezsoy@gmail.com, ORCID: 0009-0003-4968-4271

[4]Bitlis Eren Üniv. Sağlık Bil. Fak. Beslenme ve Diyetetik Böl., neziregunsel@gmail.com, ORCID: 0009-0002-7589-5171

Özet

Günümüz gıda sistemi, beslenme kaynaklı kronik hastalık riskinin artmasına ilaveten doğal kaynaklar üzerinde de ağır bir yük oluşturmaktadır. İklim değişikliği, çevresel bozulmalar ve biyoçeşitliliğin azalması ülkeleri daha sürdürülebilir beslenme modellerini benimsenmeye yönlendirmektedir. Bu proje çalışmasında sürdürülebilir diyet modellerine göre planlanan öğle menülerinin kalitelerinin, maliyetlerinin ve ekolojik etkilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ekim 2025–Ocak 2026 döneminde Akdeniz Diyeti, DASH Diyeti ve Vejetaryen Diyeti beslenme modellerine göre kış mevsimine özgü iki haftalık (10 gün), 4 kap set-seçimsiz öğle yemeği menüleri geliştirilmiş ve mevcut üniversite yemekhane menüleriyle karşılaştırılmıştır. Menülerin enerji ve besin ögesi içerikleri BeBiS 9.0 ile analiz edilmiştir. Diyet kalitesi Diyet Kalite İndeksi (DQI) ve Sağlıklı Yeme İndeksi (HEI) kullanılarak ve besleyicilik kalitesi Besin Ögesince Zengin Gıda İndeksi (NRF 9.3) ile belirlenmiştir. Ayrıca menü planlarının maliyetleri ve ekolojik etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla karbon ve su ayak izi değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi IBM SPSS 25.0 programı kullanılarak değişken türüne, normallik ve homojenlik dağılımına uygun analiz yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Ortalama enerji değeri yemekhane menüsünde 917,2±337,1 kcal ile en yüksek, DASH Diyeti menüsünde 737,6±148,4 kcal ile en düşük bulunmuştur. Toplam HEI puanı DASH Diyeti, Akdeniz Diyeti, Vejetaryen Diyeti ve yemekhane menülerinde sırasıyla 56,27, 54,47, 52,57 ve 30,11 olarak tespit edilmiştir. En yüksek NRF puanı DASH Diyeti menüsünde (345,67), ardından Vejetaryen Diyeti (313,76) ve yemekhane menüsünde (212,68) belirlenmiştir. DQI toplam puanı da DASH Diyeti menüsünde en yüksek (59,2) bulunmuştur. Ortalama su ayak izi en yüksek yemekhane menüsünde (1004,99±493,66), en düşük Akdeniz Diyeti menüsünde (826,63±350,20), karbon ayak izi ise en yüksek yemekhane menüsünde

(0,82±0,55), en düşük Vejetaryen Diyeti menüsünde (0,48±0,26) saptanmıştır. Günlük ortalama maliyetin DASH Diyeti menüsünde 44,12±25,28 TL ile en yüksek, yemekhane menüsünde 30,25±9,17 TL ile en düşük olduğu bulunmuştur. Sürdürülebilir diyet menülerinin mevcut yemekhane menüsünden daha yüksek maliyetli olması uygulanabilirlikleri önündeki önemli bir engeldir. Ancak menü planlamalarında sağlıklı beslenme parametreleri ve indeksleri ile su ve karbon ayak izi verilerinin birlikte dikkate alınmasıyla sürdürülebilir beslenmeye ve gelecek nesillere ciddi katkı sağlanacağı unutulmamalıdır.

Finansal Destek ve Teşekkür: Bu araştırmayı (Proje No: 1919B012469427) Tübitak 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında destekleyen Tübitak-BİDEB'e teşekkür ederiz.

Anahtar kelimeler: Sürdürülebilir beslenme, diyet kalitesi, besleyicilik kalitesi, karbon ayak izi, su ayak izi.

COMPARISON OF THE QUALITY, COST, AND ECOLOGICAL IMPACT OF LUNCH MENUS PLANNED ACCORDING TO SUSTAINABLE DIET MODELS

Abstract

In addition to increasing the risk of diet-related chronic diseases, today's food system places a heavy burden on natural resources. Climate change, environmental degradation, and the loss of biodiversity are driving countries to adopt more sustainable dietary patterns. This project aimed to compare the quality, cost, and ecological impact of lunch menus planned according to sustainable dietary models. Two-week (10-day) winter-specific, four-plate, fixed-choice lunch menus were developed based on the Mediterranean, DASH, and Vegetarian dietary models during the period of October 2025 to January 2026 and compared with existing university cafeteria menus. The energy and nutrient content of the menus were analyzed using BeBiS 9.0. Diet quality was determined using the Diet Quality Index (DQI) and the Healthy Eating Index (HEI), and nutritional quality was determined using the Nutrient Rich Foods Index (NRF 9.3). Additionally, carbon and water footprint values were calculated to evaluate the costs and ecological impacts of the menu plans. Statistical analysis of the data was performed using IBM SPSS 25.0, employing methods appropriate for the variable type and the distribution of normality and homogeneity. The mean energy value was found to be highest in the cafeteria menu (917.2 ± 337.1 kcal) and lowest in the DASH diet menu (737.6 ± 148.4 kcal). Total HEI scores were determined to be 56.27, 54.47, 52.57, and 30.11 for the DASH Diet, Mediterranean Diet, Vegetarian Diet, and cafeteria menus, respectively. The highest NRF score was recorded for the DASH Diet menu (345.67), followed by the Vegetarian Diet menu (313.76) and the cafeteria menu (212.68). The total DQI score was also found to be highest for the DASH Diet menu (59.2). The average water footprint was determined to be highest for the cafeteria menu (1004.99 ± 493.66) and lowest for the Mediterranean Diet menu (826.63 ± 350.20); meanwhile, the carbon footprint was highest for the cafeteria menu (0.82 ± 0.55) and lowest for the Vegetarian Diet menu (0.48 ± 0.26). The average daily cost was found to be highest for the DASH Diet menu (44.12 ± 25.28 TL) and lowest for the cafeteria menu (30.25 ± 9.17 TL). The fact that sustainable diet menus are more costly than the existing cafeteria menu represents a significant barrier to their implementation. However, it should not be forgotten that considering healthy nutrition parameters and indices alongside water and carbon footprint data during menu planning will make a significant contribution to sustainable nutrition and future generations.

Financial Support and Acknowledgements: We thank TÜBİTAK-BİDEB for supporting this research (Project No: 1919B012469427) within the scope of the TÜBİTAK 2209-A Support Program for University Students' Research Projects.

Keywords: Sustainable nutrition, diet quality, nutritional quality, carbon footprint, water footprint.

SESSİZ TEHLİKEYE DİJİTAL DOKUNUŞ: HEMODİYALİZDE YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ OSTEOPOROZ TARAMASI VE ÖNGÖRÜCÜ HEMŞİRELİK

Doç. Dr., Sibel ŞENTÜRK[1]/ Yüksek Lisans Öğrencisi, Berna ERKILIÇ[2]

[1]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Sağlık Yüksekokulu, İç Hastalıkları Hemşireliği, sibelsenturk@mehmetakif.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5634-174X

[2]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İç Hastalıkları Hemşireliği, berna_karahan@outlook.com, ORCID: 0009-0001-2862-2720

Özet

Bu derlemenin amacı, hemodiyaliz hastalarında osteoporozun erken belirlenmesinde YZ destekli tarama yaklaşımlarını incelemek ve bu teknolojilerin öngörücü hemşirelik uygulamalarına olası katkılarını tartışmaktır. Bu anlatı derlemesinde ağırlıklı olarak 2022–2026 yılları arasında yayımlanan güncel çalışmalar incelenmiştir. Literatür; "hemodialysis", "chronic kidney disease", "osteoporosis", "bone mineral density", "fracture", "artificial intelligence", "machine learning", "deep learning", "opportunistic screening" ve "nursing" anahtar kavramları çerçevesinde değerlendirilmiştir. Hem kronik böbrek hastalığı/son dönem böbrek hastalığı popülasyonunda geliştirilen YZ modelleri hem de osteoporozun YZ destekli fırsatçı taramasına ilişkin güncel çalışmalar ele alınmıştır. Güncel kanıtlar YZ ve makine öğrenmesi modellerinin osteoporoz riskinin belirlenmesinde umut verici performans gösterdiğini ortaya koymaktadır. Evre 3–5 kronik böbrek hastalığı ve son dönem böbrek hastalığı bulunan 6.614 bireyi kapsayan 2025 tarihli çalışmada dokuz farklı makine öğrenmesi algoritması karşılaştırılmış; yapay sinir ağı modeli, osteoporoz tahmininde doğrulama veri setinde 0,940, test veri setinde ise 0,930 AUC değerine ulaşmıştır. YZ destekli fırsatçı osteoporoz taramasında bilgisayarlı tomografi, direkt grafiler ve diğer rutin görüntülerin kullanılabileceğine ilişkin kanıtlar artmaktadır. Bununla birlikte, çalışmaların önemli bir bölümünün retrospektif ve tek merkezli olması klinik genellenebilirliği sınırlandırmaktadır. YZ destekli tarama sistemleri hemodiyaliz hastalarında osteoporoz tanısının yerini almaktan çok, yüksek riskli bireylerin erken belirlenmesini ve ileri değerlendirmeye yönlendirilmesini destekleyebilecek araçlar olarak değerlendirilmelidir. Hemşirelerin rutin olarak izlediği yaş, vücut ağırlığı, beslenme durumu, düşme öyküsü, laboratuvar değerleri ve tedaviye ilişkin verilerin YZ tabanlı risk modelleriyle bütünleştirilmesi, reaktif bakımdan öngörücü ve koruyucu bakıma geçişe katkı sağlayabilir.

Anahtar kelimeler: Hemodiyaliz, Osteoporoz, Yapay Zekâ, Öngörücü Hemşirelik.

DIGITAL TOUCH TO A SILENT THREAT: ARTIFICIAL INTELLIGENCE-SUPPORTED OSTEOPOROSIS SCREENING AND PREDICTIVE NURSING IN HEMODIALYSIS

Abstract

The aim of this review is to examine AI-supported screening approaches for the early identification of osteoporosis in hemodialysis patients, enrich the literature with predictive nursing and health economics perspectives, and discuss their potential contributions to clinical practice. In this narrative review, current studies published predominantly between 2022 and 2026 were examined. The literature was evaluated within the framework of the key concepts "hemodialysis", "chronic kidney disease", "osteoporosis", "bone mineral density", "fracture", "artificial intelligence", "machine learning", "deep learning", "opportunistic screening", and "nursing". AI models developed in populations with chronic kidney disease/end-stage renal disease, as well as current studies on AI-supported opportunistic screening for osteoporosis, were addressed. Current evidence indicates that AI and machine learning models demonstrate promising performance in identifying osteoporosis risk. A 2025 study involving 6,614 individuals with stage 3–5 chronic kidney disease and end-stage renal disease compared nine machine learning algorithms, and the artificial neural network model achieved AUCs of 0.940 in the validation dataset and 0.930 in the test dataset for predicting osteoporosis. Evidence supporting the use of computed tomography, plain radiographs, and other routine imaging in AI-supported opportunistic osteoporosis screening is increasing. However, the fact that a significant portion of the studies are retrospective and single-center limits their generalizability to clinical practice. AI-supported screening systems should be evaluated as tools to facilitate the early identification and referral of high-risk individuals for further evaluation, rather than as a replacement for the diagnosis of osteoporosis in hemodialysis patients. Integrating data routinely monitored by nurses—such as age, body weight, nutritional status, fall history, laboratory values, and treatment-related information—with AI-based risk models can help transition care from reactive to predictive and preventive.

Keywords: Hemodialysis, Osteoporosis, Artificial Intelligence, Predictive Nursing.

1. GİRİŞ

Kronik Böbrek Hastalığı (KBH), böbrek parankim hasarına bağlı olarak renal fonksiyonların aylar ve yıllar içinde ilerleyici ve geri dönüşsüz kaybıyla seyreden, küresel ölçekte ciddi morbidite ve mortaliteye yol açan majör bir halk sağlığı sorunudur (Chen et al., 2026; Kovács et al., 2025). Hastalık evreledikçe kanda üremik toksinlerin birikimiyle birlikte kardiyovasküler, hematolojik, endokrin ve lokomotor sistemler başta olmak üzere çoklu organ tutulumları meydana gelmektedir (Tariq et al., 2024; Zaimi et al., 2024). İleri evre KBH (Evre 3–5) ve diyaliz tedavisi gerektiren Son Dönem Böbrek Yetmezliği (SDBY) tablosundaki hastalarda en sık karşılaşılan, hasta konforunu ve yaşam süresini doğrudan tehdit eden komplikasyonlardan biri mineral ve kemik metabolizması bozukluklarıdır (Kovács et al., 2025; Tariq et al., 2024).

KDIGO (Kidney Disease: Improving Global Outcomes) rehberlerinde tanımlandığı üzere Kronik Böbrek Hastalığı-Mineral ve Kemik Bozukluğu (KBH-MKB; CKD-MBD), kalsiyum, fosfor, paratiroid hormon (PTH), fibroblast büyüme faktörü-23 (FGF-23) ve D vitamini metabolizmasındaki sistemik sapmaların bir sonucudur. KBH-MKB, yalnızca kemik döngüsü (turnover), mineralizasyonu, hacmi ve lineer büyümesindeki bozuklukları (renal osteodistrofi) kapsamakla kalmayıp, damar ve diğer yumuşak dokulardaki ekstraiskeletal kalsifikasyonlarla da doğrudan ilişkilidir (Zaimi et al., 2024). Hemodiyaliz hastalarında kronik üremi ortamı, düzenli asidoz atakları, sekonder hiperparatiroidizm, kalsitriol (aktif D vitamini) sentezinin durması, kronik mikrobik olmayan inflamasyon, beslenme yetersizlikleri (malnütrisyon-inflamasyon kompleksi), immobilizasyon ve kas kütlesi kaybı (sarkopeni) kemik mikromimarisini hücresel düzeyde harabiyete uğratmaktadır (Chen et al., 2026; Zaimi et al., 2024

Bu patofizyolojik süreçlerin bileşkesi olarak, hemodiyaliz hastalarında sekonder osteoporoz ve patolojik kemik kırılganlığı genel popülasyona kıyasla katbekat daha yüksek oranlarda (%18–32 prevalans) gözlenmektedir (Hsu et al., 2025; Lamy et al., 2025). Renal popülasyonda gelişen kırıklar yalnızca ağrı ve fonksiyon kaybına değil, uzamış hastaneye yatışlara, hemodiyaliz seanslarına ulaşımda aksamalara, ciddi bakıma bağımlılığa ve kırık sonrası ilk bir yıl içinde yüksek mortalite oranlarına da sebep olmaktadır (Lamy et al., 2025; Tariq et al., 2024).

Osteoporozun hemodiyaliz hastaları açısından önemli özelliklerinden biri uzun süre belirgin klinik bulgu vermeden ilerleyebilmesidir. Hastalığın ilk dikkat çekici göstergesi bazı hastalarda düşük travmalı bir kırık olabilmektedir. Bu nedenle, kırık ortaya çıktıktan sonra uygulanan tedavi edici yaklaşımlar yerine, yüksek riskli hastaların kırık gelişmeden önce belirlenmesi önem taşımaktadır. Bununla birlikte, ileri evre KBH'deki kemik hastalığının değerlendirilmesi, genel popülasyona kıyasla daha karmaşıktır. Renal osteodistrofi ile osteoporozun

bir arada bulunabilmesi ve kemik metabolizmasının paratiroid hormon, fosfor, kalsiyum ve D vitamini gibi faktörlerden etkilenmesi, yalnızca tek bir parametre üzerinden değerlendirme yapılmasını güçleştirmektedir (Zaimi et al., 2024).

Geleneksel kemik sağlığı değerlendirmesinde altın standart İki Enerjili X-ışını Absorpsiyometrisi (DXA) ölçümüdür (Mansourzadeh et al., 2025; Zhang et al., 2026). Ancak DXA cihazlarının sınırlı dağılımı, yüksek maliyetler ve semptom vermeyen hemodiyaliz hastalarının rutin taramaya yönlendirilmemesi ciddi tanısal gecikmelere yol açmaktadır (Damasakos et al., 2026; Mansourzadeh et al., 2025; Zhang et al., 2026). Hsu ve arkadaşları (2025), KBH hastalarının büyük bir kısmının rutin pratikte kemik mineral yoğunluğu (KMY) değerlendirmesinden geçmediğini vurgulayarak ön tarama araçlarına olan acil gereksinimi belirtmiştir (Chen et al., 2026; Hsu et al., 2025).

- Damar Kalsifikasyon Yanılsaması: SDBY hastalarında sık görülen abdominal aort ve periferik arter kalsifikasyonları, DXA ölçümlerinde yapay olarak yüksek KMY değerleri (yanlış negatif sonuçlar) oluşturarak osteoporoz tanısının gözden kaçmasına yol açabilmektedir (Damasakos et al., 2026).
- Erişim ve Lojistik Engeller: DXA cihazlarının merkezlerde sınırlı sayıda bulunması, yüksek tetkik maliyetleri ve semptom vermeyen hastaların rutin tarama protokollerine dahil edilmemesi nedeniyle hemodiyaliz hastalarının çok büyük bir kısmı kırık gelişene kadar taranmamaktadır (Damasakos et al., 2026; Mansourzadeh et al., 2025).
- Renal Osteodistrofi Karmaşası: DXA tek başına kemik döngüsünün hızını (yüksek veya düşük döngülü kemik hastalığı) veya trabeküler kemik kalitesini değerlendirmede yetersiz kalmaktadır (Zaimi et al., 2024).

Tam da bu noktada Yapay Zekâ (YZ), Makine Öğrenmesi (ML) ve Derin Öğrenme (DL) algoritmaları modern tıbbın hizmetine girmektedir (Chen et al., 2026; Zhang et al., 2026). Hemodiyaliz üniteleri, hastaların kan biyokimyasının (Ca, P, PTH, ALP, albümin vb.), demografik verilerinin, vital bulgularının ve klinik seyrinin haftalık/aylık periyotlarla düzenli olarak kaydedildiği veri açısından son derece zengin ortamlardır (Hsu et al., 2025; Wang et al., 2025). YZ modelleri, geleneksel istatistiksel yöntemlerin aksine, çok parametreli ve karmaşık klinik veriler arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri işleyebilme kapasitesine sahiptir (Pawłowska et al., 2023; Tu et al., 2024). Aynı zamanda başka tıbbi nedenlerle çekilmiş radyolojik görüntüler (BT, X-Ray) üzerinden "fırsatçı tarama" (opportunistic screening) yapılmasına imkân tanıyarak ek bir maliyet ve radyasyon yükü olmaksızın hastanın kemik sağlığı risk profilini çıkarabilmektedir (Damasakos et al., 2026; Paderno et al., 2024)

Bu alandaki en dikkat çekici güncel kanıtlardan biri Hsu ve arkadaşlarının (2025) çalışmasıdır. Araştırmacılar, evre 3–5 KBH ve son dönem böbrek hastalığı bulunan ve kemik mineral yoğunluğu ölçümü yapılmış 6.614 hastanın verilerini retrospektif olarak incelemiştir. Osteoporoz riskini öngörmek amacıyla lojistik regresyon, XGBoost, LightGBM, CatBoost, destek vektör makinesi, karar ağacı, Random Forest, k-en yakın komşu ve yapay sinir ağı olmak üzere dokuz algoritma değerlendirilmiştir. Yapay sinir ağı modeli, doğrulama veri setinde AUC=0,940 ve bağımsız test veri setinde ise AUC=0,930 ile en yüksek performansı göstermiştir (Hsu et al., 2025).

Çalışmanın hemodiyaliz hemşireliği açısından dikkat çekici yönü, modellerde kullanılan değişkenlerin önemli bir bölümünün rutin klinik bakım sırasında zaten elde edilebilen veriler olmasıdır. Araştırmada yaş, cinsiyet, boy, ağırlık, beden kitle indeksi, kreatinin, albümin, düzeltilmiş kalsiyum, fosfor, alkalen fosfataz, intakt paratiroid hormon, hemoglobin ve glukoz gibi parametreler değerlendirilmiştir (Hsu et al., 2025). Böylece gelecekte ayrı ve karmaşık bir veri toplama sistemi oluşturmadan, rutin hemodiyaliz bakımında zaten üretilen veriler üzerinden osteoporoz riskinin otomatik olarak hesaplanması teorik olarak mümkün olabilir.

Bu doğrultuda, hemodiyaliz hastalarında sessizce ilerleyen osteoporoz ve kırık tehdidinin dijital teknolojiler ve yapay zekâ modelleri aracılığıyla erken dönemde saptanması, bu bilgilerin öngörücü hemşirelik yaklaşımıyla bütüncül klinik bakıma dönüştürülmesi hayati bir önem taşımaktadır (Cant et al., 2026; Mikkonen et al., 2026).

Bu derlemede öngörücü hemşirelik, rutin verileri ve dijital risk tahminlerini kullanarak henüz klinik olarak belirgin hâle gelmemiş riskleri erken fark etmeyi ve koruyucu girişimleri zamanında başlatmayı amaçlayan bir bakım çerçevesi olarak ele alınmaktadır. YZ'nin hemşirelik kararlarını desteklemesine ilişkin güncel sistematik derlemeler, YZ araçlarının karar verme, hasta bakımı ve iş akışını destekleme potansiyeline sahip olduğunu; ancak şeffaflık, algoritmik yanlılık, veri gizliliği ve profesyonel sorumluluk gibi konuların dikkate alınması gerektiğini göstermektedir (Mikkonen et al., 2026).

Bu doğrultuda YZ destekli osteoporoz taramasının amacı, hemşirenin klinik değerlendirmesini ortadan kaldırmak değil; "veri → YZ risk tahmini → hemşirelik değerlendirmesi → ileri değerlendirmeye yönlendirme → koruyucu bakım → izlem" şeklinde çalışan bir sistem oluşturmaktır. Bu derlemenin amacı, hemodiyaliz hastalarında osteoporozun erken belirlenmesinde YZ ve makine öğrenmesi teknolojilerinin mevcut ve potansiyel kullanım alanlarını incelemek, güncel çalışma sonuçlarını değerlendirmek ve YZ destekli osteoporoz taramasının öngörücü hemşirelik yaklaşımıyla nasıl bütünleştirilebileceğini tartışmaktır.

1.1 Hemodiyalizde Osteoporoz: Neden "Sessiz Tehlike"?

Hemodiyaliz hastalarında kemik kırılganlığı tek bir mekanizmanın sonucu olarak gelişmez (Kovács et al., 2025; Zaimi et al., 2024). KBH-MKB kapsamında ortaya çıkan kalsiyum-fosfor dengesizlikleri ve PTH değişikliklerine; senil osteoporoz, vasküler kalsifikasyonlar, malnütrisyon ve üremik toksinlerin doğrudan osteoblast/osteoklast işlevleri üzerindeki olumsuz etkileri eklenmektedir (Chen et al., 2026; Zaimi et al., 2024). Dolayısıyla aynı hastada hem renal osteodistrofiye bağlı kemik kalitesi bozuklukları hem de osteoporotik kemik kaybı bir arada bulunabilir (Zaimi et al., 2024).

Bu klinik karmaşıklık, tanı konulmasını güçleştirmektedir (Lamy et al., 2025; Tariq et al., 2024). Çoğu hastada ilk göze çarpan bulgu, minör bir travma veya düşme sonrası gelişen patolojik kalça ya da vertebra kırığıdır (Chen et al., 2026; Pawłowska et al., 2023). SDBY hastalarında kırık oluştuktan sonraki tedavi süreçleri ve immobilizasyon yüksek mortalite riski taşıdığından, birincil hedef "kırık gelişmeden önce" yüksek riskli bireyleri tespit etmektir (Reginster et al., 2024; Tariq et al., 2024). Rutin laboratuvar ve klinik verilerin sürekli olarak üretildiği hemodiyaliz üniteleri, makine öğrenmesi temelli risk sınıflandırma algoritmaları için son derece zengin bir veri kaynağı oluşturmaktadır (Hsu et al., 2025). Bu noktada klasik tarama yöntemlerinin YZ tarafından tamamlanması önem kazanmaktadır.

1.2 Osteoporoz Taramasında Yapay Zekâ ve Bilişsel Yaklaşımlar

Yapay zeka sistemleri, osteoporoz ve kırık riskini öngörmede genel olarak dört temel yaklaşım üzerinden kurgulanmaktadır (Chen et al., 2026; Zhang et al., 2026):

1.2.1 Klinik ve Biyokimyasal Verilere Dayalı Risk Tahmini

Klinik veritabanlı modeller, hastaların yaşı, cinsiyeti, beden kitle indeksi (BKİ), komorbiditeleri ve rutin biyokimya parametrelerini kullanarak risk skoru hesaplamaktadır (Pawłowska et al., 2023; Ulivieri et al., 2025). Tu ve arkadaşları (2024) 10.000 kronik hastalık kaydında ensemble (Stacker) makine öğrenmesi modelinin yüksek doğrulukla osteoporoz riskini tahmin edebildiğini göstermiştir.

Doğrudan KBH ve SDBY popülasyonuna odaklanan Hsu ve arkadaşları (2025) ise evre 3–5 KBH ve hemodiyaliz hastalarını kapsayan 6.614 kişilik geniş bir grupta 9 farklı ML algoritmasını (XGBoost, LightGBM, CatBoost, SVM, RF, ANN vb.) karşılaştırmıştır. Çalışmada Yapay Sinir Ağı (ANN) modeli, bağımsız test veri setinde **AUC = 0,930** gibi son derece yüksek bir performans göstermiştir (Hsu et al., 2025). Bu çalışmanın en kritik yönü: yaş, ağırlık, albümin, hemoglobin, düzeltilmiş kalsiyum, fosfor, alkalen fosfataz (ALP), intakt PTH (i-PTH) ve glukoz gibi rutin hemodiyaliz takibinde zaten toplanan değişkenleri kullanmış olmasıdır (Hsu et al., 2025).

1.2.2 Görüntüleme Modalitelerine Dayalı "Fırsatçı Tarama" (Opportunistic Screening)

Fırsatçı tarama, başka bir tıbbi endikasyonla (örneğin vasküler erişim kontrolü, abdominal ağrı veya akciğer enfeksiyonu) çekilmiş görüntülerin, hastaya ek radyasyon dozu veya maliyet yüklemeden ikincil olarak kemik sağlığı açısından analiz edilmesidir (Damasakos et al., 2026; Zhang et al., 2026).

- **Bilgisayarlı Tomografi (BT):** Abdomen veya toraks BT verilerinden volümetrik trabeküler KMY tahmini yapan Derin Öğrenme (DL) modelleri, osteoporoz ve osteopeni vakalarını %86–96 doğruluk ve AUC 0,927–0,984 aralığında sınıflandırabilmektedir (Paderno et al., 2024; Zhang et al., 2026). Ghareh Mohammadi ve Sebro (2026) tarafından yapılan meta-analiz, BT tabanlı YZ taramalarının lomber/abdominal bölgede AUC 0,931 ile osteoporozu öngördüğünü doğrulamıştır.
- **Direkt Radyografi (X-Ray) ve Diş Grafileri:** Konvolüsyonel Sinir Ağları (CNN); el-bilek, kalça ve akciğer grafilerinde kortikal kemik kalınlığını değerlendirmektedir (Chen et al., 2026; Zhang et al., 2026). Su ve arkadaşlarının (2024) meta-analizinde, rutin X-ray grafilerinden osteoporozu saptayan DL modellerinin havuzlanmış AUROC değeri 0,88 olarak bulunmuştur. Ayrıca panoramik diş grafilerinde mandibula kortikal indeksini tarayan algoritmalar da yaygınlaşmaktadır (Mansourzadeh et al., 2025).
- **MRG ve Ultrasonografi:** MRG tabanlı YZ sistemleri, iyonizan radyasyon içermeksizin kemik iliği yağ oranını ve mikromimari bozulmayı analiz edebilmektedir (Chen et al., 2026; Zhang et al., 2026). Nicel ultrasonografi (QUS) ile birleştirilen ML modelleri ise birinci basamakta taranabilirliği artırmaktadır (Chen et al., 2026; Mansourzadeh et al., 2025).

1.2.3. Çok Modlu (Multimodal) Veri Entegrasyonu

Son dönemde geliştirilen ileri YZ yaklaşımları, yalnızca tek bir veri tipine odaklanmak yerine hem biyokimyasal kan parametrelerini hem de görüntüleme verilerini eşzamanlı işleyen "çok modlu" (multimodal) melez modeller tasarlamaya yönelmiştir (Chen et al., 2026; Ulivieri et al., 2025). Bu modeller, KBH hastalarındaki renal osteodistrofi ile osteoporozu ayırt etmede tekli modellere kıyasla daha yüksek özgüllük göstermektedir (Chen et al., 2026; Hsu et al., 2025).

1.2.4 Genetik, Moleküler Analizler ve İlaç Keşfi

Yapay zekâ yalnızca tanısal görüntüleme ile sınırlı kalmayıp, osteoporozla ilişkili tek nükleotid polimorfizmlerini (SNP) ve genom çapındaki ilişkilendirme çalışmalarını (GWAS) analiz ederek genetik duyarlılığı hesaplayabilmektedir (Chen et al., 2026). Aynı zamanda osteoblast ve osteoklast aktivitesini düzenleyen potansiyel moleküllerin simülasyonunda ve KBH hastalarında ilaç yanıtlarının öngörülmesinde kullanılmaktadır (Chen et al., 2026; Reginster et al., 2024).

1.3 Veri Toplama, Birlikte Çalışabilirlik ve Dijital Altyapı

YZ destekli osteoporoz tarama sistemlerinin başarılı bir şekilde kurulabilmesi için hemodiyaliz ünitelerindeki veri akış standartları büyük önem taşımaktadır (Cant et al., 2026; Wang et al., 2025). Hemodiyaliz hastalarında üretilen rutin Biyokimya, Diyaliz Seans Kayıtları ve Elektronik Sağlık Kayıtları (ESK); HL7 (Health Level Seven) ve FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) gibi uluslararası veri değişim protokolleri aracılığıyla YZ algoritmalarına aktarılmalıdır (Cant et al., 2026; Tu et al., 2024). Veri standartlaşmasının sağlanması, algoritmanın farklı diyaliz merkezlerinde veya hastanelerde performans kaybı yaşamadan çalışabilmesinin ("Interoperability") temel ön koşuludur (Cant et al., 2026; Wang et al., 2025).

1.4 Klinik İş Akışına Entegrasyon Ve Karar Destek Sistemleri (Cdss)

YZ modelinin ürettiği risk skorları, hekim ve hemşirelerin günlük iş akışını aksatmayacak şekilde Klinik Karar Destek Sistemleri (CDSS) modülleri olarak tasarlanmalıdır (Mikkonen et al., 2026; Wang et al., 2025). Bir diyaliz hastasının laboratuvar sonuçları sisteme girildiğinde veya fırsatçı bir BT çekildiğinde, arka planda çalışan YZ algoritması pasif bir risk uyarısı (alert) oluşturmalıdır (Mikkonen et al., 2026). Sistem, otomasyon yorgunluğuna (alert fatigue) yol açmamak adına yalnızca belirli bir eşik değerin üstündeki yüksek riskli hastalar için uyarı üretmeli ve hemşirelik izlem ekranlarına entegre edilmelidir (Cant et al., 2026; Mikkonen et al., 2026).

2. YÖNTEM

Bu anlatı derlemesinde ağırlıklı olarak 2022–2026 yılları arasında yayımlanan güncel çalışmalar incelenmiştir. Literatür; “hemodialysis”, “chronic kidney disease”, “osteoporosis”, “bone mineral density”, “fracture”, “artificial intelligence”, “machine learning”, “deep learning”, “opportunistic screening” ve “nursing” anahtar kavramları çerçevesinde değerlendirilmiştir. Hem kronik böbrek hastalığı/son dönem böbrek hastalığı popülasyonunda geliştirilen YZ modelleri hem de osteoporozun YZ destekli fırsatçı taramasına ilişkin güncel çalışmalar ele alınmıştır.

3. BULGULAR

Tablo 1. Güncel Çalışmaların Özeti

Çalışma	Popülasyon / veri	YZ yaklaşımı	Temel sonuç	Hemodiyaliz/hemşirelik açısından anlamı
Hsu et al., 2025	Evre 3–5 KBH ve ESKD; n=6.614	LR, XGBoost, LightGBM, CatBoost, SVM, DT, RF, KNN, ANN	ANN en başarılı model; doğrulama AUC=0,940, test AUC=0,930.	Konuya en doğrudan kanıt. Rutin klinik/laboratuvar verileriyle yüksek riskli hastaların belirlenebileceğini gösteriyor.
Tu et al., 2024	10.000 kronik hastalık kaydı; 1.293 osteoporoz	10 ML algoritması; ensemble/Stacker	Stacker model en yüksek performansı gösterdi; yaş, cinsiyet ve kronik hastalıklar önemli belirleyicilerdi.	Elektronik sağlık kayıtlarından otomatik risk sınıflandırmasının mümkün olabileceğini destekliyor.
Paderno et al., 2024	14 BT-YZ çalışmasının kapsam belirleme derlemesi	ML/DL ile fırsatçı BT taraması	KMY tahmininde %86–96 doğruluk; osteoporoz sınıflamasında AUC 0,927–0,984.	Başka amaçla çekilmiş görüntülerin ek tarama fırsatına dönüştürülebileceğini gösteriyor; diyaliz popülasyonunda doğrulama gerekli.
Su et al., 2024	Direkt grafilerden osteoporozu değerlendiren çalışmalar	Derin öğrenme; sistematik derleme/meta-analiz	Havuzlanmış AUROC=0,88; duyarlılık=0,81; özgüllük=0,87.	Rutin grafilerin gelecekte düşük maliyetli fırsatçı taramaya katkı sağlayabileceğini düşündürüyor.
Praveen et al., 2024	BT görüntü biyobelirteçleri; sistematik derleme/meta-analiz	Görüntü analizi / fırsatçı tarama	Mevcut klinik BT'lerden elde edilen kemik biyobelirteçlerinin osteoporotik kırık riskini sınıflandırmada potansiyeli bulundu.	Kırık oluşmadan önce risk sınıflandırmasına yönelik dijital taramayı destekliyor.
Ghareh Mohammadi & Sebro, 2026	31 çalışma	BT + AI; sistematik derleme/meta-analiz	Abdomen/lomber BT ile osteoporoz taramasında havuzlanmış AUC=0,931; kırık	YZ-BT yaklaşımının güçlü potansiyelini gösteriyor ancak HD'ye özgü doğrulama gerekli.

			taramasında AUC=0,863.	
Mikkonen et al., 2026	Hemşirelerin karar vermesinde YZ; sistematik derleme	YZ klinik karar destek sistemleri	YZ araçlarının karar verme ve bakım süreçlerini destekleyebileceği; etik ve uygulama sorunlarının sürdüğü bildirildi.	Osteoporoz risk uyarısının hemşirenin değerlendirmesine entegre edilmesi için klinik temel sağlıyor.
Kovács et al. (2025)	KBH hastalarında kırık öngörü modelleri	Cox Regresyon ve Makine Öğrenmesi	Böbrek yetmezliğinde biyokimyasal değişkenlerin KMY'ye ek katkı sağladığı görüldü.	SDBY popülasyonunda çok parametreli tarama gerekliliğini ortaya koyar.
Damasakos et al. (2026)	Fırsatçı tarama odaklı radyoloji derlemesi	Görüntü İşleme & Derin Öğrenme	BT ve Grafilerde erken osteoporoz tespitinde duyarlılık %85'in üzerinde bulundu.	Hastalara ek radyasyon vermeden ikincil taramanın klinik gücünü doğrular.
Pawłowska et al. (2023)	200+ hasta, 27 klinik parametre	ANN, Lojistik Regresyon, SVM	ANN ve ML yöntemleri geleneksel skorlamalara kıyasla daha yüksek AUC sundu (Pawłowska et al., 2023).	Çok değişkenli klinik risk parametrelerinin doğrusal olmayan ML modelleriyle işlenebileceğini doğrular
Chen et al. (2026)	Tanı, risk ve tedavi odaklı YZ derlemesi	Görüntüleme, Genetik ve Biyokimyasal YZ	Çok modlu veri entegrasyonu ile tanı ve kırık öngörüsünde yüksek başarı (Chen et al., 2026)	Çok boyutlu veri entegrasyonunun bütüncül klinik kararları desteklediğini gösterir (Chen et al., 2026).

Not: Hsu ve arkadaşlarının çalışması KBH evre 3–5 ve ESKD'yi doğrudan içermektedir. Diğer osteoporoz-YZ çalışmalarının önemli bölümü hemodiyalize özgü değildir; bu çalışmalar doğrudan etkinlik kanıtı olarak değil, teknoloji ve yöntem açısından aktarılabilir kanıt olarak değerlendirilmelidir.

3.1. Yapay Zekâdan Öngörücü Hemşirelik Uygulamalarına

YZ algoritmalarının hemodiyaliz ünitelerindeki asıl değeri, yalnızca yüksek AUC veya doğruluk değerleri elde etmesinde değil; üretilen dijital risk verisinin öngörücü hemşirelik bakımına dönüştürülmesinde yatmaktadır (Mikkonen et al., 2026; Wang et al., 2025). Hemodiyaliz hemşireleri, hastalarla haftada en az 3 gün, 4'er saat

boyunca temas kuran; boy/kilo değişimlerini, beslenme durumunu, mobilite kaybını ve laboratuvar parametrelerini boylamsal (longitudinal) olarak izleyen sağlık profesyonelleridir (Mikkonen et al., 2026).

Elektronik Sağlık Kaydı (ESK) sistemine entegre edilen bir YZ modeli; yaş, VKİ, albümin, hemoglobin, Ca, P, ALP ve i-PTH verilerini arka planda işleyerek hastayı "yüksek riskli" olarak etiketleyebilir (Hsu et al., 2025). Bu noktada hemşirenin rolü pasif bir alıcı olmak değil, dijital çıktıyı klinik doğrulamadan geçirmektir (Mikkonen et al., 2026):

Bu modelde öngörücü hemşirelik şu döngü üzerinden açıklanabilir: Rutin veri → YZ risk sınıflandırması → hemşirenin klinik değerlendirmesi → riskin doğrulanması → ileri değerlendirmeye yönlendirme → bireyselleştirilmiş koruyucu girişimler → sürekli izlem → yeni verilerin sisteme geri beslenmesi.

Bu yaklaşım, hemşireyi teknolojinin pasif bir kullanıcısı olmaktan çıkarıp YZ çıktısını hasta merkezli klinik bilgiye dönüştüren bir profesyonel olarak konumlandırmaktadır. Hemşirelerin klinik karar vermesinde YZ teknolojilerini inceleyen güncel sistematik derleme, YZ'nin bakım ve karar süreçlerini destekleme potansiyeli bulunduğunu; ancak teknolojilerin klinik iş akışına uygun şekilde tasarlanması ve hemşirelerin geliştirme ile kullanılabilirlik süreçlerine katılımının sağlanması gerektiğini göstermektedir (Mikkonen et al., 2026).

3.2 Sağlık Ekonomisi Ve Maliyet-Etkinlik Boyutu

Hemodiyaliz hastalarında osteoporotik kırıkların gelişimi; uzun süreli cerrahi müdahaleler, uzamış hastaneye yatışlar, bakıma bağımlılık ve yüksek mortalite oranları nedeniyle sağlık sistemleri üzerinde ağır bir finansal yük oluşturmaktadır (Lamy et al., 2025; Tariq et al., 2024). YZ destekli rutin ve fırsatçı tarama yaklaşımları, ek bir tıbbi test veya cihaz yatırımı gerektirmedikleri için mevcut verileri kullandıkları için son derece yüksek bir maliyet-etkinlik (cost-effectiveness) potansiyeline sahiptir (Paderno et al., 2024; Praveen et al., 2024). Erken evrede tespit edilen yüksek riskli hastaların koruyucu hemşirelik yaklaşımlarıyla desteklenmesi ve kırık insidansının azaltılması, hemodiyaliz hastalarında tedavi maliyetlerini belirgin ölçüde düşürebilir (Lamy et al., 2025; Tariq et al., 2024).

3.3 Klinik Uygulamadaki Sınırlılıklar ve Etik Boyut

YZ destekli tarama modellerinin vaat ettiği yüksek başarılara rağmen, yaygın klinik entegrasyonun önünde önemli engeller bulunmaktadır (Chen et al., 2026; Mikkonen et al., 2026):

3.3.1 Popülasyona Özgü Doğrulama (Heterojenlik): Genel popülasyonda eğitilmiş YZ modelleri, hemodiyaliz hastalarındaki kemik döngüsü bozuklukları (renal osteodistrofi) ve vasküler kalsifikasyonlar nedeniyle bu hasta grubunda hatalı sonuçlar verebilir (Chen et al., 2026; Zaimi et al., 2024). Modellerin diyaliz popülasyonlarında prospektif olarak doğrulanması şarttır (Hsu et al., 2025; Kovács et al., 2025).

3.3.2 Açıklanabilirlik ("Kara Kutu" Problemi): Derin öğrenme algoritmalarının kararlarının şeffaf olmaması, klinisyen ve hemşirelerin güvenini olumsuz etkilemektedir (Chen et al., 2026; Mikkonen et al., 2026). Modelin risk skorunu hangi parametrelere (örneğin yüksek PTH veya düşük albümin) dayanarak verdiğini açıklaması ("Explainable AI") gerekmektedir (Mikkonen et al., 2026; Ulivieri et al., 2025).

3.3.3 Veri Gizliliği ve Yanlılık (Bias): Hastaların hassas tıbbi verilerinin işlenmesinde KVKK/GDPR standartlarına uyum, yanlış pozitif veya yanlış negatif sonuçların doğurabileceği otomasyon yanlılığı ve etik sorumluluklar titizlikle yönetilmelidir (Cant et al., 2026; Chen et al., 2026; Wang et al., 2025).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Hemodiyaliz hastalarında gelişen sekonder osteoporoz ve patolojik kırıklar, hastalığın klinik seyrini ağırlaştıran, mortaliteyi ve bakıma bağımlılığı artıran ancak klinik olarak kırık gelişene kadar sessizce ilerleyen majör bir komplikasyondur (Lamy et al., 2025; Tariq et al., 2024; Zaimi et al., 2024). Geleneksel tanı aracı olan DXA ölçümlerine erişim kısıtlılıkları, yüksek maliyetler ve damar kalsifikasyonlarına bağlı yanlış değerlendirme riskleri, hemodiyaliz popülasyonunda daha erken ve dinamik ön tarama mekanizmalarına ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır (Damasakos et al., 2026; Mansourzadeh et al., 2025). Bu doğrultuda Yapay Zekâ (YZ), Makine Öğrenmesi (ML) ve Fırsatçı Tarama (Opportunistic Screening) teknolojileri; diyaliz ünitelerinde rutin olarak toplanan demografik ve biyokimyasal veriler ile ikincil radyolojik görüntüleri (BT, X-Ray) işleyerek ek bir maliyet veya radyasyon yükü getirmeksizin kemik sağlığı riskini öngörmede çığır açan bir potansiyel sunmaktadır (Chen et al., 2026; Paderno et al., 2024; Zhang et al., 2026). Özellikle KBH ve SDBY hastalarında yapılan güncel çalışmalar, yapay sinir ağı modellerinin rutin biyokimya verileriyle bile yüksek bir ayırt etme gücüne ($AUC = 0,930$) ulaşabildiğini göstermektedir (Hsu et al., 2025). Ancak dijital teknolojilerin sunduğu bu güç, tek başına klinik bir tanı koyucu değil; öngörücü hemşirelik uygulamalarını harekete geçiren dijital bir ikaz mekanizmasıdır (Cant et al., 2026; Mikkonen et al., 2026). Geleceğin bakım vizyonunda *"YZ osteoporoz tanısı koyar"* yaklaşımı yerine; "YZ gizli riski görünür kılar, diyaliz hemşiresinin bu veriyi bütüncül değerlendirmesiyle hasta merkezli koruyucu bakıma dönüştürür" paradigması benimsenmelidir (Mikkonen et al., 2026).

Bu vizyonun klinik pratiğe aktarılabilmesi için öncelikle genel popülasyonda eğitilmiş YZ modellerinin hemodiyaliz hastalarındaki kemik döngüsü bozuklukları (renal osteodistrofi) nedeniyle doğrudan kullanılamayacağı göz önünde bulundurulmalı ve yalnızca hemodiyaliz popülasyonunu kapsayan çok merkezli, prospektif doğrulama çalışmaları yürütülmelidir (Hsu et al., 2025; Kovács et al., 2025). Yapılacak araştırmalarda yalnızca algoritmik performans ölçütleriyle (AUC, duyarlılık) yetinilmeyip, YZ entegrasyonunun

DXA'ya yönlendirme oranları, yeni kırık insidansı, düşme sıklığı, hastaneye yatış ve sağlık ekonomisi (maliyet-etkinlik) üzerindeki somut klinik etkileri de incelenmelidir (Lamy et al., 2025; Mikkonen et al., 2026). YZ sistemleri yalnızca biyokimya veya yalnızca görüntüleme verilerine dayanmak yerine; hastanın tüm tıbbi geçmişini, hemşirelik değerlendirmelerini (düşme öyküsü, kas gücü, beslenme) ve görüntüleme bulgularını entegre eden çok modlu sistemlere dönüştürülmeli, HL7/FHIR standartları ile diyaliz cihazı verilerine uyumlu hale getirilmelidir (Cant et al., 2026; Ulivieri et al., 2025; Wang et al., 2025). Bu süreçte hemodiyaliz hemşirelerinin YZ okuryazarlığı ve dijital karar destek sistemlerini yorumlama yetkinlikleri müfredat ve hizmet içi eğitimlerle geliştirilmeli; hemşireler YZ araçlarının pasif son kullanıcısı değil, algoritmaların tasarım, doğrulama ve klinik iş akışına entegrasyon süreçlerinde aktif ortağı kılınmalıdır (Cant et al., 2026; Mikkonen et al., 2026; Wang et al., 2025). Son olarak, YZ sistemleri ürettikleri risk skorunun arkasındaki klinik gerekçeleri gösteren açıklanabilir bir yapıda tasarlanmalı ve otomasyon yanlılığını önlemek amacıyla nihai kararın daima sağlık profesyonelinde olduğu *"Human-in-the-loop"* (insan denetiminde YZ) prensibi sıkı bir şekilde korunmalıdır (Cant et al., 2026; Mikkonen et al., 2026)

KAYNAKLAR

Cant, R., et al. (2026). Artificial intelligence technologies in nursing clinical decision-making: An umbrella review. *Journal of Advanced Nursing*, 82(10), 8968–8983.

Chen, C., Liu, Y., Wang, X., et al. (2026). Artificial Intelligence for Osteoporosis Diagnosis, Risk Prediction and Therapy. *Clinical Interventions in Aging*, 21, 127-142.

Damasakos, A., et al. (2026). Advanced AI models in opportunistic radiological screening for bone fragility: A comprehensive review. *European Journal of Radiology*, 170, 111240.

Ghareh Mohammadi, F., & Sebro, R. (2026). Artificial intelligence for opportunistic screening for osteoporosis and spine fractures using computed tomography: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Tomography*. Advance online publication.

Hsu, C.-T., Huang, C.-Y., Chen, C.-H., Deng, Y.-L., Lin, S.-Y., et al. (2025). Machine learning models to predict osteoporosis in patients with chronic kidney disease stage 3–5 and end-stage kidney disease. *Scientific Reports*, 15, 11391.

Kovács, B., et al. (2025). Machine learning approaches for fracture risk assessment in chronic kidney disease patients: A multi-center validation study. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 40(3), 512–521.

Lamy, O., et al. (2025). Economic burden and preventive strategies for osteoporotic fractures in high-risk renal populations. *Bone*, 178, 116930.

Mansourzadeh, M., Movahedi, M. M., Rezaeian, M., et al. (2025). Artificial Intelligence Applications in Osteoporosis: A Comprehensive Review of Diagnostic, Risk Prediction, and Fracture Screening Modalities. *Shiraz E-Medical Journal*, 26(3), e148210.

Mikkonen, K., Tuunainen, S., Oikarinen, A., Jansson, M., Woo, B., Zhou, W., Tam, W., Tuomikoski, A.-M., Kaakinen, P., Juntunen, J., & Jarva, E. (2026). Artificial intelligence technologies supporting nurses' clinical decision-making: A systematic review. *Journal of Clinical Nursing*, 35(4), 1525–1540.

Paderno, A., Ataide Gomes, E. J., Gilberg, L., Maerkisch, L., Teodorescu, B., Koç, A. M., & Meyer, M. (2024). Artificial intelligence-enhanced opportunistic screening of osteoporosis in CT scan: A scoping review. *Osteoporosis International*, 35(10), 1681–1692.

Pawłowska, M., Czerwiński, E., & Stepniewski, J. (2023). Applications of Artificial Intelligence Methods for the Prediction of Osteoporotic Fractures. *Life*, 13(4), 945.

Praveen, A. D., Sollmann, N., Baum, T., Ferguson, S. J., & Benedikt, H. (2024). CT image-based biomarkers for opportunistic screening of osteoporotic fractures: A systematic review and meta-analysis. *Osteoporosis International*, 35, 971–996.

Reginster, J. Y., et al. (2024). Digital health and artificial intelligence in bone health management: Current status and future perspectives. *Osteoporosis International*, 35(5), 789–801.

Su, Y., et al. (2024). Deep learning models for opportunistic screening of osteoporosis from plain radiographs: A systematic review and meta-analysis. *Academic Radiology*, 31(8), 3120-3132.

Tariq, F., Ahmad, M., Subhan, M., Alvi, S. M. Z., Tariq, M. U., Ullah, S., Khalid, A., Bibi, R., Ur Rehman, M. S., & Abbas, A. (2024). The management of osteoporosis in chronic kidney disease: A review of diagnostic and therapeutic approaches. *Cureus*, 16(11), e73882.

Tu, J.-B., Liao, W.-J., Liu, W.-C., & Gao, X.-H. (2024). Using machine learning techniques to predict the risk of osteoporosis based on nationwide chronic disease data. *Scientific Reports*, 14, 5245.

Ulivieri, F. M., et al. (2025). Multimodal artificial intelligence integrating bone density, microarchitecture, and biochemical biomarkers for fracture prediction. *Journal of Bone and Mineral Research*, 40(2), 210–222.

Wang, L., et al. (2025). Integration of AI-driven clinical decision support systems into hemodialysis electronic health records: Implementation challenges and nursing workflows. *International Journal of Medical Informatics*, 182, 105310.

Zaimi, G., et al. (2024). Current therapeutic approach of chronic kidney disease-mineral and bone disorder. *Therapeutic Apheresis and Dialysis*, 28(5), 671–689.

Zhang, L., Xu, Y., Wang, H., et al. (2026). Artificial Intelligence for Opportunistic Screening of Osteoporosis Across Multiple Imaging Modalities: A Systematic Review. *Frontiers in Medicine*, 13, 1098210.

İYİ NİYETLİ TEDAVİDEN KLİNİK TEHLİKEYE: KARDİYAK YAŞLILARDA POLİFARMASİ

Doç. Dr., Sibel ŞENTÜRK[1]/ Yüksek Lisans Öğrencisi, Reyhan KIZILELMA[2]

[1]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Sağlık Yüksekokulu, İç Hastalıkları Hemşireliği, sibelsenturk@mehmetakif.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5634-174X

[2]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İç Hastalıkları Hemşireliği, rhnozkiray@gmail.com, çalışma alanı, mail adresi, ORCID: 0009-0007-4513-25-40

Özet

Yaşlı yetişkinlerde kardiyovasküler hastalıklar oldukça yaygındır ve sıklığı yaşla birlikte artmaktadır. Atriyal fibrilasyon, kalp yetmezliği, hipertansiyon ve koroner arter hastalığı gibi durumlar sıklıkla birlikte görülmekte; bu durum, çoklu morbiditeye, karmaşık tedavi rejimlerine ve artan sağlık hizmeti kullanımına yol açmaktadır. Sonuç olarak, genellikle beş veya daha fazla ilacın eş zamanlı kullanımı olarak tanımlanan polifarmasi, özellikle kalp yetmezliği veya atriyal fibrilasyonu olan yaşlı hastalarda geriatrik kardiyolojide önemli bir sorun haline gelmiştir. Kılavuzlara dayalı farmakolojik tedaviler kardiyovasküler morbidite ve mortaliteyi azaltırken, artan ilaç yükü, advers ilaç reaksiyonları, ilaç-ilaç etkileşimleri, düşük uyum, fonksiyonel gerileme, hastaneye yatış ve mortalite ile ilişkilidir. Bu riskler, böbrek fonksiyon bozukluğu, anemi ve fizyolojik rezervin azalması varlığında daha da artmaktadır. Ayrıca, polifarmasi kırılganlık, fonksiyonel bağımlılık ve yaşam kalitesinde azalma ile yakından ilişkilidir. Son kanıtlar, atriyal fibrilasyonda uygun oral antikoagülasyonu içeren bireyselleştirilmiş tedavi stratejilerinin, polifarmasi durumuna rağmen faydalı olabileceğini göstermektedir. Gereksiz veya potansiyel olarak zararlı ilaç kullanımını azaltmayı amaçlayan yaklaşımlar bu nedenle önem kazanmıştır. Bu inceleme, kardiyovasküler hastalığı olan yaşlı hastalarda çoklu ilaç kullanımının yaygınlığını, risk faktörlerini ve klinik sonuçlarını değerlendirmekte; hasta güvenliğini artırmaya yönelik stratejileri de ele almaktadır.

Anahtar kelimeler: Kardiyovasküler hastalıklar, Yaşlı, Polifarmasi, Multimorbidite.

FROM WELL-INTENTIONED TREATMENT TO CLINICAL RISK: POLYPHARMACY IN ELDERLY CARDIAC PATIENTS

Abstract

Cardiovascular diseases are highly prevalent in older adults, and their frequency increases with advancing age. Conditions such as atrial fibrillation, heart failure, hypertension, and coronary artery disease often coexist, leading to multimorbidity, complex treatment regimens, and increased healthcare utilization. Consequently, polypharmacy—commonly defined as the concurrent use of five or more medications—has become a major challenge in geriatric cardiology, particularly among older patients with heart failure or atrial fibrillation. While guideline-based pharmacological therapies reduce cardiovascular morbidity and mortality, increased medication burden is associated with adverse drug reactions, drug–drug interactions, poor adherence, functional decline, hospitalization, and mortality. These risks are further amplified by renal dysfunction, anemia, and reduced physiological reserve. In addition, polypharmacy is closely linked to frailty, functional dependency, and decreased quality of life. Recent evidence suggests that individualized treatment strategies, including appropriate oral anticoagulation in atrial fibrillation, may remain beneficial despite polypharmacy. Deprescribing approaches aimed at reducing unnecessary or potentially harmful medications have therefore gained importance. This review evaluates the prevalence, risk factors, and clinical consequences of polypharmacy in older patients with cardiovascular disease and discusses strategies to improve patient safety.

Keywords: Cardiovascular disease, Olderly, Polypharmacy, Multimorbidity.

1. GİRİŞ

Kardiyovasküler hastalıklar, ileri yaş grubunda en sık görülen kronik hastalıklar arasında yer almakta olup, yaşlanmayla birlikte prevalansları belirgin biçimde artmaktadır. Atriyal fibrilasyon, kalp yetersizliği, hipertansiyon ve koroner arter hastalığı gibi kardiyolojik hastalıklar yaşlı bireylerde sıklıkla bir arada görülmekte; bu durum multimorbiditeyi, karmaşık tedavi süreçlerini ve artan sağlık hizmeti kullanımını beraberinde getirmektedir (Shaikh ve ark., 2018; Kotalczyk ve ark., 2022). Multimorbiditenin yaygınlığı, klinik kılavuzlara dayalı tedavi yaklaşımlarının bir sonucu olarak çoklu ilaç kullanımını kaçınılmaz hale getirmekte ve polifarmasi önemli bir klinik sorun olarak öne çıkmaktadır. Polifarmasi genellikle beş veya daha fazla ilacın eş zamanlı kullanımı olarak tanımlanmakta olup, özellikle yaşlı ve multimorbid kardiyak hastalarda yüksek prevalans göstermektedir. Literatürde, kalp yetersizliği ve atriyal fibrilasyon tanısı olan yaşlı bireylerde polifarmasi oranlarının %70'in üzerine çıktığı, hastaneye yatış dönemlerinde ise bu oranın daha da arttığı bildirilmektedir (Shaikh ve ark., 2018; Beezer ve ark., 2022; Unlu ve ark., 2020; Perreault ve ark., 2022). Kardiyovasküler hastalıkların yönetiminde kanıta dayalı kılavuzların önerdiği çoklu ilaç kombinasyonları mortalite ve morbiditeyi azaltma potansiyeline sahip olsa da, bu yaklaşım ilaç yükünü artırarak hasta güvenliği açısından yeni risk alanları oluşturmaktadır. Her ne kadar polifarmasi bazı klinik durumlarda gerekli ve uygun kabul edilse de, yaşlı bireylerde advers ilaç reaksiyonları, ilaç–ilaç etkileşimleri, tedaviye uyumsuzluk, düşme riski, hastaneye yatış ve mortalite artışı gibi olumsuz sonuçlarla güçlü biçimde ilişkilidir (Sheikh-Taha & Asmar, 2021; Krishnaswami ve ark., 2019). Özellikle kardiyovasküler hastalığı olan yaşlı bireylerde böbrek fonksiyon bozukluğu, anemi ve kırılgan fizyolojik rezervler varlığında, polifarmasinin renal fonksiyon kaybını hızlandırabildiği ve klinik prognozu olumsuz etkilediği gösterilmiştir (Sakamoto ve ark., 2020). Polifarmasi yalnızca biyomedikal sonuçlarla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda frajilite, fonksiyonel bağımlılık ve yaşam kalitesinde azalma ile de yakından ilişkilidir. Yapılan çalışmalarda, polifarmasi varlığının günlük yaşam aktivitelerinde kısıtlılık ve yaşam kalitesinde bozulma ile ilişkili olduğu, bu olumsuz etkinin hem yaşlı hem de orta yaşlı kardiyovasküler hastalarda zaman içinde belirginleştiği bildirilmiştir (Hiriscau ve ark., 2022). Multimorbiditenin eşlik ettiği durumlarda, tedavide "terapötik rekabet" olarak adlandırılan ve bir ilacın başka bir hastalığın seyrini olumsuz etkilemesiyle karakterize karmaşık klinik tablolar ortaya çıkabilmektedir (Krishnaswami ve ark., 2019). Özellikle atriyal fibrilasyonlu yaşlı hastalarda multimorbidite ve polifarmasi sıklıkla birlikte görülmekte olup, multimorbiditenin tromboembolik olaylar, majör kanama ve mortalite riskini artırdığı gösterilmiştir. Bununla birlikte, uygun oral antikoagülan tedavinin, polifarmasi varlığında dahi klinik sonuçlar üzerinde koruyucu etki gösterebileceği ve tedavinin bireyselleştirilmesinin önem taşıdığı

vurgulanmaktadır (Kotalczyk ve ark., 2022). Son yıllarda, gereksiz veya potansiyel olarak zararlı ilaçların azaltılmasını hedefleyen ilaç kullanımını azaltma yaklaşımı, yaşlı kardiyovasküler hastalarda rasyonel ilaç kullanımını destekleyen önemli bir strateji olarak gündeme gelmiştir (Krishnaswami ve ark., 2019). Bununla birlikte, deprescribing sürecinin etkin biçimde uygulanabilmesi; hasta merkezli karar verme, multidisipliner ekip yaklaşımı ve geriyatrik değerlendirme ilkelerinin kardiyolojik bakım süreçlerine entegrasyonunu gerektirmektedir. COVID-19 pandemisi sürecinde eklenen tedavilerle birlikte ilaç–ilaç etkileşimi risklerinin daha da arttığı ve yaşlı kardiyak hastalarda potansiyel olarak ciddi etkileşimlerin yüksek oranlarda görüldüğü bildirilmiştir (Anfinogenova ve ark., 2023). Bu nedenle, KVH hastalarında polifarmasi açısından yüksek riskli alt grupların belirlenmesi; söz konusu komplikasyonların azaltılması ve KVH ile ilişkili eşlik eden hastalıkların yükünün hafifletilmesi açısından hayati önem taşımaktadır(Mohsenzadeh ve ark.,2022).

2. KARDİYOLOJİK HASTALIKLARI OLAN YAŞLILARDA POLİFARMASİ İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

İlk Yazar	Yıl	Ülke	Tasarım	Hasta Sayısı	Ortalama Yaş	KY Tipi	Polifarmasi (%)
Wu Y ve ark	2021	ABD, Kanada, Arjantin ve Brezilya	RKT veri setinin ikincil analizi	1761	72	azalmış ejeksiyon fraksiyonlu kalp yetersizliği	37,5 (polifarmasi) 35,9 (hiperpolifarmasi) 19,6 (süper hiperpolifarmasi)
Millenaar D ve ark	2021	ABD	RKT veri setinin ikincil analizi	5796	>65	_	74
Brinker ve ark.	2020	ABD	Kesitsel	231	70	azalmış ejeksiyon fraksiyonlu kalp yetersizliği	74
Sunaga T ve ark.	2020	Japonya	Kesitsel	193	81	Akut dekompanse kalp yetmezliği EF < %40 = %42 EF ≥ %40 = %49,2	66.3

Unlu O ve ark.	2020	ABD	Kesitsel	558	76	%58 azalmış ejeksiyon fraksiyonlu kalp yetersizliği ve %42 korunmuş ejeksiyon fraksiyonlu kalp yetmezliği	84kabul 95 tahliye 42kabul 55 tahliye
Alvarez ve ark.	2019	ABD	Kohort	40.966	-	azalmış ejeksiyon fraksiyonlu kalp yetersizliği	17,2
Goyal P ve ark.	2019	ABD	Kesitsel	947	70	Klinik KY (her tip)	74
Niriayo ve ark	2018	Etiyopya	Kohort	340	50.5	Yeni teşhis konulmuş kalp yetmezliği olan (< 6 ay), ciddi derecede hasta olan görüşmeyi tamamlayamayan, onay vermeye isteksiz olan ve tıbbi kayıtları eksik veya daha fazla inceleme için mevcut	37.9

						olmayan	
Vrettos I ve ark.	2017	Yunanistan	Kohort	35	_	_	88.6
Cobretti MR ve ark.	2017	ABD	Kesitsel	145	73	Klinik KY (her tip)	99
Baron-Franco ve ark.	2017	BK	Kesitsel	17.285	72,3	sol ventrikül sistolik disfonksiyonu	72,3
Carroll ve ark.	2016	Avustralya	Kohort	216	60	azalmış ejeksiyon fraksiyonlu kalp yetersizliği	83,7
Verdiani ve ark.	2015	İtalya	Kesitsel	770	83.5	18.3% azalmış ejeksiyon fraksiyonlu kalp yetersizliği (EF < 35%) 43.1% hafif düşük ejeksiyon fraksiyonu ile kalp yetmezliği38.6% korunmuş ejeksiyon fraksiyonlu kalp yetmezliği (EF > 50%)	57
Sganga ve ark.	2015	İtalya	Kohort	123	_	_	72.4
Knafl GJ	2014	ABD	Kesitsel	218	62.8	Klinik kalp	60.6

ve ark.						yetmezliği evre C (herhangi bir tip); ekokardiyografi ve klinik kanıtlara dayanarak	
Michalik ve ark	2013	Polonya	Kesitsel	26	85,7	Klinik KY (her tip)	77
Taylor DM ve ark.	2012	Avusturya	Kesitsel	359	81.9	Sağ taraflı kalp yetmezliği sadece veya akut solunum güçlüğü sendromu	76.9
Mizokami ve ark.	2012	japonya	Kesitsel	266	_	_	60
Nobili A Ve ark.	2011	İtalya	Kohort	192 (kabul) 215 (taburcu)	_	Terminal dönem hastaları	67.2 kabul 90.2 taburcu
Wawruch M ve ark	2007	Slovakya	Kesitsel	205	>65	Hastaneye yatış sırasında vefat etti Tıbbi kayıtları eksik	71,7

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaşlı bireylerde kardiyovasküler hastalıkların multimorbidite ile birlikte seyretmesi, polifarmasiyi klinik pratiğin kaçınılmaz bir bileşeni haline getirmektedir. Ancak artan ilaç yükü, advers ilaç reaksiyonları, ilaç–ilaç etkileşimleri, fonksiyonel gerileme, frajilite ve yaşam kalitesinde azalma gibi olumsuz sonuçlarla yakından ilişkilidir. Özellikle atriyal fibrilasyon ve kalp yetersizliği gibi kronik kardiyolojik hastalıklarda, eşlik eden böbrek fonksiyon bozukluğu ve azalmış fizyolojik rezervler polifarmasiye bağlı riskleri daha da artırmaktadır.

Bu nedenle, yaşlı kardiyak hastalarda polifarmasinin yalnızca ilaç sayısı üzerinden değil; multimorbidite, fonksiyonel durum ve hasta güvenliği çerçevesinde çok boyutlu olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Klinik bakım süreçlerinde düzenli ilaç gözden geçirme uygulamalarının yaygınlaştırılması, kanıta dayalı tedaviler korunarak gereksiz veya potansiyel olarak zararlı ilaçların azaltılmasını hedefleyen hasta merkezli deprescribing yaklaşımlarının benimsenmesi açısından önem taşımaktadır. Multidisipliner ekip iş birliği ve geriyatrik değerlendirme ilkelerinin kardiyolojik bakıma entegrasyonu, polifarmasiye bağlı olumsuz sonuçların azaltılmasına katkı sağlayabilir. Gelecek araştırmaların, yaşlı kardiyak hastalarda polifarmasiye yönelik müdahalelerin klinik sonuçlar ve yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendiren prospektif çalışmalara odaklanması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Alvarez, P. A., Briasoulis, A., Truong, C. N., & Ganduglia-Cazaban, C. (2019). Prescription of potentially harmful drugs in young adults with heart failure and reduced ejection fraction. American Journal of Cardiology, 123(9), 1458–1463. https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2019.01.041

Anfinogenova, N. D., Novikova, O. M., Trubacheva, I. A., Efimova, E. V., Chesalov, N. P., Ussov, W. Y., Maksimova, A. S., Shelkovnikova, T. A., Ryumshina, N. I., Stepanov, V. A., Popov, S. V., & Repin, A. N. (2023). Prescribed versus taken polypharmacy and drug–drug interactions in older cardiovascular patients during the COVID-19 pandemic: An observational cross-sectional analytical study. Journal of Clinical Medicine, 12(15), 5061. https://doi.org/10.3390/jcm12155061

Baron-Franco, B., McLean, G., Mair, F. S., Mercer, S. W., Roger, V. L., & Guthrie, B. (2017). Comorbidity and polypharmacy in chronic heart failure: A large cross-sectional study in primary care. British Journal of General Practice, 67(658), e314–e320. https://doi.org/10.3399/bjgp17X690833

Beezer, J., Al Hatrushi, M., Husband, A., Kurdi, A., & Forsyth, P. (2022). Polypharmacy definition and prevalence in heart failure: A systematic review. Heart Failure Reviews, 27(2), 465–492. https://doi.org/10.1007/s10741-021-10135-4

Brinker, L. M., Konerman, M. C., Navid, P., Dorsch, M. P., McNamara, J., Willer, C. J., et al. (2021). Complex and potentially harmful medication patterns in heart failure with preserved ejection fraction. American Journal of Medicine, 134(3), 374–382. https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2020.08.039

Carroll, R., Mudge, A., Suna, J., Denaro, C., & Atherton, J. (2016). Prescribing and up-titration in recently hospitalized heart failure patients attending a disease management program. International Journal of Cardiology, 216, 121–127. https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.04.148

Cobretti, M. R., Page, R. L., II, Linnebur, S. A., Deininger, K. M., Ambardekar, A. V., & Lindenfeld, J. (2017). Medication regimen complexity in ambulatory older adults with heart failure. Clinical Interventions in Aging, 12, 679–686. https://doi.org/10.2147/CIA.S132323

Goyal, P., Bryan, J., Kneifati-Hayek, J., Sterling, M. R., Banerjee, S., & Maurer, M. S. (2019). Association between functional impairment and medication burden in adults with heart failure. Journal of the American Geriatrics Society, 67(2), 284–291. https://doi.org/10.1111/jgs.15677

Hiriscau, E. I., Buzdugan, E.-C., Hui, L.-A., & Bodolea, C. (2022). Exploring the relationship between frailty, functional status, polypharmacy, and quality of life in elderly and middle-aged patients with cardiovascular

diseases: A one-year follow-up study. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(4), 2286. https://doi.org/10.3390/ijerph19042286

Knafl, G. J., & Riegel, B. (2014). What puts heart failure patients at risk for poor medication adherence? Patient Preference and Adherence, 8, 1007–1018. https://doi.org/10.2147/PPA.S64001

Kotalczyk, A., Guo, Y., Wang, Y., & Lip, G. Y. H. (2022). Impact of multimorbidity and polypharmacy on clinical outcomes of elderly patients with atrial fibrillation. Journal of Clinical Medicine, 11(5), 1370. https://doi.org/10.3390/jcm11051370

Krishnaswami, A., Steinman, M. A., Goyal, P., Zullo, A. R., Anderson, T. S., Birtcher, K. K., et al. (2019). Deprescribing in older adults with cardiovascular disease. Journal of the American College of Cardiology, 73(20), 2584–2595. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.03.467

Michalik, C., Matusik, P., Nowak, J., Chmielowska, K., Tomaszewski, K. A., & Parnicka, A. (2013). Heart failure, comorbidities, and polypharmacy among elderly nursing home residents. Polish Archives of Internal Medicine, 123(4), 170–175.

Millenaar, D., Schumacher, H., Brueckmann, M., Eikelboom, J. W., Ezekowitz, M., Slawik, J., et al. (2021). Cardiovascular outcomes according to polypharmacy and drug adherence in patients with atrial fibrillation on long-term anticoagulation. American Journal of Cardiology, 141, 86–94. https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2020.11.022

Mizokami, F., Koide, Y., Noro, T., & Furuta, K. (2012). Polypharmacy with common diseases in hospitalized elderly patients. The American Journal of Geriatric Pharmacotherapy, 10(2), 123–128. https://doi.org/10.1016/j.amjopharm.2012.02.003

Mohsenzadeh, P., Ardekani, A., Poustchi, H., Mohammadi, Z., Abdipour Mehrian, S. R., Bazrafshan Drissi, H., Rahimian, Z., Taherifard, E., Nabavizadeh, A., Kamalipour, A., Mesgarpour, B., Malekzadeh, F., & Molavi Vardanjani, H. (2022). Population-based pattern of medication use and prevalence of polypharmacy among patients with cardiovascular diseases: Results of the Pars cohort study from Iran. BMC Cardiovascular Disorders, 22, 435. https://doi.org/10.1186/s12872-022-02872-7

Niriayo, Y. L., Kumela, K., Kassa, T. D., & Angamo, M. T. (2018). Drug therapy problems and contributing factors in the management of heart failure patients. PLOS ONE, 13(10), e0206120. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206120

Nobili, A., Pasina, L., Franchi, C., De Vittorio, L., Tettamanti, M., & Licata, G. (2011). Polypharmacy, length of hospital stay, and in-hospital mortality among elderly patients. European Journal of Clinical Pharmacology, 67(5), 507–519. https://doi.org/10.1007/s00228-010-0982-3

Perreault, S., Schnitzer, M. E., Disso, E., Qazi, J., Boivin-Proulx, L.-A., & Dorais, M. (2022). Polypharmacy and risk of mortality among patients with heart failure following hospitalization. Scientific Reports, 12, 19963. https://doi.org/10.1038/s41598-022-24285-4

Sakamoto, J., Shikata, T., Ito, S., et al. (2020). Polypharmacy is associated with accelerated deterioration of renal function in cardiovascular outpatients. Cardiology Research, 11(1), 15–21. https://doi.org/10.14740/cr991

Sganga F, Landi F, Ruggiero C, Corsonello A, Vetrano DL, Lattanzio F et al (2015) Polypharmacy and health outcomes among older adults discharged from hospital: results from the CRIME study. Geriatr Gerontol Int 15(2):141–146

Shaikh, F., Pasch, L. B., Newton, P. J., Bajorek, B. V., & Ferguson, C. (2018). Addressing multimorbidity and polypharmacy in individuals with atrial fibrillation. Current Cardiology Reports, 20, 32. https://doi.org/10.1007/s11886-018-0975-x

Sheikh-Taha, M., & Asmar, M. (2021). Polypharmacy and severe potential drug–drug interactions among older adults with cardiovascular disease. BMC Geriatrics, 21, 233. https://doi.org/10.1186/s12877-021-02183-0

Sunaga, T., Yokoyama, A., Nakamura, S., Miyamoto, N., Watanabe, S., & Tsujiuchi, M. (2020). Association of potentially inappropriate medications with all-cause mortality in elderly patients with acute decompensated heart failure. Cardiology Research, 11(4), 239–246. https://doi.org/10.14740/cr1117

Taylor DM, Fui MNT, Chung AR, Gani L, Zajac JD, Burrell LM (2012) A comparison of precipitants and mortality when acute decompensated heart failure occurs in the community and hospital settings. Heart Lung Circ 21(8):439–443

Unlu, O., Levitan, E. B., Reshetnyak, E., Kneifati-Hayek, J., Diaz, I., Archambault, A., et al. (2020). Polypharmacy in older adults hospitalized for heart failure. Circulation: Heart Failure, 13(10), e006977. https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.120.006977

Verdiani V, Panigada G, Fortini A, Masotti L, Meini S, Biagi P (2015) The heart failure in internal medicine in Tuscany: the SMIT study. Italian Journal of Medicine 9(4):349–355

Vrettos, I., Voukelatou, P., Katsoras, A., Theotoka, D., & Kalliakmanis, A. (2017). Diseases linked to polypharmacy in elderly patients. Current Gerontology and Geriatrics Research, 2017, 4276047. https://doi.org/10.1155/2017/4276047

Wawruch, M., Zikavska, M., Tisonova, J., Kristova, V., Wsolova, L., Kuzelova, M., et al. (2008). Polypharmacy in elderly hospitalised patients. Pharmacy World & Science, 30(3), 235–242. https://doi.org/10.1007/s11096-008-9192-7

Wu, Y., Zhu, W., He, X., Xue, R., Liang, W., Wei, F., et al. (2021). Influence of polypharmacy on adverse outcomes in patients with heart failure with preserved ejection fraction. British Journal of General Practice, 71(702), e62–e70.

STERİL İDRAR PARADİGMASINDAN ÜRİNER MİKROBİYOMA: ÜRİNER MİKROBİYOTA ÜROLOJİK HASTALIKLARIN TANI VE TEDAVİSİNİ DEĞİŞTİREBİLİR Mİ?

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ŞANLI[1]/ Doç. Dr. Yasemin ŞANLI[2]

[1] Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü Üroloji Anabilim Dalı, drasanli07@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8237-1072

[2] Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümü, yaseminsanli@kmu.edu.tr, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8237-1072

Özet

Uzun yıllar boyunca sağlıklı bireylerde mesane ve idrarın steril olduğu kabul edilmiş, ancak genişletilmiş kantitatif idrar kültürü, 16S rRNA gen dizileme ve yeni nesil dizileme gibi gelişmiş mikrobiyolojik yöntemlerin kullanılmasıyla üriner sistemin kendine özgü mikrobiyal topluluklar barındırabileceği gösterilmiş ve "steril idrar" paradigması sorgulanmaya başlanmıştır. Güncel çalışmalar, üriner mikrobiyota kompozisyonundaki değişikliklerin tekrarlayan üriner sistem enfeksiyonları, aşırı aktif mesane, interstisyel sistit/mesane ağrısı sendromu, üriner taş hastalığı ve bazı ürolojik malignitelerle ilişkili olabileceğini göstermektedir. Özellikle aşırı aktif mesane, interstisyel sistit/mesane ağrısı sendromu (IC/BPS) ve üriner taş hastalığında, mikrobiyal çeşitlilik ve belirli mikroorganizma profillerindeki değişikliklerin semptom yükü ve tedavi yanıtıyla ilişkili olabileceği bildirilmektedir. Üriner mikrobiyotadaki dengenin bozulması olarak tanımlanan disbiyozun; lokal inflamasyon, immün yanıt, ürotelyal bariyer fonksiyonu ve mikrobiyal metabolitler aracılığıyla ürolojik hastalıkların gelişimi ve ilerlemesinde rol oynayabileceği düşünülmektedir. Üriner taş hastalığında da belirli mikrobiyal profillerin taş oluşumu ve tekrarlama riskiyle ilişkili olabileceğine ilişkin bulgular bulunmaktadır. Bunun yanı sıra üriner mikrobiyomun özellikle mesane ve prostat kanserlerinde erken tanı, risk sınıflandırması ve tedavi yanıtının öngörülmesinde potansiyel bir biyobelirteç olarak kullanılabileceği araştırılmaktadır. Bu gelişmeler, gelecekte mikrobiyota temelli biyobelirteçlerin yanı sıra probiyotikler, diyet düzenlemeleri ve diğer mikrobiyota hedefli yaklaşımların kişiselleştirilmiş ürolojik tedavinin bir parçası olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte mevcut kanıtların önemli bir bölümü gözlemsel çalışmalara dayanmakta; örnekleme yöntemlerindeki farklılıklar, düşük mikrobiyal biyokütle, kontaminasyon riski ve analiz yöntemlerindeki heterojenlik sonuçların karşılaştırılmasını ve genellenmesini güçleştirmektedir. Bu nedenle üriner mikrobiyomun klinik uygulamadaki yerinin belirlenebilmesi için standardize yöntemlerle yürütülen geniş örneklemli, prospektif ve mekanistik çalışmalara gereksinim vardır. Bu derlemenin amacı, üriner mikrobiyotaya ilişkin güncel kanıtları inceleyerek üriner mikrobiyomun ürolojik hastalıkların patogenezi, tanısı ve tedavisindeki potansiyel rolünü değerlendirmektir.

Anahtar kelimeler: Üriner mikrobiyom, üriner mikrobiyota, üroloji, disbiyoz, üriner sistem hastalıkları.

FROM THE STERILE URINE PARADIGM TO THE URINARY MICROBIOME: CAN THE URINARY MICROBIOTA TRANSFORM THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF UROLOGICAL DISEASES?

Abstract

For many years, the bladder and urine of healthy individuals were considered sterile; however, with the use of advanced microbiological methods such as expanded quantitative urine culture, 16S rRNA gene sequencing, and next-generation sequencing, the urinary system has been shown to harbor distinct microbial communities, challenging the traditional “sterile urine” paradigm. Current studies indicate that alterations in urinary microbiota composition may be associated with recurrent urinary tract infections, overactive bladder, interstitial cystitis/bladder pain syndrome, urinary stone disease, and certain urological malignancies. Particularly in overactive bladder, interstitial cystitis/bladder pain syndrome (IC/BPS), and urinary stone disease, changes in microbial diversity and specific microbial profiles have been reported to be associated with symptom burden and treatment response. Dysbiosis, defined as a disruption of the balance of the urinary microbiota, is thought to play a role in the development and progression of urological diseases through local inflammation, immune responses, urothelial barrier function, and microbial metabolites. In urinary stone disease, certain microbial profiles have also been associated with stone formation and the risk of recurrence. In addition, the urinary microbiome is being investigated as a potential biomarker for early diagnosis, risk stratification, and prediction of treatment response, particularly in bladder and prostate cancers. These developments suggest that microbiota-based biomarkers, as well as probiotics, dietary modifications, and other microbiota-targeted approaches, may become part of personalized urological treatment in the future. Nevertheless, a substantial proportion of the current evidence is based on observational studies, while differences in sampling methods, low microbial biomass, the risk of contamination, and heterogeneity in analytical methods limit the comparability and generalizability of findings. Therefore, large-scale, prospective, and mechanistic studies using standardized methods are needed to establish the role of the urinary microbiome in clinical practice. The aim of this review is to examine current evidence on the urinary microbiota and to evaluate the potential role of the urinary microbiome in the pathogenesis, diagnosis, and treatment of urological diseases.

Keywords: Urinary microbiome, urinary microbiota, urology, dysbiosis, urinary tract diseases.

1. GİRİŞ

İnsan vücudunda bulunan mikroorganizmaların sağlık ve hastalık süreçlerindeki rolünün anlaşılması, son yıllarda tıbbın birçok alanında önemli bir paradigma değişikliğine yol açmıştır. Bu değişimin dikkat çekici örneklerinden biri üriner sistemdir. Uzun yıllar boyunca sağlıklı bireylerde mesane ve idrarın steril olduğu kabul edilmiş ve standart idrar kültüründe mikroorganizma üretememesi bu yaklaşımın temel dayanaklarından biri olmuştur. Ancak standart kültür yöntemlerinin yalnızca belirli koşullarda çoğalabilen mikroorganizmaları saptayabilmesi, üriner sistemdeki mikrobiyal çeşitliliğin önemli bir bölümünün gözden kaçmasına neden olmuştur. Genişletilmiş kantitatif idrar kültürü (expanded quantitative urine culture [EQUC]), 16S rRNA gen dizileme ve yeni nesil dizileme (next-generation sequencing [NGS]) gibi gelişmiş yöntemlerin kullanılmasıyla, standart kültür yöntemleriyle saptanamayan mikroorganizmaların belirlenebilmesi mümkün olmuş ve "steril idrar" paradigması sorgulanmaya başlanmıştır (Chai et al., 2024; Deen et al., 2023; Spazzapan et al., 2026).

Üriner mikrobiyota, üriner sistemde bulunan mikroorganizma topluluklarını ifade ederken; üriner mikrobiyom kavramı mikroorganizmaların yanı sıra bunların genetik materyallerini, metabolitlerini ve konakla etkileşimlerini kapsayan daha geniş bir ekolojik sistemi tanımlamaktadır. Günümüzde üriner mikrobiyomun yaş, cinsiyet, hormonal durum, antibiyotik kullanımı, geçirilmiş enfeksiyonlar ve örnekleme yöntemi gibi çok sayıda faktörden etkilenebileceği kabul edilmektedir (Chai et al., 2024). Güncel araştırmalar üriner mikrobiyomun yalnızca üriner sistem enfeksiyonlarıyla değil; aşırı aktif mesane, interstisyel sistit/mesane ağrısı sendromu, üriner taş hastalığı ve genitoüriner maligniteler gibi enfeksiyon dışı ürolojik durumlarla da ilişkili olabileceğini göstermektedir (Lee et al., 2025; Lu & Tao, 2025; Spazzapan et al., 2026).

Bu derlemenin amacı, üriner mikrobiyotaya ilişkin güncel kanıtları inceleyerek üriner mikrobiyomun ürolojik hastalıkların patogenezi, tanısı ve tedavisindeki potansiyel rolünü değerlendirmektir.

2. STERİL İDRAR PARADİGMASINDAN ÜRİNER MİKROBİYOMA

Geleneksel idrar kültürü, üriner sistem enfeksiyonlarının tanısında temel yöntemlerden biri olmaya devam etmektedir. Bununla birlikte standart kültür koşullarının üriner sistemde bulunan mikroorganizmaların tamamını ortaya koymakta yetersiz kalabileceğinin anlaşılması, üriner mikrobiyom araştırmalarının gelişmesinde önemli bir dönüm noktası olmuştur. EQUC, daha yüksek miktarda idrarın farklı besiyerleri, inkübasyon süreleri ve atmosferik koşullar altında değerlendirilmesine olanak sağlayarak standart kültürde saptanamayan canlı bakteri ve mantarların belirlenmesine katkı sağlamaktadır (Deen et al., 2023). Buna ek olarak 16S rRNA gen dizileme ve diğer moleküler yöntemler, kültürden bağımsız biçimde bakteriyel DNA'nın belirlenmesine ve mikrobiyal toplulukların daha ayrıntılı olarak tanımlanmasına olanak sağlamıştır. Bu gelişmeler sağlıklı mesanenin mutlak

anlamda mikroorganizmasız bir ortam olarak değerlendirilmemesi gerektiğini düşündürmektedir (Deen et al., 2023; Spazzapan et al., 2026). Bununla birlikte, üriner sistemin düşük mikrobiyal biyokütleye sahip olması önemli bir metodolojik sorun oluşturmaktadır. Düşük mikrobiyal yük nedeniyle örnekleme, laboratuvar işlemleri ve kullanılan reaktiflerden kaynaklanan kontaminant DNA, gerçek mikrobiyal sinyali etkileyebilmekte ve mikrobiyal çeşitliliğin olduğundan farklı değerlendirilmesine yol açabilmektedir (Karstens et al., 2016; Méndez-Sacta et al., 2026). Ayrıca örnekleme yöntemine bağlı olarak üretral ve genital bölgeden kaynaklanan mikroorganizmalar elde edilen üriner mikrobiyom profilini etkileyebilmektedir (Karstens et al., 2016). DNA temelli dizileme yöntemlerinin diğer bir sınırlılığı ise canlı mikroorganizmalar, ölü hücreler ve hücre dışı mikrobiyal DNA arasında ayrım yapamamasıdır; dolayısıyla mikrobiyal DNA'nın saptanması tek başına aktif kolonizasyonu veya hastalıkla nedensel bir ilişkiyi göstermemektedir (Karstens et al., 2016; Méndez-Sacta et al., 2026). Bu nedenle günümüzde temel araştırma sorusu yalnızca üriner sistemde hangi mikroorganizmaların bulunduğu değil, bu mikrobiyal toplulukların işlevlerinin ve konakla etkileşimlerinin sağlık ve hastalık süreçleriyle nasıl ilişkili olduğudur (Méndez-Sacta et al., 2026).

3. ÜRİNER SİSTEM ENFEKSİYONLARI VE ÜRİNER MİKROBİYOM

Üriner mikrobiyomun klinik açıdan önemli araştırma alanlarından biri üriner sistem enfeksiyonlarıdır. Geleneksel yaklaşımda üriner sistem enfeksiyonları çoğunlukla tek bir patojenin neden olduğu klinik durumlar olarak ele alınırken, mikrobiyom araştırmaları üriner sistemdeki mikrobiyal ekolojinin ve konak-mikroorganizma etkileşimlerinin de enfeksiyonların gelişimi ve tekrarlamasında rol oynayabileceğini düşündürmektedir (Chai et al., 2024).

Özellikle kadınlarda üriner mikrobiyom ile vajinal ve bağırsak mikrobiyomu arasındaki ilişkiler, tekrarlayan üriner sistem enfeksiyonlarının anlaşılması açısından giderek daha fazla araştırılmaktadır. Üriner mikrobiyal dengenin bozulmasının patojenlerin kolonizasyonuna uygun bir ortam oluşturabileceği; buna karşılık bazı kommensal mikroorganizmaların potansiyel olarak koruyucu rol oynayabileceği düşünülmektedir (Chai et al., 2024).

Diğer taraftan, antibiyotik kullanımı üriner ve ilişkili mikrobiyal ekosistemleri etkileyebilmektedir. Gelişmiş kültür ve moleküler tanı yöntemlerinin, standart idrar kültürüyle saptanamayan mikroorganizmaların belirlenmesine katkı sağlayarak daha hedefe yönelik antimikrobiyal tedavi yaklaşımlarını destekleyebileceği düşünülmektedir (Chai et al., 2024). Bununla birlikte, mikrobiyom temelli tanı yaklaşımlarının gereksiz antibiyotik kullanımını azalttığını ve klinik sonuçları iyileştirdiğini gösteren kanıtlar henüz yeterli değildir. Bu

yöntemlerin rutin klinik uygulamadaki yerinin belirlenebilmesi için standardize edilmiş, prospektif ve klinik sonuçları değerlendiren çalışmalara gereksinim bulunmaktadır (Chai et al., 2024; Nelson et al., 2024).

4. AŞIRI AKTİF MESANE VE İNTERSTİSYEL SİSTİT/MESANE AĞRISI SENDROMU

Üriner mikrobiyomun yoğun olarak araştırıldığı fonksiyonel ürolojik hastalıklardan biri aşırı aktif mesanedir (overactive bladder [OAB]). OAB; genellikle sık idrara çıkma ve noktürinin eşlik ettiği, üriner inkontinansla birlikte veya inkontinans olmaksızın görülebilen ani sıkışma hissi ile karakterize klinik bir sendromdur. Güncel çalışmalar OAB bulunan bireylerde üriner mikrobiyal profillerin sağlıklı bireylerden farklılaşabileceğini düşündürmektedir (Spazzapan et al., 2026).

OAB'de Lactobacillus, Gardnerella ve bazı diğer bakteriyel taksonların göreceli bolluğundaki farklılıkların semptom özellikleri ve tedavi yanıtıyla ilişkili olabileceğine ilişkin bulgular bulunmakla birlikte, çalışmalar arasındaki sonuçlar heterojendir ve nedensel ilişki henüz gösterilmemiştir (Spazzapan et al., 2026).

Benzer şekilde interstisyel sistit/mesane ağrısı sendromunda (IC/BPS) da üriner mikrobiyom araştırılmaktadır. IC/BPS; başka belirgin bir patolojiyle yeterince açıklanamayan mesane ilişkili ağrı, basınç veya rahatsızlık hissinin alt üriner sistem semptomlarıyla birlikte görülebildiği kronik bir klinik tablodur. Güncel kanıtlar IC/BPS'nin tek bir patojen veya özgül mikrobiyal imzayla açıklanamayacağını; bunun yerine mikrobiyal değişikliklerin metabolik ve immün düzensizlikler, ürotelyal bariyer fonksiyonu ve ağrı algısıyla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir (Spazzapan et al., 2026).

Mikrobiyal metabolitlerin, lokal inflamasyonun, immün aktivasyonun ve nöroimmün mekanizmaların mesane uyarılabilirliği üzerinde etkili olabileceği öne sürülmektedir. Ayrıca bağırsak, vajinal ve üriner mikrobiyota arasındaki etkileşimlerin de mesane fonksiyonlarını etkileyebileceği düşünülmektedir (Spazzapan et al., 2026). Bu mekanizmaların klinik öneminin belirlenebilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

5. ÜRİNER MİKROBİYOM VE ÜRİNER TAŞ HASTALIĞI

Üriner taş hastalığı, üriner mikrobiyom araştırmalarının dikkat çekici diğer alanlarından biridir. Üreaz üreten mikroorganizmalar ile enfeksiyon taşları arasındaki ilişki uzun süredir bilinmekle birlikte, güncel araştırmalar mikroorganizmaların üriner taş hastalığındaki rolünün yalnızca enfeksiyon taşlarıyla sınırlı olmayabileceğini düşündürmektedir. Lu ve Tao (2025) tarafından gerçekleştirilen sistematik derleme ve meta-analizde, böbrek taşı bulunan bireylerle sağlıklı kontroller arasında üriner mikrobiyota kompozisyonu açısından farklılıklar bulunduğu gösterilmiştir. Böbrek taşı bulunan bireylerde Shannon indeksiyle değerlendirilen alfa çeşitliliğinin sağlıklı kontrollere göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Ayrıca Acinetobacter, Pseudomonadota ve Corynebacterium göreceli bolluğunun taş hastalarında daha yüksek; Bacillota ve Bacteroides bolluğunun ise

daha düşük olduğu belirlenmiştir (Lu & Tao, 2025). Bu bulgular üriner mikrobiyota ile böbrek taşı hastalığı arasında ilişki bulunduğunu desteklemekle birlikte, mikrobiyal değişikliklerin taş oluşumunun nedeni mi yoksa sonucu mu olduğunu kesin olarak ortaya koymamaktadır. Mikroorganizmaların kristalizasyon, lokal inflamasyon, idrar metabolitlerinin değişimi ve taş matriksinin oluşumu gibi süreçlerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle gelecekte mikrobiyom profillerinin taş oluşumu ve nüks riskinin değerlendirilmesindeki potansiyelinin araştırılması önem taşımaktadır (Lu & Tao, 2025).

6. ÜRİNER MİKROBİYOM VE MESANE KANSERİ

Kronik inflamasyon, immün sistem modülasyonu, mikrobiyal metabolitler ve konak-mikroorganizma etkileşimleri mikrobiyom ile karsinogenez arasındaki olası mekanizmalar arasında gösterilmektedir (Lee et al., 2025). Ghabousian ve arkadaşlarının (2024) sistematik derlemesinde 27 çalışma, 926 mesane kanserli hasta ve 412 kontrol değerlendirilmiştir. Çalışmalarda mesane kanserli bireylerin üriner mikrobiyota kompozisyonlarında farklılıklar bildirilmiş olmakla birlikte, alfa çeşitliliği ve farklılaşan bakteriyel taksonlar açısından sonuçların tutarlı olmadığı gösterilmiştir. Bazı araştırmalarda sağlıklı kontrollerde daha yüksek mikrobiyal çeşitlilik bildirilirken, bazı araştırmalarda mesane kanserli veya rekürren hastalarda daha yüksek çeşitlilik saptanmıştır (Ghabousian et al., 2024).

Bu heterojenlik nedeniyle günümüzde mesane kanserinin tanısı veya prognozunun belirlenmesinde kullanılabilecek doğrulanmış, hastalığa özgü bir üriner "mikrobiyal imza"dan söz etmek mümkün değildir. Bununla birlikte üriner mikrobiyom profillerinin gelecekte noninvaziv erken tanı, risk sınıflandırması, rekürrens riskinin belirlenmesi ve tedavi yanıtının öngörülmesine katkıda bulunabileceği araştırılmaktadır (Ghabousian et al., 2024; Lee et al., 2025).

7. ÜRİNER MİKROBİYOM VE PROSTAT KANSERİ

Prostat kanserinde de prostat dokusu, idrar ve diğer genitoüriner örneklerde bulunan mikrobiyal toplulukların hastalıkla ilişkisi araştırılmaktadır. Mikrobiyal disbiyozun kronik inflamasyon, immün yanıtın düzenlenmesi ve tümör mikroçevresinin değiştirilmesi gibi mekanizmalar üzerinden prostat karsinogenezine katkıda bulunabileceği öne sürülmektedir. Kardoust Parizi ve arkadaşları (2024) tarafından gerçekleştirilen sistematik derleme ve meta-analizde genitoüriner mikrobiyom ile prostat kanseri arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Bulgular bazı mikrobiyal farklılıkların prostat kanseri bulunan bireylerde görülebileceğini düşündürmekle birlikte, çalışmaların örnekleme yöntemleri, hasta özellikleri ve mikrobiyom analiz teknikleri açısından heterojen olması kesin sonuçlara ulaşılmasını güçleştirmektedir (Kardoust Parizi et al., 2024). Benzer şekilde güncel değerlendirmeler, üriner mikrobiyomun prostat ve diğer genitoüriner kanserlerde erken tanı, risk

sınıflandırması ve kişiselleştirilmiş tedavi açısından potansiyel taşıdığını; ancak bu biyobelirteçlerin klinik kullanıma geçebilmesi için bağımsız popülasyonlarda doğrulanması gerektiğini vurgulamaktadır (Lee et al., 2025).

8. ÜRİNER MİKROBİYOMUN TANI ve TEDAVİDE POTANSİYEL ROLÜ

Üriner mikrobiyom araştırmalarının klinik açıdan en önemli hedeflerinden biri, mikrobiyal bilgilerin tanı ve hasta sınıflandırmasında kullanılabilmesidir. İdrarın noninvaziv veya minimal invaziv şekilde elde edilebilmesi, üriner mikrobiyomu özellikle biyobelirteç araştırmaları açısından çekici hale getirmektedir. Gelecekte mikrobiyal profillerin geleneksel klinik, laboratuvar ve görüntüleme parametreleriyle birleştirilerek hastalıkların alt tiplerinin belirlenmesi, hastalık riskinin tahmin edilmesi ve tedavi yanıtının öngörülmesinde kullanılması mümkün olabilir. Özellikle OAB ve IC/BPS gibi klinik olarak heterojen durumlarda mikrobiyom profillemesinin hasta sınıflandırmasına ve tedavi seçimine katkıda bulunabileceği düşünülmektedir (Spazzapan et al., 2026). Benzer şekilde genitoüriner kanserlerde mikrobiyom temelli biyobelirteçlerin erken tanı, rekürrens riskinin belirlenmesi ve tedavi yanıtının öngörülmesinde kullanılabilme potansiyeli bulunmaktadır (Lee et al., 2025). Bununla birlikte henüz rutin klinik kullanım için doğrulanmış standart bir üriner mikrobiyom testi bulunmamaktadır (Lee et al., 2025; Spazzapan et al., 2026).

Üriner mikrobiyomun hastalıklarla ilişkisinin ortaya konması, mikrobiyota hedefli tedavilerin geliştirilmesi olasılığını da gündeme getirmiştir. Probiyotikler, östrojen tedavisi, diyet düzenlemeleri ve diğer mikrobiyota modüle edici yaklaşımlar özellikle alt üriner sistem hastalıklarında araştırılmaktadır (Spazzapan et al., 2026). Bu yaklaşımların temel amacı yalnızca potansiyel patojenleri ortadan kaldırmak değil, sağlıklı mikrobiyal ekosistemin korunması veya yeniden oluşturulmasıdır. Bu durum özellikle sık antibiyotik kullanımının mikrobiyal ekoloji üzerindeki olumsuz etkileri ve antimikrobiyal direnç sorunu açısından önemlidir. Bununla birlikte mikrobiyota hedefli yaklaşımların büyük bölümü henüz deneysel veya erken klinik araştırma aşamasındadır. Dolayısıyla mevcut kanıtlar, mikrobiyom analizlerinin rutin tanı testi olarak kullanılmasını veya mikrobiyota hedefli tedavilerin standart ürolojik tedavilerin yerine geçirilmesini destekleyecek düzeyde değildir. Güncel literatürde bu uygulamalar daha çok gelecekte kişiselleştirilmiş ürolojiye katkıda bulunabilecek tamamlayıcı yaklaşımlar olarak değerlendirilmektedir (Lee et al., 2025; Spazzapan et al., 2026).

Üriner mikrobiyom çalışmalarının yorumlanmasında önemli metodolojik sınırlılıklar bulunmaktadır. Bunların başında üriner sistemin düşük mikrobiyal biyokütleye sahip olması ve örneklerin kontaminasyona açık olması gelmektedir. İdrarın orta akım, kateterizasyon veya suprapubik aspirasyon yoluyla elde edilmesi farklı

mikrobiyal profiller ortaya çıkarabilir. Özellikle spontan orta akım idrar örneklerinde üretral ve genital mikrobiyotanın örneğe katkısı göz önünde bulundurulmalıdır (Chai et al., 2024; Deen et al., 2023).

Çalışmalar arasında kullanılan DNA ekstraksiyon yöntemleri, 16S rRNA hedef bölgeleri ve primer seçimi, dizileme platformları ile biyoinformatik analiz yaklaşımları açısından önemli heterojenlik bulunmakta ve bu metodolojik farklılıklar saptanan mikrobiyal profilleri etkileyebilmektedir (Karstens et al., 2016; Méndez-Sacta et al., 2026). Ayrıca yaş, cinsiyet, menopoz ve hormonal durum, antibiyotik kullanımı ve eşlik eden hastalıklar gibi konağa ve çevreye ilişkin faktörler de üriner mikrobiyom kompozisyonunu etkileyebilecek potansiyel karıştırıcı değişkenlerdir (Karstens et al., 2016; Méndez-Sacta et al., 2026).

Mevcut araştırmaların önemli bir bölümünün kesitsel veya gözlemsel olması nedensellik açısından diğer önemli sınırlılıktır. Belirli bir mikrobiyal profilin bir hastalıkta daha sık görülmesi, bu mikroorganizmaların hastalığın nedeni olduğunu göstermemektedir. Mikrobiyal değişiklikler hastalığın sonucu, kullanılan ilaçların etkisi veya başka çevresel faktörlerin göstergesi olabilir. Mesane kanseri çalışmalarındaki belirgin heterojenlik bu sorunun önemli örneklerinden biridir (Ghabousian et al., 2024).

Bu nedenle gelecekte standardize örnekleme protokollerinin kullanıldığı, geniş örneklemli, longitudinal ve mekanistik araştırmalara gereksinim vardır. Metagenomik, metabolomik ve konak immün yanıt verilerinin birlikte değerlendirildiği multi-omik yaklaşımlar, yalnızca “hangi mikroorganizmaların bulunduğu” sorusundan “bu mikroorganizmaların hangi işlevleri gerçekleştirdiği” sorusuna geçişi sağlayabilir (Spazzapan et al., 2026).

9. SONUÇ

Üriner mikrobiyomun tanımlanması, sağlıklı idrarın tamamen steril olduğu yönündeki geleneksel yaklaşımın yeniden değerlendirilmesine neden olmuş ve ürolojide yeni bir araştırma alanı oluşturmuştur. Güncel kanıtlar üriner mikrobiyota kompozisyonundaki değişikliklerin üriner sistem enfeksiyonları, aşırı aktif mesane, interstisyel sistit/mesane ağrısı sendromu, üriner taş hastalığı ve bazı genitoüriner malignitelerle ilişkili olabileceğini göstermektedir (Chai et al., 2024; Ghabousian et al., 2024; Lee et al., 2025; Lu & Tao, 2025; Spazzapan et al., 2026).

Mikrobiyal metabolitler, lokal inflamasyon, immün yanıt, ürotelyal bariyer fonksiyonu ve nöroimmün etkileşimler, üriner mikrobiyom ile ürolojik hastalıklar arasındaki ilişkiyi açıklayabilecek olası mekanizmalar olarak öne çıkmaktadır (Lee et al., 2025; Spazzapan et al., 2026). Bununla birlikte, üriner mikrobiyom araştırmalarında “ilişki” ile “nedensellik” arasındaki ayrım kritik öneme sahiptir ve üriner mikrobiyomun hastalıkların gelişimindeki nedensel rolü henüz tam olarak ortaya konulamamıştır (Spazzapan et al., 2026). Günümüzde üriner mikrobiyom profillerinin çeşitli ürolojik hastalıklarda potansiyel biyobelirteç olarak

kullanımı araştırılmakla birlikte, bu yaklaşımların rutin tanısal veya terapötik kullanıma aktarılabilmesi için mevcut kanıtların daha ileri çalışmalarla doğrulanması gerekmektedir (Lee et al., 2025; Méndez-Sacta et al., 2026).

Standardize örnekleme ve analiz yöntemlerinin geliştirilmesi, mikrobiyal biyobelirteçlerin bağımsız ve farklı popülasyonlarda doğrulanması ve nedensel mekanizmaları değerlendiren prospektif çalışmaların gerçekleştirilmesi, üriner mikrobiyom araştırmalarının klinik uygulamaya aktarılması açısından önemlidir (Lee et al., 2025; Méndez-Sacta et al., 2026). Gelecekte üriner mikrobiyom profillemesinin hastalık riskinin değerlendirilmesi, hasta sınıflandırması ve tedavi yanıtının öngörülmesine katkı sağlayarak kişiselleştirilmiş ürolojik yaklaşımlarda tamamlayıcı bir araç olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Chai, T. C., Wolfe, A. J., & Brubaker, L. (2024). The urinary microbiome: Improving diagnostics and management of urinary tract infections in adult females. Infectious Disease Clinics of North America, 38(2), 241–253. https://doi.org/10.1016/j.idc.2024.03.003

Deen, N. S., Ahmed, A., Tasnim, N. T., & Khan, N. (2023). Clinical relevance of expanded quantitative urine culture in health and disease. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 13, 1210161. https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1210161

Ghabousian, A., Shafigh, A., Tayebi, S., Salehi-Pourmehr, H., Mostafaei, H., Lemberger, U., Mori, K., Sadeghi-Ghyassi, F., Hassanzadeh, H., Hajebrahimi, S., & Shariat, S. F. (2024). The potential role of urinary microbiota in bladder carcinogenesis: A systematic review. Urology Journal, 21(4), 208–220. https://doi.org/10.22037/uj.v20i.8036

Kardoust Parizi, M., Matsukawa, A., Alimohammadi, A., Klemm, J., Tsuboi, I., Fazekas, T., Laukhtina, E., Chiujdea, S., Karakiewicz, P. I., & Shariat, S. F. (2024). Genitourinary microbiomes and prostate cancer: A systematic review and meta-analysis of tumorigeneses and cancer characteristics. Central European Journal of Urology, 77(3), 447–455. https://doi.org/10.5173/ceju.2024.80

Karstens et al. (2016). Does the Urinary Microbiome Play a Role in Urgency Urinary Incontinence and Its Severity? Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 6, 78. DOI: 10.3389/fcimb.2016.00078.

Lee, S., Sfanos, K., & Singla, N. (2025). The role of the urinary microbiome in genitourinary cancers. Nature Reviews Urology, 22(8), 544–561. https://doi.org/10.1038/s41585-025-01011-z

Lu, J., & Tao, K. (2025). Urinary microbiota in patients with kidney stones: A systematic review and meta-analysis. Microbial Pathogenesis, 205, 107641. https://doi.org/10.1016/j.micpath.2025.107641

Méndez-Sacta, M. F., Agreda Orellana, J. A., Ayavaca-Tapia, J. L., Gutiérrez León, M. A., & Calero-Cáceres, W. (2026). Methodological bias shapes the interpretation of the urinary microbiome in low-biomass systems. Frontiers in Microbiology. 17, 1851926. DOI 10.3389/fmicb.2026.1851926.

Nelson, Z., et al. (2024). Guidelines for the prevention, diagnosis, and management of urinary tract infections in pediatrics and adults: A WikiGuidelines Group consensus statement. JAMA Network Open, 7(11), e2444495. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.44495

Spazzapan, M., Raison, N., Steves, C., & Sahai, A. (2026). The urinary microbiome, overactive bladder and bladder pain syndrome/interstitial cystitis—Mechanisms, diagnostics and therapeutic opportunities. Nature Reviews Urology. Advance online publication. https://doi.org/10.1038/s41585-026-01174-3**ÜROLOJİDE**

DİJİTAL İKİZLER: HASTANIN SANAL MODELİ KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ TEDAVİNİN GELECEĞİ OLABİLİR Mİ?

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ŞANLI[1]/ Doç. Dr. Yasemin ŞANLI[2]

[1] Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü Üroloji Anabilim Dalı, drasanli07@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8237-1072

[2] Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümü, yaseminsanli@kmu.edu.tr, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8237-1072

Özet

Dijital ikiz (digital twin), bir hastanın, organın veya biyolojik sistemin klinik, görüntüleme, moleküler ve fizyolojik veriler kullanılarak oluşturulan ve yeni verilerle güncellenebilen dinamik sanal modelini ifade etmektedir. Yapay zekâ, makine öğrenmesi, tıbbi görüntüleme ve hesaplamalı modellemedeki gelişmeler, dijital ikizlerin hastalık seyrinin simülasyonu, tedavi yanıtının öngörülmesi ve kişiselleştirilmiş klinik kararların desteklenmesi amacıyla kullanımını gündeme getirmiştir. Ürolojide mevcut çalışmalar özellikle prostat kanseri ve böbrek cerrahisi üzerinde yoğunlaşmakta; prostat kanserinde manyetik rezonans görüntüleme ve klinik veriler kullanılarak tümör büyümesinin hasta özelinde modellenmesi, böbrek cerrahisinde ise üç boyutlu anatomik dijital ikizlerin robot yardımlı parsiyel nefrektomi sırasında cerrahi navigasyonda kullanılması araştırılmaktadır. Dijital ikizlerin gelecekte ürolitiyaziste taş rekürrensinin öngörülmesi, benign prostat hiperplazisinde tedavi sonuçlarının modellenmesi ve mesane kanserinde kişiselleştirilmiş izlem stratejilerinin oluşturulması açısından da potansiyel taşıdığı düşünülmektedir; ancak bu uygulamaların çoğu henüz kavramsal düzeydedir. Mevcut modellerin önemli bir bölümü gerçek zamanlı ve çift yönlü veri akışına sahip tam dijital ikizlerden ziyade dijital model veya dijital gölge özellikleri göstermektedir. Veri standardizasyonu, model doğrulama, açıklanabilirlik, mahremiyet, maliyet ve etik sorunlar klinik uygulamaya geçişin başlıca engelleridir. Bu derlemenin amacı, dijital ikiz teknolojisinin ürolojide mevcut uygulamalarını incelemek ve kişiselleştirilmiş tanı, tedavi, cerrahi planlama ve hasta izlemi açısından gelecekteki potansiyelini değerlendirmektir.

Anahtar kelimeler: Dijital ikiz, üroloji, yapay zekâ, kişiselleştirilmiş tıp.

DIGITAL TWINS IN UROLOGY: COULD A VIRTUAL PATIENT MODEL BE THE FUTURE OF PERSONALIZED TREATMENT?

Abstract

A digital twin refers to a dynamic virtual model of a patient, organ, or biological system that is created using clinical, imaging, molecular, and physiological data and can be updated as new data become available. Advances in artificial intelligence, machine learning, medical imaging, and computational modeling have brought digital twins to the forefront as tools for simulating disease progression, predicting treatment response, and supporting personalized clinical decision-making. Current studies in urology have focused particularly on prostate cancer and renal surgery; in prostate cancer, patient-specific modeling of tumor growth using magnetic resonance imaging and clinical data is being investigated, while in renal surgery, the use of three-dimensional anatomical digital twins for surgical navigation during robot-assisted partial nephrectomy is being explored. Digital twins are also considered to have potential future applications in predicting stone recurrence in urolithiasis, modeling treatment outcomes in benign prostatic hyperplasia, and developing personalized surveillance strategies for bladder cancer; however, most of these applications remain conceptual. A substantial proportion of current models exhibit characteristics of digital models or digital shadows rather than fully developed digital twins with real-time, bidirectional data flow. Data standardization, model validation, explainability, privacy, cost, and ethical issues remain major barriers to clinical implementation. The aim of this review is to examine the current applications of digital twin technology in urology and to evaluate its future potential for personalized diagnosis, treatment, surgical planning, and patient monitoring.

Keywords: Digital twin, urology, artificial intelligence, personalized medicine.

1. GİRİŞ

Dijital dönüşüm, yapay zekâ, makine öğrenmesi, tıbbi görüntüleme ve hesaplamalı modellemedeki hızlı gelişmelerle birlikte sağlık hizmetlerinde kişiselleştirilmiş tıp uygulamalarının kapsamını genişletmektedir (Görtz et al., 2026; Ringeval et al., 2025). Bu gelişmelerin dikkat çekici örneklerinden biri, mühendislik alanında ortaya çıkan ve son yıllarda sağlık bilimlerine uyarlanan "dijital ikiz" teknolojisidir (Görtz, 2026; Nedbal et al., 2026). Dijital ikizler, fiziksel bir nesnenin, organın, biyolojik sistemin veya hastanın gerçek dünyadaki özelliklerini yansıtan ve yeni veriler elde edildikçe güncellenebilen hasta özelinde sanal modeller olarak tanımlanmaktadır (Görtz et al., 2026; Nedbal et al., 2026).

Sağlık alanındaki dijital ikiz yaklaşımının temel özelliği yalnızca hastanın üç boyutlu anatomik görüntüsünü oluşturmak değil, farklı kaynaklardan elde edilen verileri bir araya getirerek hastanın veya hastalığın zaman içerisindeki davranışını modelleyebilmektir (Görtz et al., 2026). Bu modeller klinik veriler, laboratuvar sonuçları, görüntüleme bulguları, histopatolojik özellikler, genomik ve diğer omik veriler ile fizyolojik ölçümlerin bütünleştirilmesine dayanabilmektedir (Görtz et al., 2026; Pecoraro et al., 2026). Yapay zekâ ve hesaplamalı modelleme yöntemleri ise bu verilerin işlenmesini, hastalığın olası seyrinin simüle edilmesini ve farklı müdahalelere verilebilecek yanıtların tahmin edilmesini destekleyebilmektedir (Görtz et al., 2026; Olawade et al., 2026).

Üroloji, yüksek düzeyde görüntüleme verisi, robotik cerrahi uygulamaları, biyobelirteçler ve uzun dönem hasta izleminin birlikte kullanıldığı bir alan olması nedeniyle dijital ikiz teknolojisinin uygulanabileceği önemli klinik disiplinlerden biri olarak değerlendirilmektedir (Nedbal et al., 2026; Olawade et al., 2026). Güncel literatürde prostat ve böbrek kanserleri dijital ikiz uygulamalarının en fazla araştırıldığı ürolojik alanlar arasında yer alırken; mesane kanseri, benign prostat hiperplazisi ve ürolitiyazis için önerilen uygulamaların önemli bir bölümü henüz teorik veya erken geliştirme aşamasındadır (Nedbal et al., 2026). Bu derlemenin amacı, dijital ikiz teknolojisinin ürolojide mevcut kullanım alanlarını incelemek ve kişiselleştirilmiş tanı, tedavi, cerrahi planlama ve hasta izlemi açısından gelecekteki potansiyelini değerlendirmektir (Nedbal et al., 2026; Olawade et al., 2026).

2. DİJİTAL İKİZ KAVRAMI

Dijital ikiz kavramı, gerçek bir fiziksel sistemin sanal ortamda temsil edilmesi ve fiziksel sistemden elde edilen yeni verilerle sanal modelin güncellenmesi esasına dayanmaktadır (Görtz, 2026; Nedbal et al., 2026). Sağlık alanında bu yaklaşım, hastanın veya belirli bir organın anatomik, fizyolojik, klinik ve moleküler özelliklerinin bilgisayar ortamında modellenerek kişiye özgü bir sanal temsil oluşturulmasını amaçlamaktadır (Görtz et al.,

2026). Bu nedenle dijital ikiz, yalnızca elektronik sağlık kaydının dijital bir kopyası veya üç boyutlu anatomik model olarak değerlendirilmemelidir; ideal bir dijital ikiz, yeni hasta verileriyle güncellenebilen ve gelecekteki klinik durumlara ilişkin simülasyonlar üretebilen dinamik bir sistemdir (John et al., 2025; Nedbal et al., 2026).

Dijital ikizin oluşturulması genel olarak veri toplama, hasta özelinde hesaplamalı model oluşturma, olası klinik senaryoların simüle edilmesi ve yeni verilerle modelin yeniden güncellenmesi aşamalarını içermektedir (Pecoraro et al., 2026). Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), bilgisayarlı tomografi (BT), laboratuvar bulguları, histopatolojik ve genomik veriler ile elektronik sağlık kayıtları bu sistemlerin temel veri kaynakları arasında yer alabilmektedir (Görtz et al., 2026; Pecoraro et al., 2026). Yapay zekâ ve makine öğrenmesi ise farklı yapıdaki bu verilerin bütünleştirilmesi, örüntülerin belirlenmesi ve hasta özelinde tahminlerin geliştirilmesinde önemli bir bileşen olarak değerlendirilmektedir (John et al., 2025; Pecoraro et al., 2026).
Bununla birlikte literatürde "dijital ikiz" teriminin her zaman aynı teknik olgunluk düzeyindeki sistemler için kullanılmadığı görülmektedir (John et al., 2025). Prostat kanseri alanındaki güncel sistematik derleme, yapay zekâ tabanlı dijital ikiz yaklaşımlarının umut verici olmakla birlikte, mevcut uygulamaların önemli bölümünün tam ve dinamik dijital ikiz sistemlerinin gerektirdiği teknik özelliklere henüz ulaşmadığını göstermektedir (John et al., 2025). Dolayısıyla ürolojide dijital ikiz teknolojisinin günümüzde büyük ölçüde gelişmekte olan bir yaklaşım olarak değerlendirilmesi ve mevcut yapay zekâ tabanlı tahmin modellerinin otomatik olarak dijital ikiz olarak tanımlanmaması gerekmektedir (John et al., 2025; Nedbal et al., 2026).

3. ÜRO-ONKOLOJİDE DİJİTAL İKİZLER

Dijital ikiz teknolojisinin ürolojide en fazla araştırıldığı alanlardan biri üro-onkolojidir (Görtz et al., 2026; Olawade et al., 2026). Ürolojik kanserlerde tümör heterojenitesi, hastalar arasında tedavi yanıtının farklılık göstermesi ve klinik seyirdeki değişkenlik, hasta özelinde tahmin ve simülasyon modellerinin geliştirilmesine yönelik ilgiyi artırmaktadır (Görtz et al., 2026). Dijital ikiz yaklaşımı, klinik, görüntüleme, genomik ve histopatolojik verileri tek bir hasta modelinde birleştirerek risk sınıflandırması, tedavi planlaması ve dinamik hasta izlemini desteklemeyi amaçlamaktadır (Görtz et al., 2026).
Dijital ikizin önemli özelliklerinden biri, farklı tedavi seçeneklerinin olası sonuçlarının gerçek hastaya uygulanmadan önce sanal model üzerinde değerlendirilmesi düşüncesidir (Görtz et al., 2026; Olawade et al., 2026). Böyle bir yaklaşımın klinik olarak doğrulanması halinde cerrahi, radyoterapi, sistemik tedavi veya aktif izlem gibi farklı seçeneklerin hasta özelinde karşılaştırılmasına katkı sağlayabileceği öngörülmektedir (Görtz et al., 2026). Bununla birlikte bu kullanım alanlarının önemli bir bölümü halen araştırma aşamasında olduğundan,

dijital ikizlerin günümüzde standart üro-onkolojik karar verme yöntemlerinin yerini aldığı söylenemez (Görtz et al., 2026; Nedbal et al., 2026).

4. PROSTAT KANSERİNDE DİJİTAL İKİZ

Prostat kanseri, ürolojide hasta özelinde dijital ikiz geliştirilmesine yönelik en fazla araştırmanın bulunduğu hastalıklardan biridir (John et al., 2025; Pecoraro et al., 2026). Prostat kanserinin biyolojik ve klinik heterojenliği, bazı tümörlerin yavaş ilerlerken bazılarının agresif seyretmesi ve tedavilerin farklı sonuçlara yol açabilmesi kişiselleştirilmiş modelleme yaklaşımlarını önemli hale getirmektedir (Görtz et al., 2026; Pecoraro et al., 2026). Dijital ikiz modellerinde multiparametrik MRG, PSA, histopatoloji, genomik ve klinik özellikler gibi farklı veri kaynaklarının bütünleştirilmesiyle hastalığın seyrinin ve tedavi yanıtının hasta özelinde modellenmesi amaçlanmaktadır (Görtz et al., 2026; Pecoraro et al., 2026).

Pérez-Benito ve arkadaşları (2024), prostat ve tümör geometrisi, hücresel dağılım, vaskülarizasyon ve MRG verilerini bir araya getiren hasta özelinde bir prostat tümörü büyüme modeli geliştirmiştir. Model, tümör büyümesinin yanı sıra oksijen taşınması, hücre proliferasyonu, farklılaşma ve apoptoz gibi biyolojik süreçleri içermiş ve PSA dinamiklerini de simüle etmiştir. Araştırmada dört hastadan elde edilen seri MRG verileri kullanılmış ve çalışma prostat kanseri için tam bir klinik dijital ikizden ziyade bu hedefe yönelik erken bir adım olarak sunulmuştur (Pérez-Benito et al., 2024).

John ve arkadaşlarının (2025) sistematik derlemesi, yapay zekâ tabanlı dijital ikiz yaklaşımlarının prostat kanserinde görüntü analizi, hastalık sınıflandırması ve sonuç tahmini açısından potansiyel taşıdığını göstermektedir. Bununla birlikte mevcut sistemlerin büyük bölümünde gerçek zamanlı veri entegrasyonu ve fiziksel hasta ile sanal model arasında sürekli çift yönlü güncelleme bulunmadığından, bu modellerin çoğu henüz tam dijital ikiz kriterlerini karşılamamaktadır (John et al., 2025). Gelecekte görüntüleme, genomik, patoloji ve klinik verilerin dinamik olarak bütünleştirilmesi, prostat kanserinde aşırı tanı ve aşırı tedavinin azaltılması ile aktif izlem ve tedavi seçimlerinin kişiselleştirilmesine katkı sağlayabilir; ancak bu potansiyelin prospektif klinik çalışmalarla doğrulanması gerekmektedir (John et al., 2025; Pecoraro et al., 2026).

5. BÖBREK CERRAHİSİ VE DİJİTAL İKİZLER

Böbrek cerrahisi, anatomik dijital ikizlerin klinik uygulamaya en yakın kullanım alanlarından biri olarak değerlendirilmektedir (Amparore et al., 2025; Olawade et al., 2026). Böbrek tümörlerinde nefron koruyucu cerrahi sırasında tümörün renal damarlar, toplayıcı sistem ve sağlıklı parankimle ilişkisinin doğru anlaşılması cerrahi planlama açısından önem taşımaktadır ve üç boyutlu hasta özelinde modeller bu anatomik ilişkilerin görselleştirilmesine yardımcı olabilmektedir (Amparore et al., 2025).

Amparore ve arkadaşları (2025), robot yardımlı parsiyel nefrektomi sırasında kullanılmak üzere böbrek parankimi, tümör, renal damarlar ve toplayıcı sistemi içeren üç boyutlu anatomik dijital ikiz modeller geliştirmiştir. Bu modeller yalnızca organ morfolojisini değil, dokuların morfolojik özelliklerini ve görsel dokusunu daha gerçekçi biçimde temsil etmeyi amaçlamış ve intraoperatif navigasyon açısından değerlendirilmiştir (Amparore et al., 2025). Bu yaklaşımın, cerrahın tümör ve kritik anatomik yapılar arasındaki ilişkileri daha ayrıntılı değerlendirmesine ve hasta özelinde cerrahi planlama yapmasına katkı sağlama potansiyeli bulunmaktadır (Amparore et al., 2025; Olawade et al., 2026).

Dijital ikiz destekli cerrahinin gelecekte preoperatif planlamayla sınırlı kalmayarak intraoperatif görüntüleme, robotik sistemler ve gerçek zamanlı fizyolojik verilerle bütünleşebileceği öngörülmektedir (Olawade et al., 2026). Ancak mevcut kanıtların henüz sınırlı olması nedeniyle bu teknolojilerin cerrahi komplikasyonları azalttığı veya uzun dönem hasta sonuçlarını iyileştirdiği sonucuna ulaşmak için daha geniş ve karşılaştırmalı klinik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır (Amparore et al., 2025; Olawade et al., 2026).

6. ÜROLİTİYAZİS VE BENİGN PROSTAT HİPERPLAZİSİNDE GELECEK POTANSİYELİ

Ürolitiyazis ve benign prostat hiperplazisi (BPH), dijital ikizlerin gelecekte uygulanabileceği benign ürolojik hastalıklar arasında gösterilmektedir; ancak bu alanlardaki dijital ikiz uygulamalarının henüz büyük ölçüde kavramsal olduğu vurgulanmaktadır (Nedbal et al., 2026). Ürolitiyaziste görüntüleme, taş özellikleri, metabolik değerlendirmeler, idrar parametreleri ve hasta öyküsünün bir araya getirilmesiyle taş oluşumu veya rekürrens riskinin hasta özelinde modellenmesi teorik olarak mümkün görülmektedir (Nedbal et al., 2026). Böyle bir sistemin yeni klinik ve metabolik verilerle sürekli güncellenmesi, gelecekte takip sıklığı ve koruyucu müdahalelerin bireyselleştirilmesine katkı sağlayabilir; ancak bu kullanım biçimi henüz klinik olarak doğrulanmış bir dijital ikiz uygulaması değildir (Nedbal et al., 2026).

Benzer şekilde BPH'de prostat hacmi, anatomik özellikler, idrar akım parametreleri, semptom skorları ve mesane fonksiyonlarına ilişkin verilerin bir araya getirilmesiyle farklı tedavi seçeneklerinin sonuçlarının modellenebileceği öngörülmektedir. Dijital ikizlerin gelecekte medikal tedavi, minimal invaziv girişimler veya cerrahi seçenekler arasında hasta özelinde karar verilmesine yardımcı olabileceği düşünülmekle birlikte, benign ürolojik hastalıklar için gerçek anlamda doğrulanmış klinik dijital ikizlerin henüz geliştirilmediği bildirilmektedir (Nedbal et al., 2026). Bu nedenle ürolitiyazis ve BPH açısından dijital ikiz teknolojisinin mevcut klinik uygulamadan çok gelecekteki araştırma alanı olarak değerlendirilmesi daha uygun görünmektedir.

7. KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ TEDAVİ KARARLARINDA DİJİTAL İKİZLERİN POTANSİYELİ

Dijital ikizlerin kişiselleştirilmiş tıp açısından temel vaadi, "ortalama hasta" için geliştirilen tahminlerden hasta özelinde dinamik öngörülere geçişi destekleyebilmesidir (Görtz et al., 2026; Ringeval et al., 2025). Geleneksel klinik karar verme yöntemleri popülasyon düzeyindeki araştırma sonuçlarını bireysel hasta özellikleriyle birleştirirken, dijital ikiz yaklaşımı aynı hastaya ait farklı veri katmanlarını sürekli güncellenen bir hesaplamalı model içerisinde bir araya getirmeyi amaçlamaktadır (Görtz et al., 2026).

Bu yaklaşımın klinik olarak doğrulanması halinde, örneğin prostat kanserli bir hastada aktif izlem, cerrahi veya radyoterapi gibi farklı senaryoların sanal model üzerinde karşılaştırılması ve beklenen sonuçların hasta özelinde tahmin edilmesi mümkün olabilecektir (Görtz et al., 2026; Pecoraro et al., 2026). Benzer biçimde böbrek tümöründe farklı rezeksiyon stratejilerinin anatomik ve fonksiyonel sonuçları ameliyat öncesinde modellenebilir ve dijital ikiz intraoperatif navigasyona katkı sağlayabilir (Amparore et al., 2025; Olawade et al., 2026). Bu özellikler dijital ikizleri yalnızca hastalığı tanımlayan statik bir teknoloji olmaktan çıkararak öngörücü ve potansiyel olarak uyarlanabilir bir klinik karar destek sistemi haline getirebilir (Görtz et al., 2026).

Bununla birlikte dijital ikizlerin hekimin klinik kararının yerine geçen otonom sistemler olarak değil, doğrulanmaları halinde klinik karar sürecini destekleyen araçlar olarak değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Görtz et al., 2026; Nedbal et al., 2026). Dijital ikiz tarafından oluşturulan bir tahminin klinik karar üzerinde etkili olabilmesi için modelin hangi verilerden yararlandığının, tahminin belirsizlik düzeyinin ve modelin hangi hasta popülasyonlarında doğrulandığının anlaşılabilir olması gerekmektedir (Görtz et al., 2026; Sel et al., 2025).

8. SINIRLILIKLAR, ETİK SORUNLAR VE KLİNİK UYGULAMAYA GEÇİŞ

Dijital ikizlerin klinik uygulamaya aktarılmasının önünde veri entegrasyonu, hesaplama gereksinimi, standardizasyon, model doğrulama, açıklanabilirlik, maliyet, mahremiyet ve etik yönetişim gibi önemli sorunlar bulunmaktadır (Burr et al., 2026; Görtz et al., 2026). Dijital ikizlerin klinik, genomik, görüntüleme, fizyolojik ve davranışsal veriler gibi çok sayıda hassas veri türünü bir araya getirebilmesi, veri güvenliği ve mahremiyet sorunlarını geleneksel elektronik sağlık kayıtlarından daha karmaşık hale getirebilmektedir (Burr et al., 2026).

Model doğrulaması da dijital ikiz teknolojisinin klinik kullanımı açısından temel sorunlardan biridir ve hasta özelinde oluşturulan tahminlerin yalnızca popülasyon düzeyinde değil, bireysel hasta düzeyinde de güvenilir olması beklenmektedir (Sel et al., 2025). Dijital ikiz modellerinin farklı merkezler, popülasyonlar ve cihazlardan elde edilen veriler üzerinde dış doğrulamasının yapılması, modellerin genellenebilirliğinin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır (Görtz et al., 2026; Sel et al., 2025). Mevcut sağlık dijital ikizi

literatüründe gerçek dünya klinik entegrasyonunun sınırlı olması, teknik başarı ile klinik yarar arasında önemli bir translasyon boşluğu bulunduğunu göstermektedir (Ringeval et al., 2025).

Veri setlerindeki temsil eksiklikleri ve algoritmik yanlılıklar, belirli hasta gruplarında daha düşük model performansına ve sağlık eşitsizliklerinin artmasına yol açma riski taşımaktadır (Burr et al., 2026). Dijital ikizlerin geliştirilmesi ve uygulanmasında bilgilendirilmiş onam, verinin sahipliği, ikincil veri kullanımı, siber güvenlik, model şeffaflığı ve yanlış tahmin durumunda sorumluluğun nasıl paylaşılacağı gibi konuların açık biçimde düzenlenmesi gerekmektedir (Burr et al., 2026). Bu nedenle dijital ikizlerin klinik uygulamaya geçişi yalnızca teknolojik gelişmeye değil; klinisyenler, mühendisler, veri bilimciler, etik uzmanları, hukukçular ve hastaların dahil olduğu disiplinler arası bir yönetişim yaklaşımına bağlıdır (Burr et al., 2026; Görtz et al., 2026).

Dijital ikiz teknolojisinin gelecekte ürolojide tanı, risk sınıflandırması, tedavi seçimi, cerrahi planlama ve uzun dönem hasta izlemini aynı kişiselleştirilmiş model içerisinde birleştirebilecek bir platforma dönüşme potansiyeli bulunmaktadır (Görtz et al., 2026; Nedbal et al., 2026). Yapay zekâ, gelişmiş tıbbi görüntüleme, genomik ve diğer omik teknolojiler ile gerçek zamanlı sağlık verilerinin bütünleştirilmesi, daha kapsamlı ve dinamik hasta modellerinin geliştirilmesini destekleyebilir (Görtz et al., 2026; Pecoraro et al., 2026).

Ürolojide yakın dönemdeki araştırmaların özellikle prostat kanserinde tümör büyümesi ve tedavi yanıtı modellemesi, renal cerrahide anatomik dijital ikizler ve üro-onkolojide multimodal karar destek sistemleri üzerinde yoğunlaşması beklenmektedir (Görtz et al., 2026; Olawade et al., 2026). BPH, ürolitiyazis ve diğer benign ürolojik hastalıklarda ise kavramsal modellerin gerçek hasta verileri kullanılarak geliştirilmesi ve prospektif olarak doğrulanması temel araştırma gereksinimleri arasındadır (Nedbal et al., 2026). Gelecekteki çalışmaların teknolojinin yalnızca tahmin doğruluğunu değil, hasta sonuçları, klinik karar kalitesi, maliyet-etkililik, hasta güvenliği ve sağlık hizmetlerine eşit erişim üzerindeki etkisini de değerlendirmesi gerekmektedir (Burr et al., 2026; Ringeval et al., 2025).

9. SONUÇ

Dijital ikiz teknolojisi, hastaya ait klinik, görüntüleme, patolojik, moleküler ve fizyolojik verileri dinamik bir sanal model içerisinde birleştirerek ürolojide kişiselleştirilmiş tıp için yeni bir yaklaşım sunmaktadır (Görtz et al., 2026; Nedbal et al., 2026). Güncel kanıtlar özellikle prostat kanseri ve robot yardımlı böbrek cerrahisinde hasta özelinde hesaplamalı ve anatomik modellerin geliştirilmesinde ilerleme sağlandığını göstermektedir (Amparore et al., 2025; Pérez-Benito et al., 2024). Bununla birlikte mevcut uygulamaların önemli bir bölümü henüz tam, gerçek zamanlı ve çift yönlü dijital ikiz kriterlerini karşılamamakta ve klinik uygulamalar erken gelişim aşamasında bulunmaktadır (John et al., 2025; Nedbal et al., 2026).

Ürolitiyazis, BPH ve bazı mesane hastalıklarında öngörülen kullanım alanları umut verici olmakla birlikte, bunların büyük bölümü henüz teorik veya kavramsal düzeydedir (Nedbal et al., 2026). Veri standardizasyonu, birlikte çalışabilirlik, model doğrulama, açıklanabilirlik, veri güvenliği, etik yönetişim ve klinik etkinliğin gösterilmesi rutin kullanıma geçiş için çözülmesi gereken temel sorunlardır (Burr et al., 2026; Görtz et al., 2026; Sel et al., 2025). Bu sınırlılıklar aşılabildiği takdirde dijital ikizlerin gelecekte hekimin yerini alan bir teknoloji olmaktan ziyade, hasta özelinde riskleri ve farklı tedavi senaryolarını değerlendiren tamamlayıcı bir klinik karar destek aracı olarak kişiselleştirilmiş ürolojinin önemli bileşenlerinden biri haline gelmesi mümkün görünmektedir (Görtz et al., 2026; Nedbal et al., 2026).

KAYNAKLAR

Amparore, D., Piana, A., Piramide, F., De Cillis, S., Checcucci, E., Fiori, C., & Porpiglia, F. (2025). 3D anatomical digital twins: New generation virtual models to navigate robotic partial nephrectomy. BJUI Compass, 6(3), e453. https://doi.org/10.1002/bco2.453.

Burr, C. D., Qian, S., Winter, P., Chico, T., et al. (2026). Realising the digital twin: A thematic review and analysis of the ethical, legal, and social issues for digital twins in healthcare. AI & Society, 41(5), 5243–5267. https://doi.org/10.1007/s00146-025-02833-6

Görtz, M. (2026). Digital twins: Past, present and future. Scientific Reports, 16, 10510. https://doi.org/10.1038/s41598-026-45272-z

Görtz, M., Brandl, C., Nitschke, A., Riediger, A., Stromer, D., Byczkowski, M., Heuveline, V., & Weidemüller, M. (2026). Digital twins for personalized treatment in uro-oncology in the era of artificial intelligence. Nature Reviews Urology, 23(1), 29–39. https://doi.org/10.1038/s41585-025-01096-6

John, A., Alhajj, R., & Rokne, J. (2025). A systematic review of AI as a digital twin for prostate cancer care. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 268, 108804. https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2025.108804

Nedbal, C., Madaan, S., Nabi, G., & Somani, B. K. (2026). Digital twins in urology: A vision for the future of urological practice. Therapeutic Advances in Urology, 18, 17562872261419592. https://doi.org/10.1177/17562872261419592

Olawade, D. B., Oisakede, E. O., Fidelis, S. C., Ogunbona, M. A., Makanjuola, B. D., & Daniel, R. I. A. (2026). Digital twins in urological oncology and surgery: A review of emerging applications. European Journal of Surgical Oncology, 52(6), 111849. https://doi.org/10.1016/j.ejso.2026.111849

Pecoraro, M., Messina, E., Novelli, S., Laschena, L., Blasilli, G., Tronci, E., & Panebianco, V. (2026). Digital twin technologies in prostate cancer as a frontier for precision medicine. European Radiology Experimental, 10, 93. https://doi.org/10.1186/s41747-026-00753-8.

Pérez-Benito, Á., García-Aznar, J. M., Gómez-Benito, M. J., & Pérez, M. Á. (2024). Patient-specific prostate tumour growth simulation: A first step towards the digital twin. Frontiers in Physiology, 15, 1421591. https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1421591

Ringeval, M., Etindele Sosso, F. A., Cousineau, M., & Paré, G. (2025). Advancing health care with digital twins: Meta-review of applications and implementation challenges. Journal of Medical Internet Research, 27, e69544. https://doi.org/10.2196/69544

Sel, K., Hawkins-Daarud, A., Chaudhuri, A., Osman, D., Bahai, A., Paydarfar, D., Willcox, K., Chung, C., et al. (2025). Survey and perspective on verification, validation, and uncertainty quantification of digital twins for precision medicine. npj Digital Medicine, 8, 40. https://doi.org/10.1038/s41746-025-01447-y

SIÇANLARDA TRAVMATİK BEYİN HASARI SONRASI LOSARTANIN SEREBELLUM ÜZERİNDEKİ NÖROPROTEKTİF ETKİLERİ

Assoc. Prof. Fırat AŞIR[1], Dr. Hayat AYAZ[2]

[1]Department of Histology and Embryology, Faculty of Medicine, Dicle University, 21280, Diyarbakır, Turkey, firatasir@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6384-9146,

[2]Department of Histology and Embryology, Faculty of Medicine, Dicle University, 21280, Diyarbakır, Turkey, ayazhayat44@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0556-9031

Özet

Giriş ve Amaç: Travmatik beyin hasarı (TBH), birincil yaralanma bölgesinin dışında serebellumda da oksidatif stres, nöroinflamasyon ve nöronal dejenerasyonla ilişkili ikincil hasara neden olabilmektedir. Bu çalışmada, anjiyotensin II tip 1 reseptör antagonisti losartanın deneysel TBH sonrasında serebellar doku üzerindeki potansiyel nöroprotektif etkilerinin biyokimyasal, histopatolojik ve immünohistokimyasal yöntemlerle değerlendirilmesi amaçlandı. Gereç ve Yöntem: Sham, TBH ve TBH + Losartan gruplarındaki toplam 24 yetişkin erkek Sprague-Dawley sıçanın (10–12 haftalık, 250–300 g; n = 8/grup) verileri değerlendirildi; travma, kafatasına sabitlenen çelik disk üzerine 1 metre yükseklikten 50 gramlık ağırlık düşürülerek oluşturuldu. Tedavi grubuna yaralanma sonrasında 14 gün boyunca oral gavajla losartan (10 mg/kg/gün), TBH grubuna oral serum fizyolojik verildi, Sham grubuna ek müdahale uygulanmadı. On dördüncü günde alınan serebellar dokularda malondialdehit (MDA) düzeyleri ölçüldü, hematoksilen-eozin boyamasıyla doku morfolojisi ve IBA-1 immünohistokimyasıyla mikroglial yanıt değerlendirildi; veriler ortalama ± standart sapma olarak sunuldu ve normal dağılım gösteren değişkenler ANOVA ve Tukey testiyle analiz edildi. Bulgular: Serebellar MDA düzeyleri Sham grubunda 5,45 ± 2,35, TBH grubunda 22,72 ± 8,19 ve TBH + Losartan grubunda 10,46 ± 9,37 nmol/mg protein olarak bildirildi. TBH grubunda MDA düzeyleri Sham grubuna göre yükselirken ($p < 0,001$), losartan grubunda TBH grubuna göre azaldı ($p < 0,01$). Histopatolojik değerlendirmede TBH grubunda Purkinje hücre kaybı, sitoplazmik büzülme, piknoz, vakuolizasyon, ödem ve vasküler konjesyon gözlenirken, losartan grubunda Purkinje hücre morfolojisi ve tabakalanma daha iyi korunmuş, ödem ve vasküler değişiklikler azalmıştı. TBH grubunda özellikle moleküler ve Purkinje hücre tabakalarında artan IBA-1 immünoreaktivitesi losartan grubunda azalmıştı; histolojik ve immünohistokimyasal bulgular nitel olarak değerlendirildi. Sonuç: Losartan uygulaması, bu deneysel modelde azalmış serebellar lipid peroksidasyonu, daha iyi korunmuş doku mimarisi ve hafiflemiş mikroglial yanıtla ilişkiliydi. Bulgular, losartanın TBH sonrası ikincil serebellar hasarı sınırlandırma potansiyelini desteklemekte ve serebellumu hedefleyen nöroprotektif yaklaşımlar için preklinik kanıt sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Travmatik beyin hasarı; Losartan; Serebellum; Mikroglia; Oksidatif stres; Malondialdehit.

NEUROPROTECTIVE EFFECTS OF LOSARTAN ON THE CEREBELLUM FOLLOWING TRAUMATIC BRAIN INJURY IN RATS

Abstract

Background and Objective: Traumatic brain injury (TBI) can cause secondary cerebellar damage involving oxidative stress, neuroinflammation, and neuronal degeneration beyond the primary injury site. This study evaluated the potential neuroprotective effects of losartan, an angiotensin II type 1 receptor antagonist, on cerebellar tissue following experimental TBI using biochemical, histopathological, and immunohistochemical assessments. Materials and Methods: Data from 24 adult male Sprague-Dawley rats (10–12 weeks old, 250–300 g) in Sham, TBI, and TBI + Losartan groups were evaluated (n = 8/group); injury was induced by dropping a 50-g weight from a height of 1 m onto a steel disk fixed to the skull. Losartan was administered by oral gavage at 10 mg/kg/day for 14 days after injury, whereas the TBI group received oral saline and the Sham group received no further intervention. Cerebellar tissue collected on day 14 underwent malondialdehyde (MDA) measurement, hematoxylin-eosin staining, and IBA-1 immunohistochemistry; normally distributed variables were analyzed using ANOVA followed by Tukey testing. Results: Cerebellar MDA levels (mean ± standard deviation) were 5.45 ± 2.35 in the Sham group, 22.72 ± 8.19 in the TBI group, and 10.46 ± 9.37 nmol/mg protein in the TBI + Losartan group. MDA was higher after TBI than after sham surgery ($p < 0.001$) and lower with losartan than with untreated TBI ($p < 0.01$). Histopathological examination showed Purkinje cell loss, cytoplasmic shrinkage, pyknosis, vacuolization, edema, and vascular congestion after TBI, whereas losartan-treated tissue exhibited better preservation of Purkinje cell morphology and cortical organization with reduced edema and vascular alterations. Increased IBA-1 immunoreactivity after TBI, particularly in the molecular and Purkinje cell layers, was attenuated with losartan; histological and immunohistochemical findings were assessed qualitatively. Conclusion: Losartan treatment was associated with reduced cerebellar lipid peroxidation, preserved tissue architecture, and attenuated microglial responses in this experimental model. These findings support its potential to limit secondary cerebellar injury following TBI.

Keywords: Brain Injuries, Traumatic; Losartan; Cerebellum; Microglia; Oxidative Stress; Malondialdehyde.

1. GİRİŞ

Travmatik beyin hasarı (TBH), akut nörolojik bozuklukların yanı sıra uzun dönemde nörodejeneratif süreçlerle ilişkili sonuçlara yol açabilen önemli bir halk sağlığı sorunudur (Maas et al., 2022). Motorlu araç ve spor kazaları, fiziksel istismar ve askeri çatışmalar gibi farklı nedenlerle gelişebilir (Carron et al., 2016). Klinik şiddeti Glasgow Koma Ölçeği başta olmak üzere klinik bulgular ve görüntüleme sonuçlarıyla değerlendirilerek hafif, orta ve ağır olarak sınıflandırılır (Pavlovic et al., 2019). Olguların yaklaşık %75–90'ı hafif TBH kategorisinde yer alsa da bu yaralanmaların uzun dönem etkileri de önem taşımaktadır (Fehily & Fitzgerald, 2017).

TBH, yaralanmanın dağılımına göre fokal veya diffüz özellik gösterebilir; lokal doku ve damar hasarından yaygın aksonal hasara kadar farklı patolojik değişiklikler ortaya çıkabilir (Gupta & Sen, 2016). Travma sonrasında görülen bilişsel ve davranışsal bozukluklar, nörotransmisyonda kalıcı değişiklikler gelişebileceğine işaret etmektedir (McGuire et al., 2019). TBH ayrıca Alzheimer hastalığı, kronik travmatik ensefalopati ve amiyotrofik lateral sklerozla ilişkili proteinopatiler açısından da araştırılmaktadır (Gupta & Sen, 2016). Birincil mekanik yaralanmayı izleyen inflamasyon, oksidatif stres, eksitotoksisite ve hücre ölümü süreçleri, ikincil hasarın gelişiminde rol oynamaktadır (Baracaldo-Santamaría et al., 2022).

Serebellum, birincil darbenin serebral bölgelere yöneldiği TBH modellerinde de etkilenebilen yapılardan biridir (Seo et al., 2010). Travma sonrasında ortaya çıkan ataksi, postüral instabilite, tremor, denge ve ince motor beceri bozuklukları ile bazı bilişsel değişiklikler, kısmen serebellar hasarla ilişkili olabilir (Potts et al., 2009). Bu nedenle serebellar dokunun incelenmesi, travmanın birincil yaralanma alanı dışındaki etkilerinin değerlendirilmesi açısından önemlidir.

Losartan, anjiyotensin II tip 1 (AT1) reseptörünün seçici bir antagonistidir (Dickstein et al., 1998). Kültürlenmiş nöronlarda anjiyotensin II ile ilişkili oksidatif stres, nöroinflamasyon ve hücre ölümünü azaltabildiği bildirilmiştir (Muneer et al., 2018). Bu bulgular, losartanın TBH sonrasında gelişen ikincil hasarı hafifletme potansiyelinin araştırılmasına gerekçe oluşturmaktadır. Bununla birlikte, travma sonrası serebellar doku üzerindeki olası koruyucu etkileri henüz yeterince açıklığa kavuşmamıştır.

Bu çalışmada, sıçanlarda deneysel TBH sonrasında uygulanan losartanın serebellar doku üzerindeki etkilerinin biyokimyasal, histopatolojik ve immünohistokimyasal yöntemlerle değerlendirilmesi amaçlandı. Bu kapsamda lipid peroksidasyonu, serebellar doku morfolojisi ve IBA-1 immünoreaktivitesi incelendi.

2. YÖNTEM

2.1. Deney Hayvanları ve Etik Onay

Bu çalışmada, her birinde sekiz sıçan bulunan Sham, travmatik beyin hasarı (TBH) ve TBH + Losartan gruplarına ait toplam 24 hayvanın verileri değerlendirildi. Hayvanlar, 250–300 g ağırlığında ve 10–12 haftalık yetişkin erkek Sprague-Dawley sıçanlardı. Sıçanlar, 22 ± 2 °C sıcaklıkta ve 12 saatlik aydınlık/karanlık döngüsünde barındırıldı; yem ve suya serbest erişimleri sağlandı. Deneysel işlemler Dicle Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu (DÜHADEK) tarafından onaylandı ve 3R ilkeleri doğrultusunda gerçekleştirildi.

2.2. Kafa Travması Modelinin Oluşturulması

Travmatik beyin hasarı, ağırlık düşürme yöntemiyle oluşturuldu. Ketamin hidroklorür (90 mg/kg) ve ksilazin (8 mg/kg) intramüsküler yolla uygulanarak genel anestezi sağlandı. Orta hat kafa derisi insizyonuyla kafatası açığa çıkarıldı. Kafatası üzerine yerleştirilen çelik diskin üzerine, pleksiglas bir kılavuz tüp içerisinden 1 m yükseklikten 50 g ağırlığında ve 18 mm çapında pirinç bir ağırlık düşürülerek kapalı kafa travması oluşturuldu. İşlem sonrasında kafa derisi sütüre edildi ve hayvanlar takip süresince günlük olarak izlendi. Bu makalede değerlendirilen deney grupları ve uygulamalar aşağıda belirtilmiştir.

2.3. Deney Grupları ve Losartan Uygulaması

Kontrol (Sham) grubu (n = 8): Sıçanlara anestezi uygulandı ve kafatası cerrahi olarak açığa çıkarıldı; travma oluşturulmadan kafa derisi sütüre edildi. Bu gruba ek müdahale uygulanmadı.

TBH grubu (n = 8): Travmatik beyin hasarı oluşturulan sıçanlara, travma sonrasında 14 gün boyunca oral gavaj yoluyla %0,9 serum fizyolojik uygulandı.

TBH + Losartan grubu (n = 8): Travmatik beyin hasarı oluşturulan sıçanlara, travma sonrasında 14 gün boyunca oral gavaj yoluyla losartan (Merck Sharp & Dohme, 10 mg/kg/gün) uygulandı.

2.4. Serebellar Dokuların Toplanması

On dördüncü günde sıçanlar derin anestezi altında intrakardiyak yolla kan alınarak sakrifiye edildi ve serebellar dokular diseke edildi. Histolojik ve immünohistokimyasal incelemelerde kullanılan dokular %10 tamponlanmış formalinde fikse edildi.

2.5. Lipid Peroksidasyonunun Ölçümü

Serebellar doku homojenatları analiz öncesinde −80 °C'de saklandı. MDA düzeyleri, MAK085 kiti (Merck KGaA, Darmstadt, Almanya) kullanılarak 532 nm'de kolorimetrik olarak ölçüldü. Doku homojenatlarının toplam protein konsantrasyonu, bisinkoninik asit (BCA) yöntemiyle belirlendi. MDA düzeyleri toplam protein miktarına normalize edilerek nmol/mg protein olarak ifade edildi.

2.6. Histolojik Doku Takibi ve Morfolojik İnceleme

Histopatolojik değerlendirme amacıyla alınan serebellar örnekler, 24 saat süreyle %10 tamponlanmış formalinde tespit edildi. Çeşme suyuyla yıkamanın ardından dokular, etanol konsantrasyonu sırasıyla %80, %90 ve %96 olacak şekilde dehidrasyon işlemine tabi tutuldu. Ksilen kullanılarak şeffaflandırılan örnekler parafin bloklara gömüldü. Bu bloklardan hazırlanan 4–5 µm kalınlığındaki kesitler, doku morfolojisinin incelenmesi için hematoksilen-eozin (H&E) ile boyandı.

2.7. IBA-1 İmmünoreaktivitesinin Değerlendirilmesi

IBA-1 boyaması için streptavidin–biyotin–peroksidaz tespit sistemi kullanıldı. Serebellar parafin bloklardan hazırlanan 4–5 µm kalınlığındaki kesitler poli-L-lizin kaplı lamlara alındı. Parafinin ksilenle uzaklaştırılmasını, azalan etanol konsantrasyonları üzerinden distile suya kadar rehidrasyon izledi. Antijenlerin açığa çıkarılması amacıyla kesitler EDTA tamponunda (pH 8,0; ab93680, Abcam, Cambridge, MA, ABD) mikrodalgada 90 °C'de 15 dakika ısıtıldı.

Kesitler oda sıcaklığına ulaştıktan sonra endojen peroksidaz aktivitesi, %3 hidrojen peroksit (TA-015-HP, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, ABD) ile 10 dakikalık inkübasyonla baskılandı. Özgül olmayan bağlanmanın azaltılması için protein bloklama reaktifi (TA-125-UB, Thermo Scientific, Waltham, MA, ABD) oda sıcaklığında 15 dakika uygulandı. Primer antikor inkübasyonu, 1:100 oranında seyreltilen IBA-1 antikoru (sc-32725, Santa Cruz Biotechnology Inc., Dallas, TX, ABD) ile +4 °C'de gece boyunca gerçekleştirildi.

Fosfat tamponlu salinle yıkanan kesitler, oda sıcaklığında önce biyotinli sekonder antikor (TP-125-BN), ardından streptavidin–peroksidaz kompleksi (TS-125-HR; her ikisi Thermo Scientific, Waltham, MA, ABD) ile ayrı ayrı 30 dakika inkübe edildi. Boyanma, 3,3′-diaminobenzidin (DAB; TA-125-HD, Thermo Scientific, Waltham, MA, ABD) kullanılarak kahverengi reaksiyon ürünü şeklinde görünür hâle getirildi. DAB işlemini takiben Gill hematoksilen ile 40 saniye karşı boyama yapıldı ve kesitler 5 dakika boyunca çeşme suyunda yıkandı. Yıkama sonrasında kesitler artan konsantrasyonlardaki etanol serilerinden geçirilerek dehidrate edildi, ksilenle şeffaflandırıldı ve Entellan kullanılarak lamelle kapatıldı.

Histolojik görüntüler Zeiss Imager A2 fotomikroskop (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Jena, Almanya) aracılığıyla kaydedildi. IBA-1 boyanması, serebellar tabakalardaki dağılımı ve yoğunluğu esas alınarak değerlendirildi.

2.8. İstatistiksel Analiz

Veriler IBM SPSS Statistics 25.0 kullanılarak analiz edildi. Normal dağılıma uygunluk Shapiro-Wilk testiyle değerlendirildi. Normal dağılım gösteren değişkenlerin gruplar arasındaki karşılaştırmalarında tek yönlü

varyans analizi (ANOVA), ikili karşılaştırmalarında Tukey post-hoc testi kullanıldı. Veriler ortalama ± standart sapma olarak sunuldu ve $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

3. BULGULAR

3.1. Biyokimyasal Bulgular

TBH grubunda MDA düzeyleri Sham grubuna göre yükselirken ($p < 0,001$), losartan uygulanan grupta TBH grubuna kıyasla azaldı ($p < 0,01$).

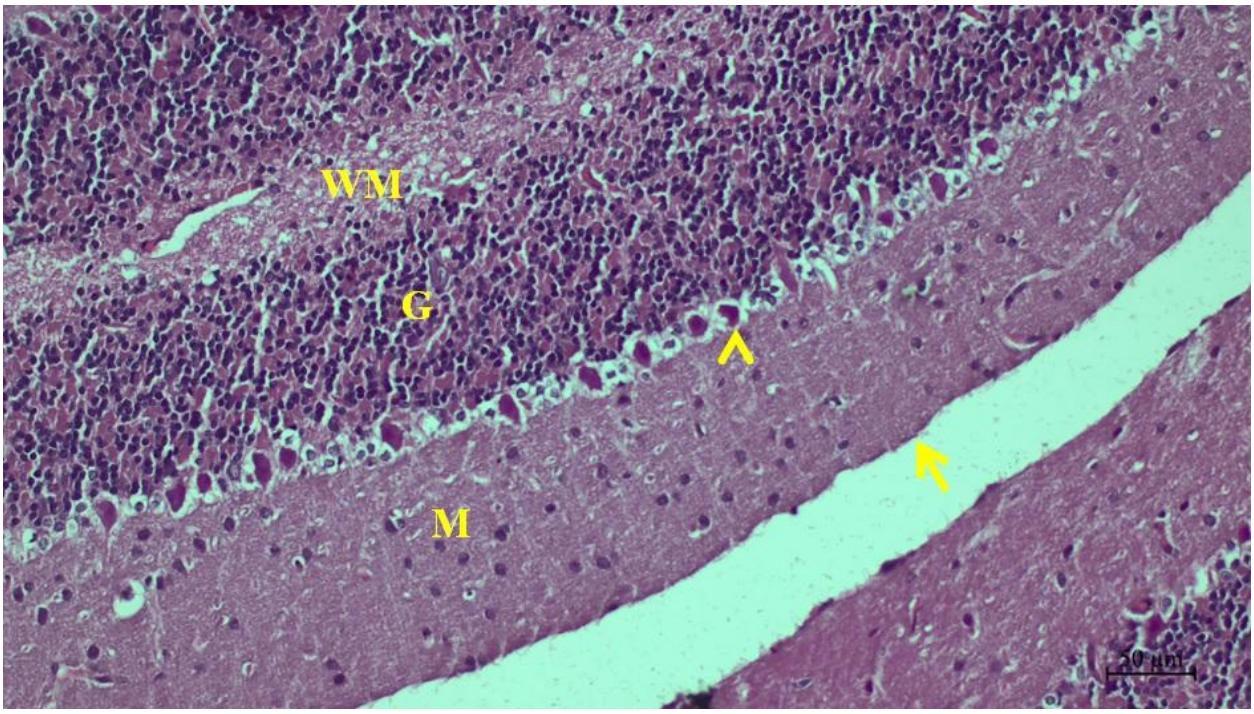
Tablo 1. Deney gruplarında serebellar MDA düzeyleri

Deney grubu	n	MDA (nmol/mg protein)
Sham	8	5,45 ± 2,35
TBH	8	22,72 ± 8,19[a]
TBH + Losartan	8	10,46 ± 9,37[b]

Değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Her grupta n = 8. MDA: malondialdehit; TBH: travmatik beyin hasarı. a: Sham grubuna göre $p < 0,001$; b: TBH grubuna göre $p < 0,01$ (tek yönlü ANOVA ve Tukey post-hoc testi).

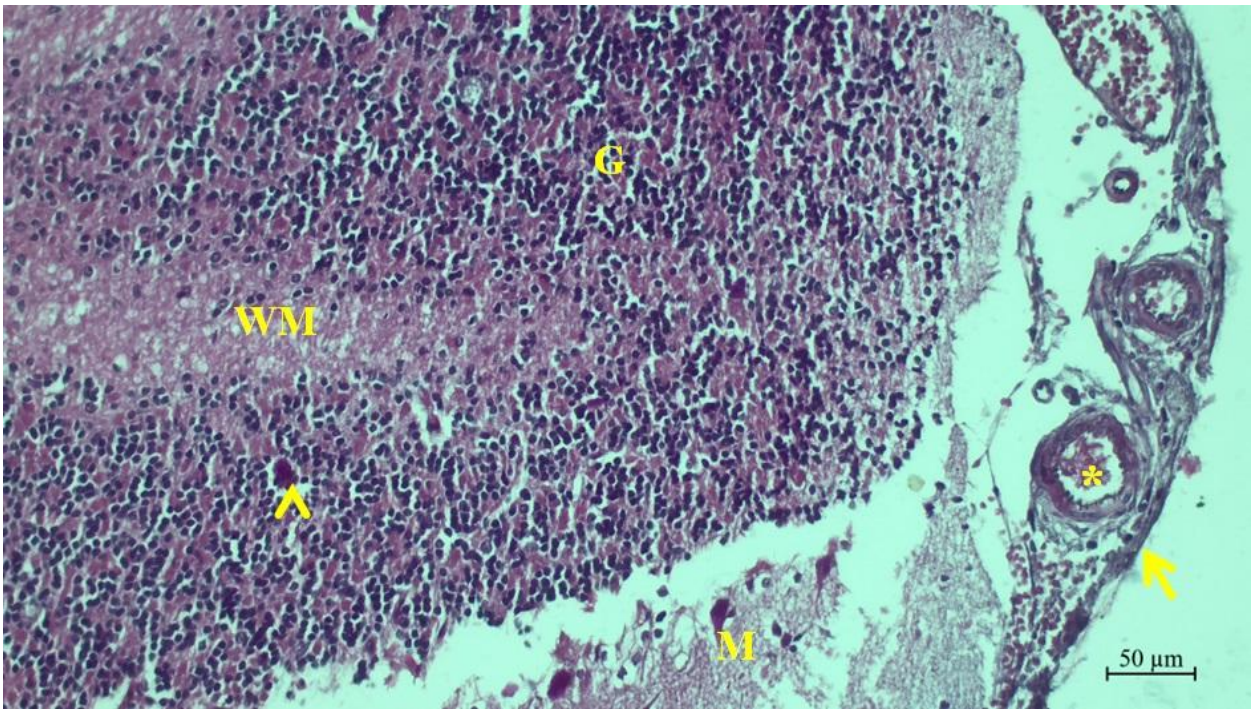
3.2. Histopatolojik Bulgular

Sham grubunda serebellar korteksin mimarisi korunmuştu. Moleküler (M), Purkinje hücre ve granüler (G) tabakalar normal histolojik organizasyon gösteriyordu. İri ve ökromatik görünümlü Purkinje hücreleri, moleküler ve granüler tabakaların sınırında tek sıra hâlinde dizilmişti. Pia mater bütünlüğü korunmuş olup vasküler konjesyon veya hücresel dejenerasyon izlenmedi. Beyaz cevher (WM) kompakt yapıda ve normal boyanma görünümündeydi.



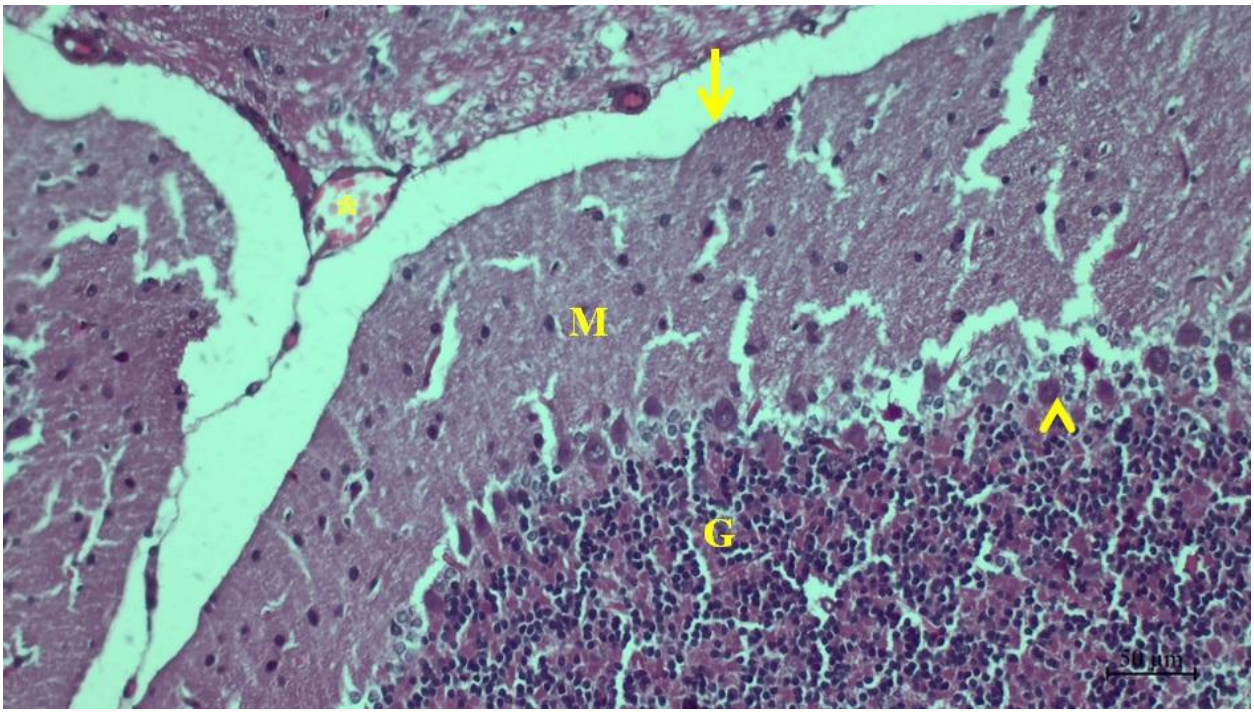
Şekil 1. Sham grubu: Moleküler (M) ve granüler (G) tabakalar arasında korunmuş Purkinje hücre tabakası (ok başı) ve pia mater (ok) ile normal serebellar tabakalanma. H&E; ölçek çubuğu: 50 µm.

TBH grubunda serebellar kortekste belirgin yapısal düzensizlik gözlendi. Purkinje hücrelerinin sayısı azalmış olup bu hücrelerde sitoplazmik büzülme ve piknoz izlendi. Granüler tabakada vakuolizasyon ve hücresel dağılımda düzensizlik, moleküler tabakada ise ödemli bir görünüm mevcuttu. Pia mater yakınında vasküler konjesyon ve perivasküler ödem dikkat çekti; damar kesitlerinde dilatasyon ve endotelyal bozulma gözlendi. Bu bulgular, travma sonrasında gelişen nöronal dejenerasyon ve vasküler hasarla uyumlu olarak değerlendirildi.



Şekil 2. TBH grubu: Purkinje hücre kaybı (ok başı), vakuolizasyon, vasküler konjesyon (*) ve serebellar tabakalanmada düzensizlik. H&E; ölçek çubuğu: 50 µm.

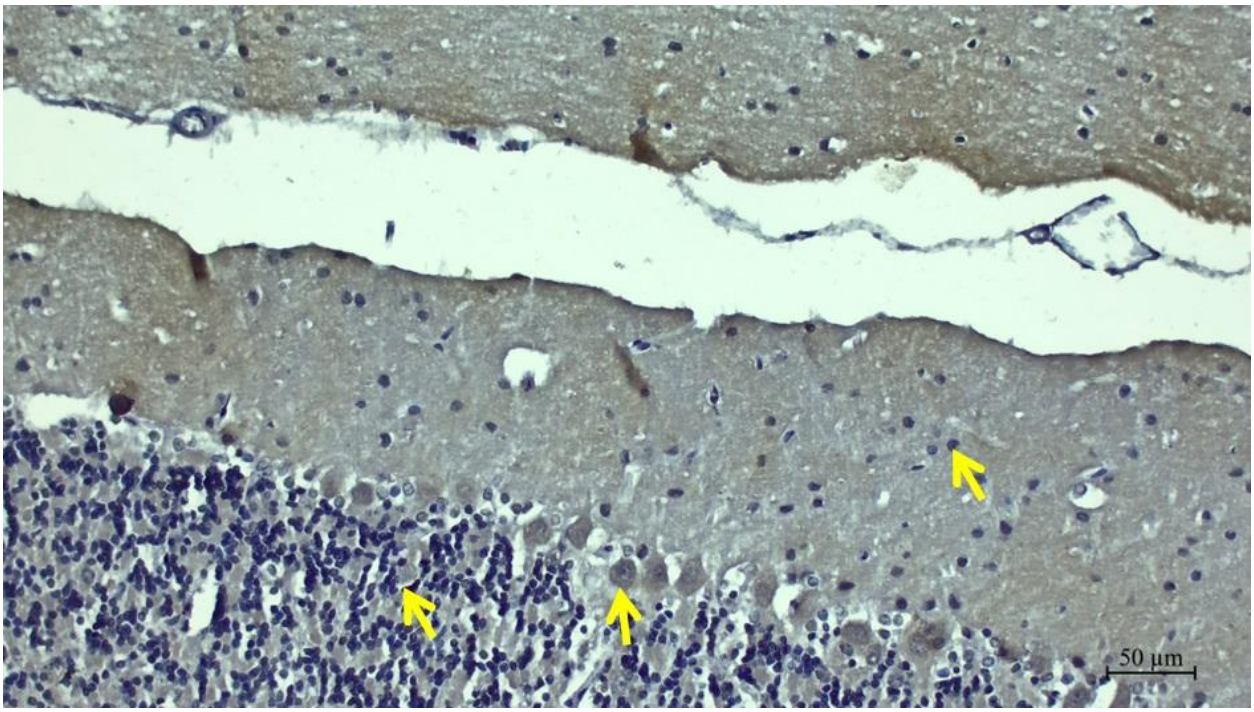
TBH + Losartan grubunda, TBH grubuna kıyasla serebellar morfolojinin daha iyi korunduğu gözlendi. Purkinje hücre tabakası daha devamlı bir görünüm sergilerken hücrelerdeki büzülme daha azdı. Granüler (G) ve moleküler (M) tabakalar daha düzenli olup vakuolizasyon ve ödem azalmıştı. Vasküler yapılar normale yakın görünümdeydi; hafif dilatasyon dışında belirgin değişiklik izlenmedi ve pia mater bütünlüğü korunmuştu. Bu görünüm, losartan uygulamasının travma sonrası nöronal kayıp, vasküler konjesyon ve yapısal düzensizliği hafifletebileceğini düşündürdü.



Şekil 3. TBH + Losartan grubu: Korunmuş Purkinje hücreleri ve daha iyi hücresel bütünlük ile azalmış ödem ve vasküler değişiklikler. H&E; ölçek çubuğu: 50 µm.

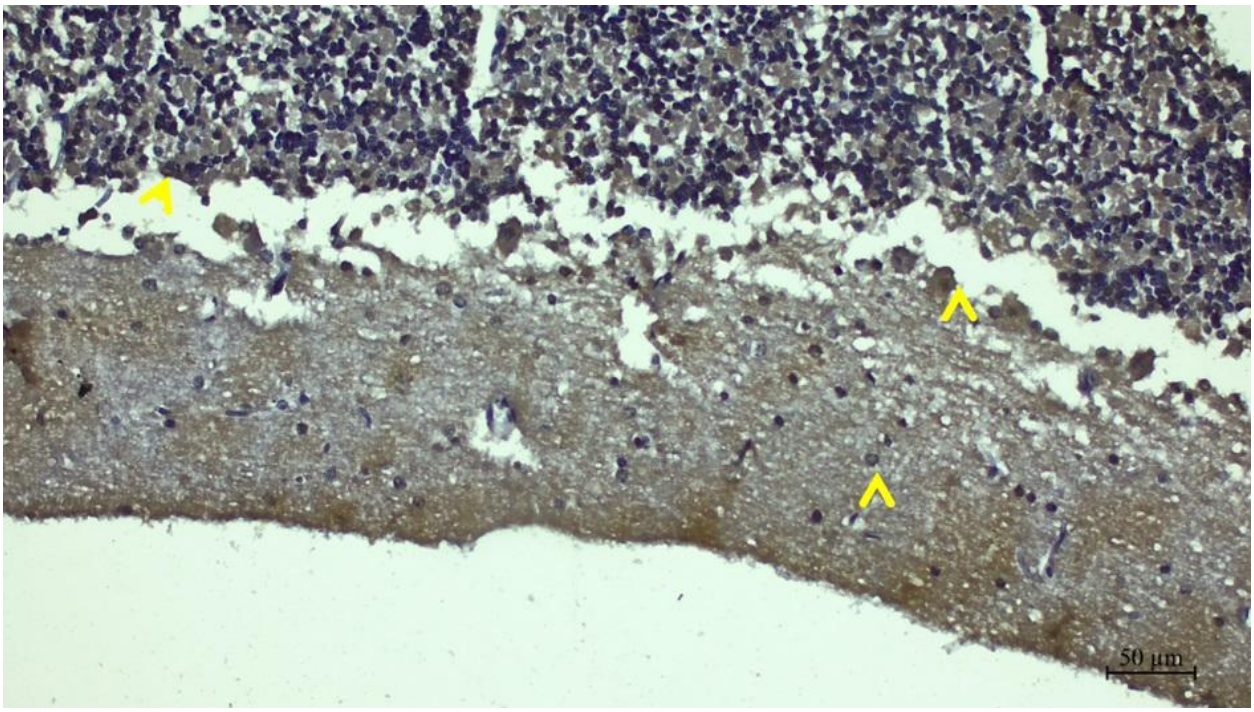
3.3. İmmünohistokimyasal Bulgular

Sham grubunda serebellar tabakalarda zayıf IBA-1 immünoreaktivitesi izlendi. Moleküler ve granüler tabakalarda dağınık yerleşim gösteren mikroglial hücrelerde (oklar) hafif sitoplazmik boyanma gözlendi. Genel doku mimarisi korunmuş olup Purkinje hücre tabakası düzenli dizilimini sürdürüyordu. Bu görünüm, Sham grubunda zayıf IBA-1 immünoreaktivitesi olarak nitelendirildi.



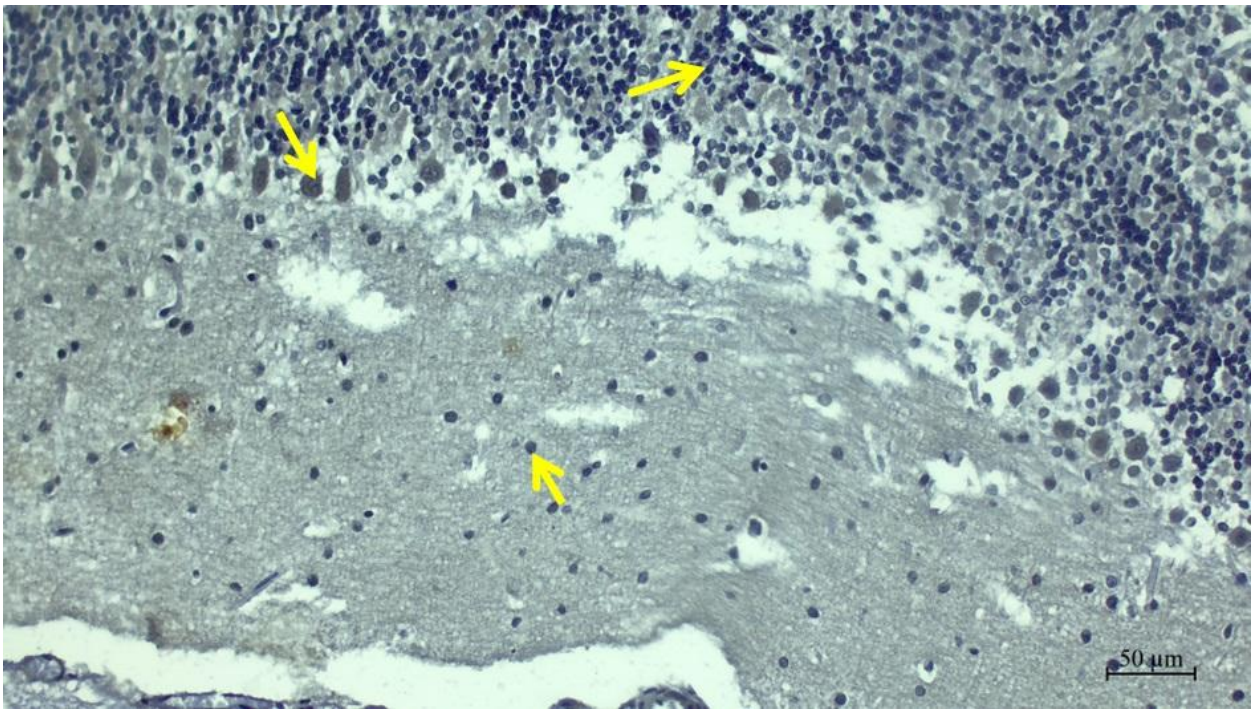
Şekil 4. Sham grubu: Dağınık yerleşimli mikroglial hücrelerde zayıf IBA-1 ekspresyonu (oklar). Ölçek çubuğu: 50 µm.

TBH grubunda, özellikle moleküler ve Purkinje hücre tabakalarında IBA-1 pozitif hücrelerin boyanmasında (ok başları) nitel olarak artış gözlendi. TBH grubunda IBA-1 boyanması, Sham grubuna kıyasla daha yoğun ve yaygın görünümdeydi. Bu boyanma bulgularına tabakalanma düzeninde bozulma ve glial hücre çekirdeklerinde yoğunlaşma eşlik etti.



Şekil 5. TBH grubu: Moleküler ve Purkinje hücre tabakalarında nitel olarak daha yoğun IBA-1 immünopozitifliği (ok başları). Ölçek çubuğu: 50 µm.

TBH + Losartan grubunda, TBH grubuna kıyasla IBA-1 immünoreaktivitesinde (oklar) nitel olarak azalma gözlendi. IBA-1 pozitif hücreler daha seyrek ve dağınık yerleşimli görünümde olup ağırlıklı olarak damar çevresinde ve granüler tabakada izlendi. Serebellar doku mimarisi daha iyi korunmuş görünümdeydi. Histolojik ve immünohistokimyasal bulgular nitel olarak değerlendirildiğinden, bu gözlemler mikroglial aktivasyonun derecesi veya nöroinflamasyonun azalması hakkında tek başına kesin bir çıkarım sağlamamaktadır.



Şekil 6. TBH + Losartan grubu: TBH grubuna kıyasla nitel olarak azalmış IBA-1 boyanması (oklar). Ölçek çubuğu: 50 µm.

4. SONUÇ, TARTIŞMA

4.1. Tartışma

Travmatik beyin hasarı (TBH), birincil yaralanma bölgesinin dışında serebellar dokuda da değişikliklere yol açabilmektedir. Deneysel bir çalışmada, TBH sonrasında serebellar vermiste nöronal hasar bildirilmiştir (Sato et al., 2001). Klinik bir görüntüleme çalışmasında ise TBH geçiren bireylerde serebellum dâhil çeşitli beyin bölgelerinde gri cevher konsantrasyonunda azalma saptanmıştır (Gale et al., 2005). Ayrıca, insanlarda tek taraflı kortikal lezyonların ardından serebellar glukoz metabolizması ve benzodiazepin reseptör bağlanmasında değişiklikler gösterilmiştir (Niimura et al., 1999). Bu çalışmada elde edilen biyokimyasal, histopatolojik ve immünohistokimyasal bulgular da TBH sonrasında serebellar dokuda lipid peroksidasyonu ve yapısal değişiklikler geliştiğini, losartan uygulamasının ise bu değişiklikleri hafifletebileceğini düşündürmektedir.

Losartan grubunda MDA düzeylerinin TBH grubuna kıyasla daha düşük bulunması, tedavinin serebellar lipid peroksidasyonunu azaltma potansiyelini desteklemektedir. Histopatolojik incelemede TBH grubunda Purkinje hücre değişiklikleri, vakuolizasyon, ödem ve vasküler konjesyon izlenirken, losartan grubunda serebellar tabakalanmanın ve Purkinje hücre morfolojisinin daha iyi korunduğu gözlenmiştir. Biyokimyasal ve morfolojik

bulgular birlikte değerlendirildiğinde, losartanın travmaya bağlı ikincil serebellar hasarı hafifletebileceği düşünülmektedir.

IBA-1 boyaması, histopatolojik bulgularla birlikte değerlendirildiğinde mikroglial yanıttaki değişikliklere ilişkin ek bilgi sağlamıştır. TBH grubunda daha yoğun IBA-1 immünoreaktivitesi izlenirken losartan grubunda boyanma azalmıştır. IBA-1'in mikroglial hücrelerin değerlendirilmesinde kullanılan bir belirteç olması (Guselnikova et al., 2026), bu farklılığın mikroglial yanıttaki değişikliklerle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, boyanma bulguları mikroglial aktivasyonun derecesini veya işlevsel niteliğini tek başına belirlemek için yeterli değildir. Ayrıca IBA-1, mikroglia ile infiltre makrofajları tek başına ayırt edemediğinden, özellikle damar çevresindeki IBA-1 pozitif hücrelerin kimliği yalnızca bu boyamaya dayanarak kesinleştirilemez. Gözlenen değişiklikler, anjiyotensin II tip 1 reseptör blokajının nöral dokularda proinflamatuar sinyalizasyonu ve oksidatif stresi azaltabileceğini bildiren çalışmalarla (Saavedra, 2012a; Saavedra, 2012b; Villapol & Saavedra, 2015) uyumludur.

Losartanın bildirilen antioksidan ve antienflamatuar özellikleri (Şahin et al., 2024), serebellar dokuda gözlenen korunmaya katkıda bulunabilecek mekanizmalar arasındadır. Reaktif oksijen türlerinin oluşumunun azaltılması ve vasküler bütünlüğün desteklenmesi (Dal–Ros et al., 2010; Zhu et al., 2007), oksidatif hasar ile mikroglial yanıt arasındaki etkileşimi hafifletebilir. Ancak bu mekanizmalar mevcut çalışmada doğrudan ölçülmemiştir. Purkinje hücre morfolojisinin daha iyi korunması ve IBA-1 boyanmasının azalması, olası nöroprotektif etkiyi destekleyen bulgular olarak değerlendirilmelidir.

Genel olarak bulgular, AT1 reseptör blokajının serebellum gibi birincil darbe alanı dışındaki bölgelerde de koruyucu etki gösterebileceği görüşünü desteklemektedir. Çalışma, travma sonrası serebellar değişikliklerin değerlendirilmesine ve losartanın bu değişiklikleri hafifletme potansiyelinin araştırılmasına katkı sağlamaktadır. Histopatolojik ve immünohistokimyasal değerlendirmelerin nitel olması, bu sonuçların yorumlanmasında dikkate alınmalıdır.

4.2. Sonuç

Bu çalışmada, travmatik beyin hasarı sonrasında losartan uygulaması daha düşük serebellar MDA düzeyleri, daha iyi korunmuş Purkinje hücre morfolojisi ve azalmış IBA-1 immünoreaktivitesiyle ilişkili bulundu. Bulgular, losartanın travma sonrası ikincil serebellar hasarı hafifletme potansiyelini desteklemektedir. Bu etkinin altında yatan mekanizmaların ve işlevsel sonuçlarının açıklığa kavuşturulması için ileri deneysel çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

Baracaldo-Santamaría, D., Ariza-Salamanca, D. F., Corrales-Hernández, M. G., Pachón-Londoño, M. J., Hernandez-Duarte, I., & Calderon-Ospina, C. A. (2022). Revisiting excitotoxicity in traumatic brain injury: from bench to bedside. *Pharmaceutics*, *14*(1), 152.

Carron, S. F., Alwis, D. S., & Rajan, R. (2016). Traumatic brain injury and neuronal functionality changes in sensory cortex. *Frontiers in systems neuroscience*, *10*,47.

Dal–Ros, S., Oswald–Mammosser, M., Pestrikova, T., Schott, C., Boehm, N., Bronner, C., ... & Schini–Kerth, V. B. (2010). Losartan prevents portal hypertension-induced, redox-mediated endothelial dysfunction in the mesenteric artery in rats. *Gastroenterology*, *138*(4), 1574-1584.

Dickstein, K., Timmermans, P., & Segal, R. (1998). Losartan: a selective angiotensin II type 1 (AT1) receptor antagonist for the treatment of heart failure. *Expert opinion on investigational drugs*, *7*(11), 1897-1914.

Fehily, B., & Fitzgerald, M. (2017). Repeated mild traumatic brain injury: Potential mechanisms of damage. *Cell Transplantation*, *26*(7), 1131–1155.

Gale, S. D., Baxter, L., Roundy, N., & Johnson, S. C. (2005). Traumatic brain injury and grey matter concentration: A preliminary voxel based morphometry study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, *76*(7), 984–988.

Gupta, R., & Sen, N. (2016). Traumatic brain injury: a risk factor for neurodegenerative diseases. *Reviews in the Neurosciences*, *27*(1), 93-100.

Guselnikova, V. V., Kirik, O. V., Sufieva, D. A., Razenkova, V. A., Beketova, A. A., & Korzhevskii, D. E. (2026). Immunohistochemical detection of microglia using Iba-1 as a marker in health and Disease. *Modern Technologies in Medicine*, *18*(1), 34.

Maas, A. I., Menon, D. K., Manley, G. T., Abrams, M., Åkerlund, C., Andelic, N., ... & Zemek, R. (2022). Traumatic brain injury: progress and challenges in prevention, clinical care, and research. *The Lancet Neurology*, *21*(11), 1004-1060.

McGuire, J. L., Ngwenya, L. B., & McCullumsmith, R. E. (2019). Neurotransmitter changes after traumatic brain injury: an update for new treatment strategies. *Molecular Psychiatry*, *24*(7), 995-1012.

Muneer, P. A., Bhowmick, S., & Briski, N. (2018). Angiotensin II causes neuronal damage in stretch-injured neurons: protective effects of losartan, an angiotensin T1 receptor blocker. *Molecular neurobiology*, *55*(7), 5901-5912.

Niimura, K., Chugani, D. C., Muzik, O., & Chugani, H. T. (1999). Cerebellar reorganization following cortical injury in humans: Effects of lesion size and age. *Neurology*, *52*(4), 792–797.

Pavlovic, D., Pekic, S., Stojanovic, M., & Popovic, V. (2019). Traumatic brain injury: neuropathological, neurocognitive and neurobehavioral sequelae. *Pituitary*, *22*(3), 270-282.

Potts, M. B., Adwanikar, H., & Noble-Haeusslein, L. J. (2009). Models of traumatic cerebellar injury. *The Cerebellum*, *8*(3), 211-221.

Saavedra, J. M. (2012a). Angiotensin II AT1 receptor blockers ameliorate inflammatory stress: a beneficial effect for the treatment of brain disorders. *Cellular and molecular neurobiology*, *32*(5), 667-681.

Saavedra, J. M. (2012b). Angiotensin II AT1 receptor blockers as treatments for inflammatory brain disorders. *Clinical science*, *123*(10), 567-590.

Şahin, S., Aydın, A. Ç., Göçmen, A. Y., & Kaymak, E. (2024). Evaluation of the protective effect of losartan in acetaminophen-induced liver and kidney damage in mice. *Naunyn-Schmiedeberg's archives of pharmacology*, *397*(7), 5067-5078.

Sato, M., Chang, E., Igarashi, T., & Noble, L. J. (2001). Neuronal injury and loss after traumatic brain injury: Time course and regional variability. *Brain Res*, *917*(1), 45–54.

Seo, T. B., Kim, B. K., Ko, I. G., Kim, D. H., Shin, M. S., Kim, C. J., ... & Kim, H. (2010). Effect of treadmill exercise on Purkinje cell loss and astrocytic reaction in the cerebellum after traumatic brain injury. *Neuroscience letters*, *481*(3), 178-182.

Villapol, S., & Saavedra, J. M. (2015). Neuroprotective effects of angiotensin receptor blockers. *American journal of hypertension*, *28*(3), 289-299.

Zhu, W. W., Liu, X. P., Wu, N., Zhao, T. T., Zhao, Y., Zhang, J., & Shao, J. H. (2007). Beneficial effects of losartan on vascular injury induced by advanced glycosylation end products and their receptors in spontaneous hypertension rats. *Molecular and cellular biochemistry*, *304*(1), 35-43.

COVID-19 PANDEMİSİ ÖNCESİ VE SONRASI JUDO MÜSABAKA SÜRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: 2019–2020 JUNİOR VE U23 AVRUPA JUDO ŞAMPİYONALARI

Arş. Gör. Dr. Meltem NAZIROĞLU[1], Prof. Dr. Şengül DEMİRAL[2], Prof. Dr. Nurper ÖZBAR[3], Doç. Dr. Cüneyt TAŞKIN[4]

[1]Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, meltemnaziroglu62@trakya.edu.tr, ORCID 0000-0002-4193-3312

[2]Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, senguldemiral@trakya.edu.tr, ORCID 0000-0001-9771-6846

[3]Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, nurperozbar@trakya.edu.tr, ORCID 0000-0003-0931-5263

[4]Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü, cuneyttaskin@trakya.edu.tr, ORCID 0000-0001-5219-4837

Özet

Bu araştırmanın amacı, COVID-19 pandemisinin Avrupa düzeyindeki Junior ve U23 judo müsabakalarının süreleri üzerindeki etkisini 2019 ve 2020 yılları karşılaştırılarak incelemektir. Betimsel nitelikteki araştırmada ilişkisel tarama modeli kullanılmış ve veriler gözleme dayalı notasyonel analiz yöntemiyle elde edilmiştir. Araştırma kapsamında 2019 ve 2020 yıllarında gerçekleştirilen Junior Avrupa Judo Şampiyonası ve U23 Avrupa Judo Şampiyonası'ndaki müsabakalar incelenmiştir. Bay geçilen karşılaşmalar analiz dışı bırakılarak 812 erkek ve 619 kadın müsabakası olmak üzere toplam 1431 karşılaşma değerlendirilmiştir. Müsabakalar sürelerine göre normal süreden önce biten (0–239 sn.), normal sürede biten (240 sn.) ve golden score ile biten (240 sn. üzeri) karşılaşmalar şeklinde sınıflandırılmıştır. Verilerin analizinde frekans, yüzde, ortalama ve standart sapma değerlerinin yanı sıra iki yönlü ki-kare testi ve Contingency Katsayısı kullanılmıştır. Junior kategorisinde COVID-19 öncesi ve sonrası dönem ile müsabaka süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki belirlenmiştir ($\chi^2(5)=15,525$; $p<0,05$). U23 kategorisinde ise pandemi dönemi ile müsabaka süresi ($\chi^2(5)=12,035$; $p<0,05$), müsabaka skoru ($\chi^2(2)=6,313$; $p<0,05$) ve ağırlık kategorisi ($\chi^2(13)=102,276$; $p<0,05$) arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Bulgular, pandemi sonrasında özellikle Junior kategorisinde kadın ve erkek sporcuların müsabaka süre ortalamalarının azaldığını ve karşılaşmaların önemli bölümünün normal süreden önce tamamlandığını göstermektedir. Özellikle COVID-19 sonrası müsabakaların ilk 120 saniyesinde sonuçlanan karşılaşmaların dikkat çekici olduğu görülmüştür. Sonuç olarak pandemi dönemindeki antrenman kısıtlamalarının sporcuların fiziksel hazırlıklarını, enerji kullanım stratejilerini ve teknik-taktik tercihlerini etkilemiş olabileceği; sporcuların enerji ekonomisi sağlayarak karşılaşmaları daha kısa sürede sonuçlandırmaya yönelmiş olabilecekleri düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Judo, COVID-19, müsabaka süresi, Junior, U23

COMPARISON OF JUDO MATCH DURATIONS BEFORE AND AFTER THE COVID-19 PANDEMIC: THE 2019–2020 JUNIOR AND U23 EUROPEAN JUDO CHAMPIONSHIPS

Abstract

This study aimed to investigate the impact of the COVID-19 pandemic on match durations in European-level Junior and U23 judo competitions by comparing the 2019 and 2020 championships. A descriptive research design based on the relational survey model was employed, and data were obtained through observation-based notational analysis. The study included matches from the 2019 and 2020 Junior European Judo Championships and U23 European Judo Championships. After excluding byes, a total of 1,431 matches, comprising 812 men's and 619 women's matches, were analyzed. Matches were classified according to their duration as those ending before regular time (0–239 s), at the end of regular time (240 s), and during golden score (>240 s). Frequencies, percentages, means, and standard deviations were calculated, and two-way chi-square tests and the contingency coefficient were used for statistical analysis. In the Junior category, a statistically significant association was found between the pre-/post-COVID-19 period and match duration ($\chi^2(5) = 15.525$, $p < 0.05$). In the U23 category, significant associations were identified between the pandemic period and match duration ($\chi^2(5) = 12.035$, $p < 0.05$), match score ($\chi^2(2) = 6.313$, $p < 0.05$), and weight category ($\chi^2(13) = 102.276$, $p < 0.05$). The findings indicated that mean match durations decreased among both female and male Junior athletes following the pandemic and that a substantial proportion of matches ended before the completion of regular time. Matches ending within the first 120 seconds were particularly notable in the post-COVID-19 period. In conclusion, pandemic-related training restrictions may have influenced athletes' physical preparedness, energy management strategies, and technical-tactical approaches, potentially encouraging athletes to adopt strategies aimed at ending matches in a shorter period of time.

Keywords: Judo, COVID-19, match duration, Junior, U23

1. GİRİŞ

Judo; teknik, taktik, fiziksel ve psikolojik özelliklerin bütüncül biçimde kullanıldığı, yüksek fiziksel uygunluk ve hızlı karar verme becerisi gerektiren olimpik bir mücadele sporudur. Sporcuların değişen mücadele koşullarına uyum sağlamalarını gerektiren judonun aralıklı ve yüksek yoğunluklu yapısı, müsabaka performansının teknik yeterliliğin yanı sıra fizyolojik kapasite, enerji sistemleri ve zaman yönetimiyle de ilişkili olduğunu göstermektedir (Franchini vd., 2011; 2013).

Judo performansını inceleyen çalışmalar, maç süresi, aktif mücadele zamanı, duraklamalar, teknik girişimler ve skor dağılımları gibi değişkenlerin müsabaka performansının değerlendirilmesinde önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Marcon vd., 2010; Miarka vd., 2011). Müsabakaların erken sonuçlanması, normal sürede tamamlanması veya Golden Score bölümüne uzaması, sporcuların fizyolojik ve psikolojik taleplerini farklılaştırabilmektedir. Ayrıca Uluslararası Judo Federasyonu (IJF) tarafından gerçekleştirilen kural değişiklikleri, müsabaka sürelerinin yıllar içerisindeki değişimini etkileyebilmektedir. Nitekim 2010–2019 yıllarını inceleyen uluslararası bir derlemede, müsabaka sürelerinin farklı kural dönemlerinde değiştiği ve sıkletler arasındaki süre farklılıklarının azalma eğilimi gösterdiği bildirilmiştir (Barreto vd., 2022b).

Müsabaka süresinin değerlendirilmesinde önemli unsurlardan biri, normal müsabaka süresinin ardından devam eden Golden Score bölümüdür. Ceylan ve diğerleri (2025), üst düzey 10 farklı judo organizasyonunda gerçekleştirilen 6.872 müsabakayı inceledikleri çalışmalarında, karşılaşmaların 1.414'ünün (%21) Golden Score bölümüne uzadığını bildirmiştir. Araştırmacılar, müsabakaların Golden Score sırasında sonuçlanma biçimlerinin cinsiyet ve sıklet kategorilerine göre farklılaştığını; normal süre içerisinde alınan shido cezalarının da uzatma bölümünde mağlubiyetle ilişkili olabildiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, müsabaka süresinin yalnızca fiziksel dayanıklılıkla değil, skor üretimi, ceza durumu ve taktiksel davranışlarla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir (Ceylan vd., 2025).

Cinsiyet, yaş ve sıklet kategorileri, müsabaka sürelerinin değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken temel değişkenlerdir. Sporcuların fiziksel kapasiteleri, vücut kütleleri ve teknik-taktik tercihleri müsabaka temposunu etkileyebilmektedir. Özellikle Gençler (Junior) ve 23 Yaş Altı (U23) kategorileri, sporcuların üst düzey uluslararası rekabete geçiş süreçlerini temsil etmektedir. Bu kategorilerdeki müsabakaların incelenmesi, yaş gruplarına özgü performans özelliklerinin belirlenmesine ve antrenman programlarının geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

2019 yılının sonlarında ortaya çıkan COVID-19 pandemisi, 2020 yılında uluslararası spor organizasyonlarını ve sporcuların antrenman süreçlerini önemli ölçüde etkilemiştir. Karantina, seyahat ve sosyal mesafe kısıtlamaları

nedeniyle birçok organizasyon ertelenmiş veya iptal edilmiştir. Doğrudan fiziksel temas gerektiren judo da bu süreçten etkilenmiş; Avrupa Judo Birliği (EJU), Nisan 2020'de temmuz ayı sonuna kadar planlanan organizasyonların ve antrenman kamplarının iptal edildiğini duyurmuştur (EJU, 2020). Antrenman tesislerine erişimin kısıtlanması ve partnerle teknik çalışma ile randori uygulamalarının sınırlandırılması, sporcuların fiziksel ve teknik-taktik hazırlıklarını olumsuz etkilemiş olabilir. Bununla birlikte, ülkeler arasındaki kısıtlama farklılıkları ve bireysel antrenman olanakları nedeniyle bu etkilerin tüm sporcularda aynı düzeyde gerçekleştiği varsayılamaz.

Pandemi dönemindeki antrenman kesintileri, sporcuların müsabakaya özgü dayanıklılıklarını ve mücadele stratejilerini etkilemiş olabilir. Ancak müsabaka sürelerinin kısalması veya uzaması, tek başına performans artışı ya da azalışı olarak yorumlanmamalıdır. Bu değişimlerin skor türleri, ceza durumları ve müsabakaların sonuçlanma biçimleriyle birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Demiral ve diğerleri (2024), 2019 ve 2020 yıllarında düzenlenen Junior Avrupa Judo Şampiyonası ile U23 Avrupa Judo Şampiyonalarındaki 1.431 müsabakayı incelemiş; analiz edilen 812 erkek ve 619 kadın müsabakasında karşılaşmaların büyük bölümünün ippon ile sonuçlandığını bildirmiştir. Araştırmada skorlar bakımından cinsiyet ve yaş grupları arasında anlamlı farklılık bulunmadığı belirtilmiştir. Araştırmacılar, pandemi sonrasında ippon ile sonuçlanan müsabakalardaki değişimleri erken bitirme veya enerji koruma stratejileriyle ilişkilendirmiştir. Bununla birlikte, bu açıklamaların doğrulanabilmesi için müsabaka sürelerinin ayrıca incelenmesi gerekmektedir.

Literatürde judo müsabakalarının teknik-taktik özellikleri, skor dağılımları ve zamansal yapısı ele alınmış olsa da COVID-19 öncesi ve pandemi dönemindeki müsabaka sürelerinin Junior ve U23 kategorilerinde cinsiyet ve sıklet değişkenleri bakımından karşılaştırılması önem taşımaktadır. Bu doğrultuda araştırmanın amacı, 2019 yılında pandemi öncesinde ve 2020 yılında pandemi döneminde düzenlenen Junior Avrupa Judo Şampiyonası (Junior EJC) ile 23 Yaş Altı Avrupa Judo Şampiyonası (U23 EJC) müsabakalarının sürelerini karşılaştırarak dönemler arasındaki farklılıkları cinsiyet, yaş kategorisi ve sıklet değişkenleri açısından incelemektir. Araştırma bulgularının, judo müsabakalarının zamansal özelliklerinin anlaşılmasına ve olağanüstü koşullar sonrasında sporcuların hazırlık süreçlerinin planlanmasına katkı sağlaması beklenmektedir. Bununla birlikte, yıllar arasında gözlenen farklılıkların doğrudan pandemiden kaynaklandığı sonucuna varılabilmesi için diğer olası etkenlerin de dikkate alınması gerekmektedir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Modeli ve Yöntemi

Bu araştırma, betimsel araştırma yaklaşımı çerçevesinde yürütülmüş olup araştırma modeli olarak genel tarama modellerinden ilişkisel tarama modeli benimsenmiştir. Tarama modelleri, belirli bir evrene ilişkin genel bir yargıya ulaşmak amacıyla evrenin tamamı ya da evrenden seçilen bir örneklem üzerinde yürütülen araştırmaları kapsamaktadır (Karasar, 2018). İlişkisel tarama modeli ise iki veya daha fazla değişken arasındaki birlikte değişimin varlığını ve bu değişimin yönünü ve düzeyini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu model kapsamında belirlenen ilişkiler doğrudan neden-sonuç ilişkisi olarak yorumlanamamakla birlikte, değişkenler arasındaki olası neden-sonuç ilişkilerine yönelik ipuçları sunmakta ve bir değişkene ilişkin bulgulardan hareketle diğer değişken hakkında kestirimde bulunulmasına olanak sağlamaktadır (Karasar, 2018).

Araştırmada veri toplama yöntemi olarak gözleme dayalı notasyonel analiz kullanılmıştır. Bu kapsamda, araştırmaya dâhil edilen müsabakalar gözlemlenmiş ve maç sürelerine ilişkin veriler sistematik biçimde kayıt altına alınmıştır. Elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılarak düzenlenmiş ve araştırmanın amacı doğrultusunda gerekli istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın veri kaynaklarını, COVID-19 pandemisi öncesinde 2019 yılında ve pandemi döneminde 2020 yılında düzenlenen Gençler Avrupa Judo Şampiyonası (Junior European Judo Championships [Junior EJC]) ile 23 Yaş Altı Avrupa Judo Şampiyonası (European Judo Championships U23 [U23 EJC]) müsabakaları oluşturmaktadır. Bu organizasyonların seçilmesindeki temel amaç, pandemi öncesi ve pandemi döneminde gerçekleştirilen şampiyonalardaki müsabaka sürelerini karşılaştırmalı olarak incelemektir.

2.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini, 2019 ve 2020 yıllarında düzenlenen Gençler Avrupa Judo Şampiyonası ve 23 Yaş Altı Avrupa Judo Şampiyonası kapsamında gerçekleştirilen kadın ve erkek müsabakaları oluşturmaktadır. COVID-19 salgını nedeniyle Mart 2020 itibarıyla uluslararası spor organizasyonlarında yaşanan ertelemelerin ardından, söz konusu şampiyonalar 2020 yılının kasım ayında gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında, 2019 ve 2020 yıllarındaki dört şampiyonada toplam 1944 müsabaka kaydedilmiştir. Ancak bu müsabakaların 513'ünde sporcuların bay geçmesi nedeniyle karşılaşma gerçekleşmemiştir. Bu nedenle, fiilen gerçekleştirilen müsabakalar değerlendirmeye alınmış ve araştırmanın analiz evreni 14 sıklet kategorisinde yer alan toplam 1431 müsabakadan oluşturulmuştur.

Araştırmada örnekleme yöntemine başvurulmamış, belirlenen analiz evreninin tamamına ulaşılması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda, fiilen gerçekleştirilen 1431 müsabakanın tamamı analize dâhil edilmiştir. Dolayısıyla çalışma, belirlenen analiz evreni açısından tam sayım yaklaşımıyla yürütülmüştür.

2.3. Veri Toplama Süreci ve Müsabakaların Sınıflandırılması

Araştırma verileri, Uluslararası Judo Federasyonunun (International Judo Federation [IJF]) resmî internet sitesinde yayımlanan müsabaka çizelgelerinden elde edilmiştir. Şubat 2021 tarihinde erişilen çizelgeler bilgisayar ortamına indirilmiş ve araştırmanın veri toplama sürecinde kullanılmıştır. İncelenen müsabakalar, 2019 ve 2020 yıllarında düzenlenen Gençler Avrupa Judo Şampiyonası ve 23 Yaş Altı Avrupa Judo Şampiyonası organizasyonlarını kapsamaktadır.

Analize dâhil edilen toplam 1431 müsabakanın 812'si erkekler, 619'u ise kadınlar kategorisinde gerçekleştirilmiştir. Müsabaka süreleri, karşılaşmaların sona erme zamanları dikkate alınarak üç kategoride sınıflandırılmıştır:

Normal süreden önce sona eren müsabakalar: 0–239 saniye arasında tamamlanan karşılaşmalar.

Normal sürede sona eren müsabakalar: 240. saniyede tamamlanan karşılaşmalar.

Golden Score ile sona eren müsabakalar: Normal müsabaka süresinin (240 saniye) aşılmasıyla devam eden ve Golden Score bölümünde sonuçlanan karşılaşmalar.

Bu sınıflandırma aracılığıyla, pandemi öncesi ve pandemi döneminde düzenlenen şampiyonalardaki müsabaka sürelerinin dağılımının incelenmesi ve yıllar arasındaki farklılıkların değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2.4. İstatistiksel Analiz

Araştırmanın verilerine ait değişkenlerin karşılaştırılmasında SPSS 25 programı kullanılarak; betimsel istatistiklerden frekans (f), yüzde (%), ortalama ($\bar{x}$), standart sapma (Ss.) sonuçlarından yararlanılmıştır. Ortalama sonuçları; "kategori sayı sıra aralığı ÷ kategori sayısı" hesaplanarak yorumlanmıştır. Kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında ise iki yönlü ki-kare testi uygulanmış olup, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermeyen ($p>0,05$) değişkenler tablolaştırılmamış, anlamlı farklılık gösteren ($p<0,05$) değişkenler tablolaştırılmıştır.

İki yönlü ki-kare testinin yapılabilmesi için gereken koşullar;

- Araştırmanın verileri bağımsız yani her birey ya da varlık bir kez değerlendirilmiştir.
- Kategorik değişkenler nitel değişken olarak ele alınmıştır.

• Serbestlik derecesinin 1'den büyük olduğu durumda, beklenen değeri 5'in altında kalan hücre sayısı, çapraz tablodaki toplam hücre sayısının %20'sini aşmamıştır. Hücrelerin %80'inde, beklenen değer 5 ve üzerindedir.

Anlamlı farklılık bulunan ($p<0,05$) testlerin ilişki gücü "Contingency Katsayısı" ile hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

Sporcuların cinsiyet değişkeni göz önüne alınarak maç süresi ortalamalarına ait bulgular Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Cinsiyet değişkenine göre sporcuların ortalama müsabaka süreleri

Kategori	Süre	Cinsiyet					
		Kadın			Erkek		
		n	%	$\bar{x} \pm$ Ss.	n	%	$\bar{x} \pm$ Ss.
2019 Junior EJC	*0-60 sn.*	21	12,4	*3,67 (± 1,73)*	17	7,7	*4,11 (± 1,60)*
	61-120 sn.	30	17,8		27	12,3	
	121-180 sn.	32	18,9		31	14,1	
	181-239 sn.	26	15,4		41	18,6	
	240. sn.	20	11,8		48	21,8	
	Golden Score	40	23,7		56	25,5	
2020 Junior EJC	*0-60 sn.*	27	15,6	*3,54 (± 1,70)*	35	15,6	*3,46 (± 1,69)*
	61-120 sn.	27	15,6		44	19,6	
	121-180 sn.	35	20,2		39	17,4	
	181-239 sn.	23	13,3		31	13,8	
	240. sn.	31	17,9		40	17,9	
	Golden Score	30	17,3		35	15,6	
2019 U23 EJC	*0-60 sn.*	18	14,9	*3,57 (± 1,72)*	23	14,7	*3,56 (± 1,71)*
	61-120 sn.	23	19,0		27	17,3	
	121-180 sn.	15	12,4		30	19,2	
	181-239 sn.	25	20,7		19	12,2	
	240. sn.	17	14,0		29	18,6	
	Golden Score	23	19,0		28	17,9	
2020 U23 EJC	*0-60 sn.*	15	9,6	*3,89 (± 1,64)*	24	11,3	*3,53 (± 1,66)*
	61-120 sn.	20	12,8		47	22,2	
	121-180 sn.	32	20,5		42	19,8	
	181-239 sn.	27	17,3		29	13,7	
	240. sn.	24	15,4		31	14,6	
	Golden Score	38	24,4		39	18,4	

Tablo 1' e göre; 2019 Junior EJC grubu kadın judocuların süre ortalaması 3,67 ± 1,73 (121-180 sn.), erkek judocuların süre ortalaması 4,11 ± 1,60 (181-239 sn.), 2020 Junior EJC grubu kadın judocuların süre ortalaması 3,54 ± 1,70 (121-180 sn.), erkek judocuların süre ortalaması 3,46 ± 1,69 (121-180 sn.), 2019 U23 EJC grubu kadın judocuların süre ortalaması 3,57 ± 1,72 (121-180 sn.), erkek judocuların süre ortalaması 3,56 ± 1,71 (181-

239 sn.), 2020 U23 EJC grubu kadın judocuların süre ortalaması 3,89 ± 1,64 (181-239 sn.), erkek judocuların süre ortalaması 3,53 ± 1,66 (121-180 sn.) olarak bulunmuştur.

Tablo 2. Sporcuların sıklet değişkenine göre ortalama müsabaka süreleri

Kategori	Süre	Sıkletler																							
		48		52		57		60		63		66		70		73		78		81		90		100		100+	
		n	x̄	n	x̄	n	x̄	n	x̄	n	x̄	n	x̄	n	x̄	n	x̄	n	x̄	n	x̄	n	x̄	n	x̄	n	x̄
2019 Junior EJC	*0-60 sn.*	1		1		5		2		4		2		2		1		3		4		5		1		2	
	61-120 sn.	6		0		4		3		6		3		5		6		5		5		3		3		4	
	121-180 sn.	7		4		4		1		6		5		4		5		4		9		2		4		5	
	181-239 sn.	2	**3,6**	3	**4,8**	5	**3,6**	5	**4,4**	6	**3,3**	7	**4,3**	2	**4**	6	**4,2**	1	**3,4**	4	**3,9**	10	**3,8**	3	**3,9**	6	**4**
	240. sn.	3		1		4		11		4		6		3		6		2		7		7		6		5	
	Golden Score	5		1 1		7		8		3		11		9		11		5		10		5		3		8	
2020 Junior EJC	*0-60 sn.*	3		2		5		4		5		9		4		4		6		7		5		2		4	
	61-120 sn.	1		8		6		6		4		11		3		7		1		5		6		5		4	
	121-180 sn.	6		5		4		3		3		8		8		6		4		11		4		3		4	
	181-239 sn.	5	**4,1**	3	**3,2**	3	**3,8**	5	**3,8**	4	**3,5**	5	**2,7**	5	**3,3**	8	**4**	1	**3,1**	7	**3,3**	4	**3,4**	0	**3,5**	2	**2,8**
	240. sn.	5		6		2		9		8		2		7		9		3		6		7		5		2	
	Golden Score	8		1		12		6		3		4		0		12		3		5		4		3		1	
2019 U23 EJC	*0-60 sn.*	2		2		4		3		3		5		1		1		3		5		2		4		3	
	61-120 sn.	4		3		5		5		3		5		2		3		3		3		5		3		3	
	121-180 sn.	2		3		2		3		3		5		3		6		1		6		5		2		3	
	181-239 sn.	4	**3,4**	3	**3,8**	3	**3,4**	3	**3,2**	2	**3,5**	6	**3,2**	5	**4**	1	**4,3**	2	**3,4**	4	**3,5**	2	**3,5**	2	**3,6**	1	**3,2**
	240. sn.	3		2		4		2		0		5		4		4		4		7		5		5		1	
	Golden Score	2		5		4		3		5		2		3		10		2		3		3		4		3	
2020 U23 EJC	*0-60 sn.*	2		0		2		1		3		4		2		6		4		2		7		2		2	
	61-120 sn.	3		5		1		9		5		8		1		8		3		7		5		5		5	
	121-180 sn.	5		4		2		7		7		8		5		5		5		4		9		5		4	
	181-239 sn.	4	**3,7**	0	**4,3**	4	**4,4**	3	**3,6**	5	**3,8**	2	**3,7**	8	**3,9**	7	**3,5**	1	**3,4**	9	**3,9**	4	**3,2**	2	**2,9**	2	**3**
	240. sn.	1		4		5		6		6		4		3		6		4		9		5		0		1	
	Golden Score	5		9		7		5		8		11		4		7		4		7		5		2		2	

Tablo 2' ye göre; 2019 Junior EJC grubu sporcuların en yüksek süre ortalaması 4,8 (240. sn.) ile 52 kilo, en düşük süre ortalaması 3,3 (121-180 sn.) ile 63 kiloda; 2020 Junior EJC grubu sporcuların en yüksek süre

ortalaması 4,1 (121-180 sn.) ile 48 kilo, en düşük süre ortalaması 2,8 (121-180 sn.) ile 100+ kiloda; 2019 U23 EJC grubu sporcuların en yüksek süre ortalaması 4,3 (181-239 sn.) ile 73 kilo, en düşük süre ortalaması 3,2 (121-180 sn.) ile 60, 66, 100+ kiloda; 2020 U23 EJC grubu sporcuların en yüksek süre ortalaması 4,4 (181-239 sn.) ile 57 kilo, en düşük süre ortalaması 2,9 (121-180 sn.) ile 100 kiloda görülmüştür.

Tablo 3. Junior EJC kategorisindeki judocuların müsabaka süreleri açısından Covıd-19 öncesi ve sonrası dönemlere göre incelenmesi

Değişkenler		**Süre**						**X²**	**p**	**İlişki Gücü**
Covid Öncesi-Sonrası	*n*	*0-60 sn.*	*61-120 sn.*	*121-180 sn.*	*181-239 sn.*	*240. sn.*	*Golden Score*			
2019 Junior EJC	389	38	57	63	67	68	96	15,525	0,008	0,139
2020 Junior EJC	397	62	71	74	54	71	65			

Tablo 3 incelendiğinde, Junior EJC kategorisindeki judocuların covid zamanı (öncesi ve sonrası) ile müsabaka süreleri arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemek için yapılan; iki değişken için iki yönlü ki-kare testi sonucuna göre, covid zamanı (öncesi ve sonrası) ile müsabaka süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır [X^2 (5) = 15,525, p<0,05].

Contingency Katsayısı ile hesaplanan ilişki gücü 0,139 olarak bulunmuş olup; covid zamanı (öncesi ve sonrası) ile müsabaka süreleri arasında düşük fakat olumlu bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4. U23 EJC kategorisindeki judocuların müsabaka süreleri açısından Covıd-19 öncesi ve sonrası dönemlere göre incelenmesi

Değişkenler		**Süre**						**X²**	**p**	**İlişki Gücü**
Covid Öncesi-Sonrası	*n*	*0-60 sn.*	*61-120 sn.*	*121-180 sn.*	*181-239 sn.*	*240. sn.*	*Golden Score*			
2019 U23 EJC	277	24	37	46	46	52	72	12,035	0,03	0,14
2020 U23 EJC	368	54	67	62	57	61	67			

Tablo 4 incelendiğinde, U23 EJC kategorisi judocuların covid zamanı (öncesi ve sonrası) ile müsabaka süreleri, müsabaka skoru ve kilo değişkenleri arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemek için yapılan; iki değişken için iki yönlü ki-kare testi sonucuna göre, covid zamanı (öncesi ve sonrası) ile müsabaka süreleri [X2 (5) = 12,035, p<0,05], müsabaka skoru [X^2 (2) = 6,313, p<0,05] ve kilo [X^2 (13) = 102,276, p<0,05] değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır (p<0,05).

3. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, COVID-19 pandemisi öncesinde (2019) ve pandemi döneminde (2020) düzenlenen Gençler Avrupa Judo Şampiyonası (Junior EJC) ve 23 Yaş Altı Avrupa Judo Şampiyonası (U23 EJC) müsabakaları; müsabaka süresi, cinsiyet ve sıklet değişkenleri açısından incelenmiştir. Araştırmanın genel bulguları değerlendirildiğinde, incelenen müsabakaların normal süre tamamlanmadan sona erme sıklığının, normal sürede ve Golden Score bölümünde sonuçlanan müsabakalara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, analiz edilen müsabakalarda karşılaşmaların önemli bir bölümünün normal sürenin tamamlanmasından önce sonuçlandığını göstermektedir. Bununla birlikte, bu farklılığın istatistiksel anlamlılığına ilişkin değerlendirmelerin ilgili test sonuçlarıyla birlikte ele alınması gerekmektedir.

Junior EJC kategorisinde, COVID-19 öncesi ve pandemi dönemleri ile müsabaka süresi arasında düşük düzeyde pozitif bir ilişki belirlenmiştir. U23 EJC kategorisinde ise müsabaka süresi değişkeni için düşük düzeyde (r=0,14), sıklet değişkeni için orta düzeyde (r=0,40) ilişki bildirilmiştir. Bu sonuçlar, özellikle U23 kategorisinde sıklet değişkeninin incelenen diğer değişkenlere kıyasla daha güçlü bir ilişki gösterdiğine işaret etmektedir. Bununla birlikte, ilişki katsayıları tek başına değişkenler arasında nedensel bir bağlantı bulunduğunu göstermemektedir.

Cinsiyete göre müsabaka süreleri incelendiğinde, Junior EJC kategorisinde kadın sporcuların ortalama müsabaka süresinin 2019 yılında ($\bar{x}$ = 3,67 ± 1,73), 2020 yılında ise ($\bar{x}$ = 3,54 ± 1,70) olduğu görülmektedir. Erkek sporcularda ise ortalama müsabaka süresi 2019 yılında ($\bar{x}$ = 4,11 ± 1,60) iken 2020 yılında ($\bar{x}$ = 3,46 ± 1,69) olarak belirlenmiştir. Bu değerler, 2019 yılından 2020 yılına geçişte her iki cinsiyette de ortalama müsabaka süresinin azaldığını göstermektedir. Azalışın erkek sporcularda daha belirgin olduğu görülmektedir. Ayrıca 2020 Junior EJC, 2019 U23 EJC ve 2020 U23 EJC sonuçlarında erkek sporcuların ortalama müsabaka sürelerinin kadın sporculara kıyasla daha düşük olduğu bildirilmiştir. Ancak bu farklılıkların istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığı, ilgili karşılaştırma testlerinin sonuçları doğrultusunda değerlendirilmelidir.

Barreto ve diğerleri (2022a), 2016–2020 yılları arasındaki Olimpiyat Oyunlarında erkek judocuların müsabaka sürelerini inceledikleri çalışmalarında, 2020 yılı müsabakalarının toplam süresinde azalma olduğunu bildirmiştir. Mevcut araştırmanın bulguları da bazı kategorilerde müsabaka sürelerinin 2020 yılında azaldığını göstermesi bakımından bu sonuçla benzerlik taşımaktadır. Bununla birlikte, söz konusu azalmanın yalnızca COVID-19 pandemisiyle açıklanması mümkün değildir. Judo kurallarında 2017 yılından itibaren yapılan değişiklikler, sporcuların hazırlık süreçleri ve müsabakaya özgü koşullar da müsabaka sürelerindeki değişimle ilişkili olabilecek etkenler arasında değerlendirilebilir.

Cinsiyete bağlı müsabaka süresi farklılıkları, önceki araştırmaların bulguları çerçevesinde de ele alınabilir. Miarka ve diğerleri (2014), farklı yaş gruplarındaki judocuların müsabaka sürelerini ve teknik-taktik özelliklerini cinsiyet değişkenine göre inceledikleri çalışmalarında, erkek sporcuların müsabakalarının kadın sporculara kıyasla daha sık normal süre tamamlanmadan sonuçlandığını ve ortalama müsabaka sürelerinin daha kısa olduğunu bildirmiştir. Bu bulgular, mevcut araştırmada bazı organizasyonlarda erkek sporcular için gözlenen daha düşük müsabaka süresi ortalamalarıyla benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte, söz konusu benzerliğin farklı yaş grupları, organizasyonlar ve müsabaka kuralları dikkate alınarak yorumlanması önemlidir.

Franchini ve diğerleri (2013), judo müsabakalarının süresini ele alan çalışmalarında, müsabakaların ortalama süresinin normal müsabaka süresinden daha kısa olabildiğini ortaya koyan önceki araştırmaları değerlendirmiştir. Bu çerçevede, mevcut araştırmada müsabakaların önemli bir bölümünün normal süre tamamlanmadan sonuçlanması, judo karşılaşmalarının skor elde edilmesi veya ceza süreçleri gibi nedenlerle normal süreden önce sona erebilmesiyle açıklanabilir. Bununla birlikte, müsabakaların hangi teknik veya taktik eylemler sonucunda erken tamamlandığını belirleyebilmek için skor türleri ve teknik eylemlerin ayrıca incelenmesi gerekmektedir.

Franchini ve diğerleri (2019), 1960–2017 yılları arasında Dünya Şampiyonası, World Masters, Grand Slam ve Grand Prix organizasyonlarında gerçekleştirilen müsabakaların maç yoğunluğuyla ilişkisini incelemiştir. Araştırmacılar, müsabakanın ilk dakikasında daha yüksek yoğunlukta mücadele edildiğine ilişkin bulgular bildirmiştir. Bu sonuç, müsabaka süresinin yalnızca karşılaşmanın toplam uzunluğu açısından değil, müsabakanın farklı zaman dilimlerindeki mücadele yoğunluğu bakımından da ele alınması gerektiğini göstermektedir. Ancak mevcut araştırmada fizyolojik veya hareket yoğunluğu değişkenleri doğrudan ölçülmediğinden, müsabakaların daha kısa sürmesi ile mücadele yoğunluğu arasında doğrudan bir ilişki kurulmamalıdır.

Sıklet değişkeni açısından değerlendirildiğinde, Barreto ve diğerleri (2022b), 2010–2019 yılları arasındaki uluslararası erkek judo müsabakalarına ilişkin verilerde Golden Score ile sonuçlanan karşılaşmaların oranının 2013 yılına kadar yaklaşık %3 düzeyindeyken 2018–2019 yıllarında %21'e yükseldiğini bildirmiştir. Aynı çalışmada, 60 kg ve +100 kg sıklet kategorileri ile diğer sıklet kategorileri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar raporlanmıştır. Bulgular, daha hafif sıkletlerdeki sporcuların bazı kategorilere kıyasla daha kısa, daha ağır sıkletlerdeki sporcuların ise daha uzun müsabaka sürelerine sahip olabildiğini göstermektedir. Bu sonuçlar, sıkletin müsabaka süresiyle ilişkili olabilecek bir değişken olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, söz konusu ilişkinin her organizasyon ve dönem için aynı biçimde ortaya çıkacağı varsayılmamalıdır.

Franchini ve diğerleri (2019), hafif sıklet sporcularının müsabakaların ilk dakikasında ağır sıklet sporcularına kıyasla daha yüksek mücadele yoğunluğu gösterebildiklerini bildirmiştir. Bu bulgu, sıklet kategorilerinin müsabaka dinamikleri açısından farklılık gösterebileceğine işaret etmektedir. Ancak mücadele yoğunluğu ile müsabaka süresi birbirinden farklı değişkenler olduğundan, bu iki değişken arasındaki ilişki doğrudan bir eşdeğerlik olarak değerlendirilmemelidir.

Segedi ve diğerleri (2014), 2013 Rijeka Grand Prix müsabakalarını skor ve müsabaka süreleri açısından incelemiş ve normal süre tamamlanmadan sonuçlanan müsabakaların yüksek sıklıkta görüldüğünü bildirmiştir. Bu sonuç, mevcut araştırmada normal süre tamamlanmadan biten müsabakaların diğer süre kategorilerine göre daha fazla olmasıyla benzerlik göstermektedir. Farklı organizasyonlarda benzer eğilimlerin gözlenmesi, müsabaka süresinin judo performans analizlerinde önemli bir değişken olduğunu desteklemektedir.

Sonuç

Araştırma bulguları genel olarak değerlendirildiğinde, 2019 yılında pandemi öncesinde ve 2020 yılında pandemi döneminde düzenlenen Junior EJC ve U23 EJC müsabakalarının süre bakımından farklılıklar gösterebildiği belirlenmiştir. Junior EJC kategorisinde kadın ve erkek sporcuların ortalama müsabaka sürelerinin 2020 yılında 2019 yılına kıyasla azaldığı görülmüştür. Özellikle erkek sporcularda gözlenen azalış daha belirgindir. Bununla birlikte, bu değişimin istatistiksel anlamlılığı ve farklı organizasyonlardaki tutarlılığı ilgili analiz sonuçları doğrultusunda değerlendirilmelidir.

Junior EJC kategorisinde, 2020 yılında müsabakaların ilk 120 saniyelik bölümünde sonuçlanma eğiliminin arttığına ilişkin bulgu, müsabakaların zaman içerisindeki dağılımında bir değişim olabileceğini düşündürmektedir. Ancak bu durumun teknik-taktik davranışlardaki değişimlerden kaynaklandığını söyleyebilmek için teknik uygulamalar, skor türleri, ceza sayıları ve müsabaka içi eylemlerin ayrıca incelenmesi gerekmektedir.

COVID-19 pandemisi döneminde uygulanan antrenman kısıtlamaları, sporcuların hazırlık süreçleri ve fiziksel performans düzeyleri, müsabaka sürelerinde gözlenen değişimleri açıklamaya yardımcı olabilecek olası etkenlerdir. Bununla birlikte, mevcut araştırmada bu değişkenler doğrudan ölçülmediğinden, pandemi döneminde müsabaka sürelerinin azalmasının belirli bir nedene bağlı olduğu sonucuna varılamaz. Bulgular, pandemi öncesi ve pandemi dönemindeki organizasyonlar arasında gözlenen farklılıklar çerçevesinde yorumlanmalıdır.

Sonuç olarak, müsabaka süresinin cinsiyet, sıklet ve yaş kategorisi gibi değişkenlerle birlikte ele alınması, judo müsabakalarının zamansal özelliklerinin daha kapsamlı biçimde anlaşılmasına katkı sağlayabilir. Gelecek

araştırmalarda farklı uluslararası organizasyonlardan daha geniş veri setlerinin kullanılması, teknik-taktik eylemlerin müsabaka süreleriyle birlikte analiz edilmesi ve pandemi öncesi, pandemi dönemi ve pandemi sonrası dönemlerin karşılaştırılması önerilmektedir. Ayrıca sporcuların antrenman geçmişi, fiziksel uygunluk düzeyi ve müsabaka yoğunluğu gibi değişkenlerin de değerlendirmeye alınması, müsabaka süresindeki farklılıkların olası nedenlerinin daha ayrıntılı biçimde incelenmesine olanak sağlayacaktır.ara kıyasla daha düşük görülmektedir.

KAYNAKLAR

Barreto, L. B. M, Santos, M. A. F. D., Fernandes Da Costa, L. O., Valenzuela, D., Martins, F. J. A., Slimani, M., & Brito, C. J. (2022b). Combat time in international male judo competitions: A systematic review and meta-analysis. Frontiers in Psychology, 536.

Barreto, L. B. M., Aedo-Muñoz, E. A., Soto, D. A. S., Miarka, B., & Brito, C. J. (2022a). Has there been a change between combat time in male judo? Analysis of the top 20 athletes by weight division between the 2016-20 Olympic cycles. International Journal of Performance Analysis in Sport, 1-17.

Ceylan, B., Öztürk, F., Taşkin, H. B., & Balci, Ş. S. (2025). Golden score period in high-level judo competitions: the effect of the scores and penalties at the real contest time. International Journal of Performance Analysis in Sport, 25(2), 320–331. https://doi.org/10.1080/24748668.2024.2411869

Demiral, Ş., Nazıroğlu, M., Özbar, N., & Taşkın, C. (2024). The effect of COVID-19 pandemic on judo match performance: Descriptive research. Turkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences, 16(2), 170–176. https://doi.org/10.5336/sportsci.2024-102303

European Judo Union [EJU] (2020, April 6). COVID-19 update and calendar amendments. https://www.eju.net/covid-19-update-and-calendar-amendments/

Franchini, E., Artioli, G. G., & Brito, C. J. (2013). Judo combat: time-motion analysis and physiology. International journal of Performance Analysis in sport, 13(3), 624-641.

Franchini, E., Del Vecchio, F. B., Matsushigue, K. A., & Artioli, G. G. (2011). Physiological profiles of elite judo athletes. Sports Medicine, 41(2), 147–166. https://doi.org/10.2165/11538580-000000000-00000

Franchini, E., de Moura, C. F. D., Shiroma, S. A., Humberstone, C., & Julio, U. F. (2019). Pacing in judo: analysis of international-level competitions with different durations. International Journal of Performance Analysis in Sport, 19(1), 121-130.

Karasar, N. (2018). Bilimsel araştırma yöntemi: Kavramlar, ilkeler, teknikler (33. baskı). Nobel Akademik Yayıncılık.

Marcon, G., Franchini, E., Jardim, J. R., & Neto, T. L. B. (2010). Structural analysis of action and time in sports: Judo. Journal of quantitative analysis in sports, 6(4).

Miarka, B., Cury, R., Julianetti, R., Battazza, R., Julio, U. F., Calmet, M., & Franchini, E. (2014). A comparison of time-motion and technical–tactical variables between age groups of female judo matches. Journal of sports sciences, 32(16), 1529-1538.

Miarka, B., Hayashida, C. R., Julio, U. F., Calmet, M., & Franchini, E. (2011). Objectivity of FRAMI-software for judo match analysis. International Journal of Performance Analysis in Sport, 11(2), 254-266.

Segedi, I., Sertic, H., Franjic, D., Kustro, N., & Rozac, D. (2014). Analysis of judo match for seniors. Journal of Combat Sports and Martial Arts, 2(5), 57-61.

ADÖLESAN JUDOCULARDA KUADRİSEPS KAS OKSİJENASYONU İLE NAVİKÜLER YÜKSEKLİK VE Q AÇISI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Prof. Dr. Şengül DEMİRAL[1], Doç. Dr. Hilal KEKLİÇEK[2], Arş. Gör. Dr. Meltem NAZIROĞLU[3]

[1]Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, senguldemiral@trakya.edu.tr, ORCID 0000-0001-9771-6846

[2]Trakya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Nörolojik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon A.B.D., hilalkeklicek@trakya.edu.tr, ORCID 0000-0003-3660-0940

[3]Trakya Üniversitesi, Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, meltemnaziroglu62@trakya.edu.tr, ORCID 0000-0002-4193-3312

Özet

Kas oksijenasyon düzeyi, sportif performansın sürdürülmesinde rol oynayan önemli fizyolojik göstergelerden biridir. Bununla birlikte, adölesan judocularda alt ekstremiteye ilişkin biyomekanik özelliklerin kas oksijenasyonu ile ilişkisini ele alan çalışmalar sınırlıdır. Bu araştırmada, adölesan judo sporcularında ayak medial longitudinal ark yapısı ve Q açısının kuadriseps kas oksijenasyonu ile ilişkisinin değerlendirilmesi amaçlandı. Araştırmaya 12–16 yaş aralığında, ortalama judo deneyimi 5,37±2,78 yıl olan sporcular dahil edildi. Ayak medial ark yapısının değerlendirilmesi amacıyla naviküler yükseklik oturma ve ayakta durma pozisyonlarında ölçüldü ve iki ölçüm arasındaki fark kullanılarak naviküler düşme miktarı hesaplandı. Kuadriseps kas oksijenasyonu, yakın kızılötesi spektroskopi (NIRS) yöntemiyle sırtüstü dinlenme ve ayakta durma koşullarında ikişer dakika süreyle değerlendirildi. Q açısı ölçümleri sırtüstü dinlenme pozisyonunda gerçekleştirildi. Analizler sonucunda, dominant ekstremitedeki naviküler düşme miktarının artması ile non-dominant ekstremitenin hem dinlenme hem de ayakta durma koşullarındaki kas oksijen satürasyonunun azalması arasında anlamlı ilişki bulundu ($p<0,05$). Ayrıca dominant ekstremitedeki naviküler düşme miktarındaki artışın aynı ekstremitedeki kas oksijen satürasyonundaki azalma ile ilişkili olduğu belirlendi ($p<0,05$). Buna karşılık, Q açısı ile kas oksijen satürasyonu arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($p>0,05$). Cinsiyete göre yapılan değerlendirmede kadın sporcuların dominant ekstremite dinlenim total hemoglobin (Thb) düzeylerinin erkek sporculardan daha yüksek olduğu görüldü ($p=0,043$); diğer parametrelerde ise cinsiyetler arasında anlamlı farklılık belirlenmedi ($p>0,05$). Bulgular, adölesan judocularda özellikle dominant ekstremitedeki medial ark yapısı ve naviküler düşmenin kas oksijenasyonu ile ilişkili olabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, ayak medial ark yapısının adölesan judocuların kas oksijenasyon özellikleri değerlendirilirken göz önünde bulundurulabilecek biyomekanik faktörlerden biri olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Judo, adölesan sporcu, kas oksijenasyonu, naviküler düşme, Q açısı.

RELATIONSHIP OF QUADRICEPS MUSCLE OXYGENATION WITH NAVICULAR HEIGHT AND Q ANGLE IN ADOLESCENT JUDOKAS

Abstract

Muscle oxygenation is an important physiological determinant of athletic performance; however, its relationship with lower-extremity biomechanical characteristics remains insufficiently understood in adolescent judokas. This study aimed to examine the relationships between medial longitudinal arch characteristics, Q angle, and quadriceps muscle oxygenation in adolescent judo athletes. Judokas aged 12–16 years with a mean judo experience of 5.37±2.78 years were included in the study. Medial arch height was assessed by measuring navicular height in both sitting and standing positions, and navicular drop was subsequently calculated. Quadriceps muscle oxygenation was evaluated for two minutes in both the supine resting and standing positions using near-infrared spectroscopy (NIRS). Q angle measurements were performed in the supine resting position. Increased navicular drop of the dominant extremity was significantly associated with lower muscle oxygen saturation in the non-dominant extremity under both resting and standing conditions ($p<0.05$). Similarly, greater navicular drop in the dominant extremity was associated with lower muscle oxygen saturation in the same extremity ($p<0.05$). No significant relationship was observed between Q angle and muscle oxygen saturation ($p>0.05$). Sex-based comparisons revealed that female athletes had significantly higher resting total hemoglobin (Thb) levels in the dominant extremity than male athletes ($p=0.043$), whereas no significant sex differences were observed for the other parameters ($p>0.05$). Overall, the findings indicate that medial arch characteristics, particularly navicular drop of the dominant extremity, may be associated with quadriceps muscle oxygenation in adolescent judokas. These results suggest that medial longitudinal arch structure may represent a relevant biomechanical factor to consider when evaluating muscle oxygenation characteristics in adolescent judo athletes.

Keywords: Judo, adolescent athletes, muscle oxygenation, navicular drop, near-infrared spectroscopy.

1. GİRİŞ

Kuvvet, dayanıklılık, denge, sürat ve reaksiyon gibi motorik bileşenlerin üst düzeyde entegrasyonunu gerektiren judo, fiziksel ve zihinsel temellere dayalı karmaşık bir mücadele sporudur (Brousse ve Matsumoto, 1999; Bompa ve Gregory Haff, 2009; Demiral, 2011). Başarılı bir judo performansı; sabitlemeler için kas kuvvetine, tutuş mücadeleleri için kuvvet dayanıklılığına, fırlatmalar için patlayıcı güce ve ardışık ataklar için anaerobik kapasiteye dayanmaktadır (Burke ve ark., 2007; Cox's, 1993; Escobar Molina ve ark., 2023; Franchini ve ark., 2020; Fukuda ve ark., 2011). Çıplak ayakla ve tatami üzerinde icra edilen bu sporda; Ouchigari, Haraigoshi, Uchimata, Ippon-Seonage, Ashi-guruma ve O-guruma gibi tekniklerde ayak hem dayanak noktası hem de itme ve dönme merkezi olarak kritik bir işlev görmekte, bu durum ayak sağlığı ve biyomekanik hizalanmanın önemini ön plana çıkarmaktadır. Literatürde yetişkin judo sporcularında supramaksimal antrenmanın kas oksijenlenmesini artırdığı (Kujach ve ark., 2016), sprint sırasında kas deoksijenasyon kinetiğinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu (Antunes ve ark., 2022) ve ayak kemeri çökme düzeylerinin sedanter akranlar ile karatecilerden farklılaştığı (Senkyr ve ark., 2015, 2016; Jankowicz-Szymanska ve ark., 2015) bildirilmiştir; ayrıca mücadele sporcularının takım sporcularına benzer Q açılarına sahip olduğu belirlenmiştir (Tural ve İmamoglu, 2020). Buna karşın, mevcut çalışmalar çoğunlukla yetişkin popülasyonla sınırlı kalmış; biyomekanik ve kas gelişimini henüz tamamlamamış olan ergen judo sporcularında ayak biyomekaniği, Q açısı ve kas dokusu oksijenasyonu arasındaki etkileşimi doğrudan araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu doğrultuda çalışma, ergen judo sporcularında kuadriseps kas oksijenlenmesi ile naviküler düşüş ve Q açısı arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla planlanmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Katılımcı Bilgileri

Katılımcılar, 12-16 yaş aralığındaki judo sporcusu çocuklardan oluşmaktadır. Çocuklar ve ebeveynleri araştırma hakkında bilgilendirildi. Çalışmaya katılmayı kabul eden çocuklardan ve ebeveynlerinden imzalı onam alınmıştır. Dahil edilme kriterlerine göre 44 çocuk taranmış ve spor kulüplerinde judo sporuyla uğraşan, deri kıvrımı yöntemine göre ön uyluk yağ kalınlığı 13 mm'den az olan 12-16 yaş arası çocuklar çalışmaya dahil edilmiştir. Herhangi bir tıbbi tanı veya ön tanı altında olmak, düzenli ilaç kullanmak, son 48 saat içinde ağrı kesici kullanmak, ameliyat öyküsü olmak, herhangi bir akut veya kronik ağrıya sahip olmak, son iki yıl içinde tedavi ve/veya izleme gerektiren herhangi bir fiziksel travma öyküsü olmak. Ölçümler, sporcuların rutin antrenman saatleri sırasında tatami minderi üzerinde gerçekleştirildi. Katılımcılardan çıplak ayakla kalmaları ve şort giymeleri istendi.

Yaş (yıl), boy (cm), ağırlık (kg), vücut kitle indeksi (kg/m²), judo spor yaş (yıl) ve cinsiyet (kız/erkek) kaydedildi. Çocukların baskın uzuvları, kalem tutma ve judo tekniği uygulama tercihlerine göre belirlendi. 44 çocuktan 12'si, ön uyluk bölgesindeki yağ kalınlığının yüksek olması nedeniyle çalışmadan çıkarıldı. Ardından, 32 judocunun fiziksel ölçümleri aşağıdaki sırayla gerçekleştirildi.

2.2. Naviküler Düşüş Testi

Katılımcılardan, boylarına uygun, sırtlığı ve kol dayanağı olmayan bir tabureye oturmaları istendi. Kalça ve diz açıları 90 derece olacak ve ayakları pelvis genişliğinde açık olacak şekilde oturdular. Oturma pozisyonundaki naviküler yükseklik, dijital kumpas kullanılarak ölçüldü ve mm cinsinden kaydedildi. Ardından katılımcılardan ayağa kalkmaları ve kendilerini rahat hissettikleri şekilde durmaları istendi. Ölçüm bu pozisyonda tekrarlandı ve naviküler yükseklik mm cinsinden kaydedildi. Naviküler düşüş, iki pozisyon arasındaki fark kullanılarak hesaplandı (Mueller, Host ve Norton, 1993). Ölçümler her iki ayak için de tekrarlandı.

2.3. Statik Q Açısı Ölçümü

Q açısı, kuadriseps kasının fonksiyonel çalışma açısı olarak kabul edilir ve alt ekstremite biyomekanik hizalamasının düzgünlüğünü değerlendirmek için sıklıkla kullanılır. Q açısı statik ve dinamik olarak ölçülebilir (Skouras ve ark., 2022). Statik ölçüm dinlenme sırasında gerçekleştirilirken, dinamik ölçüm çoğunlukla ayakta durma pozisyonunda yapılır. Her iki ölçümün de birbirine göre avantajlı olduğu belirli durumlar mevcuttur (Skouras ve ark., 2022).

Çalışmamızda, çocuklar için daha sık önerilen, çocukların pozisyon farkındalığını kolaylaştıran ve aktif statik kuvvet gerektirmeyen statik Q açısı ölçümünü tercih ettik. Statik Q açısı ölçümü sırasında çocuktan, diz ve kalça eklemleri tam ekstansiyonda, bacak nötr rotasyonda, kollar yanlarda ve avuç içleri yukarı bakacak şekilde anatomik pozisyonda yatması istendi. Bacağın içe ve dışa rotasyona pasif hareket etmesini önlemek için ayak bileğinin yanına sabit bir destek yerleştirildi. Bu pozisyonda, gonyometrenin pivot noktası patellanın merkezindeydi; sabit kolu tibia tüberositesini gösterecek şekilde, hareketli kolu ise spina iliaca anterior superior'u (SIAS) gösterecek şekilde yerleştirildi. SIAS'tan patellanın ortasına çizilen çizgi ile patellanın ortasından tibianın tüberositesine çizilen iki çizgi arasındaki dar açı, Q açısı olarak kaydedildi. Ölçüm her iki bacakta da tekrarlandı. Naviküler düşme testi ve Q açısı ölçümü, biyomekanik alanında doktora derecesine sahip ve 18 yıllık deneyime sahip bir fizyoterapist (PT) tarafından gerçekleştirildi.

2.4. Kas Oksijenasyonu Ölçümü

NIRS yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. NIRS, LED aydınlatma ile kızılötesi ölçümler yaparak mikrodolaşımdaki periferik oksijen satürasyonu hakkında bilgi sağlar. Bu, non-invaziv bir yöntemdir. Geçerli, güvenilir ve en ufak

değişikliklere karşı duyarlıdır (Crum ve ark., 2017). Etkili bir ölçüm için doku yağ kalınlığının 13 mm'nin altında olması önerilmektedir.

Değerlendirme sırasında çocuklara statik Q açısı ölçümünde açıklanan pozisyon verdirildi. Gonyometre, vastus medialis obliquus kasının orta bölgesine yerleştirildi. Çocuğun iki dakika boyunca hareket etmeden bu pozisyonda yatması istendi. Toplam hemoglobin düzeyleri (minimum, maksimum, iki dakikalık serinin ortalaması) ve oksijenlenmiş hemoglobin düzeyleri (SmO2'nin minimum, maksimum ve iki dakikalık serinin ortalaması) kaydedildi. Ardından çocuktan ayağa kalkması ve rahat bir pozisyonda durması istendi. Bu pozisyonda 2 dakika beklemesi istendi ve ölçümler benzer şekilde tamamlandı. Ölçümler her iki bacakta da tekrarlandı. Sensör ve sporcunun konumlandırılması bir fizyoterapist tarafından gerçekleştirildi.

NIRS ölçümleri, judo antrenmanında 13 yıllık deneyime sahip ve hareket ve antrenman bilimleri alanında doktora derecesi bulunan bir mühendis tarafından gerçekleştirildi.

2.5. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler, SPSS sürüm 18.0 yazılımı (Chicago, Illinois, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler, ortalama ve standart sapma kullanılarak sunulmuştur. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu, görsel (histogram) ve analitik yöntemler (Kolmogorov–Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri) ile incelenmiştir. Parametrik koşullar karşılanamadığından, gruplar arası karşılaştırmalar Mann-Whitney U testi kullanılarak yapılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkiler Spearman testi ile değerlendirilmiştir. Hata olasılığı için toplam tip-1 hata düzeyi %5 olarak alınmıştır. Çalışmanın güç değeri, GPower (35) 3.0.1 yazılımı (Universität Kiel, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir. Çalışmanın gücü, 0,652 etki büyüklüğü ile 22 katılımcı için %93 olarak belirlendi. p-değeri 0,05 olarak ayarlandı.

3. BULGULAR

Çalışmaya ortalama yaşı 13,53±1,11 olan 15 kız ve 17 erkek çocuk katıldı. Ortalama boy 164,06±10,01 cm, ortalama ağırlık ise 57,41±9,49 kg idi. Ortalama Vücut Kitle İndeksi değeri 21,16±1,57 kg/m² olarak hesaplandı. Ortalama judo spor yaşları 5,37±2,78 yıldı. Katılımcılardan 18'i sağ elini, 4'ü ise sol elini daha çok kullanıyordu.

Tablo 1. Judoculara ait tanımlayıcı sonuçlar

	Yaş (yıl)	13,53±1,11	
	Boy uzunluğu (cm)	164,06±10,01	
	Vücut ağırlığı (kg)	57,41±9,49	
	Beden Kitle İndeksi (kg/m²)	21,16±1,57	
	Spor yaşı (yıl)	5,37±2,78	
		Baskın Bacak	**Baskın Olmayan Bacak**
Akakta Durma Pozisyonu	Naviküler düşme (mm)	9,88± 3,61	9,19± 2,92
	Q açısı (derece)	12,09±2,55	12,00±2,55
	Naviküler yükseklik (mm) – Oturma pozisyonu	31,63±5,94	30,34 ±6,09
	Naviküler yükseklik (mm) – Ayakta durma pozisyonu	21,17± 6,47	21,14 ±6,43
	SmO_2 -Max	77,91 ±11,28	75,69±10,31
	SmO_2 -Min	71,08±14,38	64,55±14,54
	SmO_2 - seri ortalaması	75,08±12,74	70,07±10,02
	Thb -Max	11,94± 0,378	11,88±0,44
	Thb -Min	11,86±0,37	11,81±0,45
	Thb- seri ortalaması	11,9±0,373	11,85±0,45
Oturma Pozisyonu	SmO_2 -Max	78,81±8,813	75,12±8,88
	SmO_2 -Min	65,39±13,34	61,34±10,29
	SmO_2 - seri ortalaması	71,86±10,86	67,18±8,86
	Thb -Max	12,24±0,38	12,18±0,31
	Thb -Min	12,02±0,29	11,97±0,33
	Thb - seri ortalaması	12,13±0,32	12,11±0,30

SmO_2: Kas oksijen satürasyonu; Thb: Toplam hemoglobin.

Tablo 1 incelendiğinde, kız ve erkek judocular karşılaştırıldığında, kadın sporcuların dominant ekstremitelerindeki dinlenik Thb düzeyinin erkek sporculara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p = 0,043$). Diğer parametreler açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$). Karşılaştırmalı sonuçlar Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Çalışmanın tanımlayıcı ve karşılaştırmalı bulguları

		Baskın Bacak			Baskın Olmayan Bacak		
		Kızlar	**Erkekler**	**Mann Whitney U (p)**	**Kızlar**	**Erkekler**	**Mann Whitney U (p)**
Resting Position	Naviküler düşme (mm)	2,74±0,71	4,25±1,03	0,249	3,27±0,84	2,66±0,64	0,910
	Q açısı (derece)	3,07±0,79	2,09±0,51	0,423	2,46±0,63	1,64±0,39	0,145
	Naviküler yükseklik (mm) – Oturma pozisyonu	5,50±1,42	6,19±1,5	0,336	6,19±1,59	5,56±1,35	0,117
	Naviküler yükseklik (mm) – Ayakta durma pozisyonu	4,53±1,17	7,48±1,81	0,126	5,8±1,49	6,51±1,57	0,054
	SmO_2 -Max	14,29±3,68	7,57±1,83	0,417	12,74±3,29	7,65±1,85	0,417
	SmO_2 -Min	16,66±4,3	12,45±3,02	0,637	17,32±4,47	11,01±2,66	0,220
	SmO_2- seri ortalaması	15,5±4,01	10,02±2,43	0,734	10,61±2,74	9,24±2,24	0,186
	Thb -Max	0,34±0,08	0,38±0,09	0,064	0,47±0,12	0,36±0,08	0,104
	Thb -Min	0,32±0,08	0,39±0,09	**0,043**	0,50±0,13	0,36±0,08	0,059
	Thb- seri ortalaması	0,31±0,08	0,39±0,09	0,059	0,49±0,12	0,37±0,08	0,096
Standing Position	SmO_2 -Max	10,36±2,67	7,15±1,73	0,439	11,01±2,84	6,39±1,54	0,355
	SmO_2 -Min	12,65±3,26	14,29±3,46	0,940	9,25±2,38	11,32±2,74	0,821
	SmO_2- seri ortalaması	11,84±3,06	10,27±2,49	0,880	10,04±2,59	7,99±1,93	0,835
	Thb -Max	0,26±0,06	0,46±0,11	0,521	12,13±0,33	0,28±0,07	0,597
	Thb -Min	0,27±0,07	0,31±0,07	0,355	0,33±0,08	0,31±0,07	0,146
	Thb- seri ortalaması	0,26±0,06	0,35±0,08	0,439	0,32±0,08	0,29±0,07	0,571

SmO_2: Kas oksijen satürasyonu; Thb: Toplam hemoglobin.

Tablo 2 incelendiğinde, çocukların spor yaşları arttıkça, hem oturma (r = 0,466; p = 0,007) hem de ayakta durma pozisyonlarında (r = 0,355; p = 0,046) dominant olmayan uzuvdaki naviküler yüksekliğin arttığı gözlemlenmiştir.

Dominant tarafta naviküler düşüş arttıkça, ayakta durma pozisyonundaki SmO_2-max değerinin azaldığı saptanmıştır (r=-0,395; p=0,025). Ayakta durma pozisyonunda, dominant uzuvdaki naviküler yükseklik arttıkça, dominant olmayan uzuvdaki dinlenme SmO_2-max değerinin arttığı (r=0,357; p=0,045) ve dominant uzuvdaki naviküler düşüşle birlikte azaldığı (r=-0,398; p=0,024) gözlemlenmiştir. Dominant uzuvdaki naviküler düşüş arttıkça, non-dominant uzuvdaki dinlenme halindeki SmO_2-min değerinin azaldığı (r = -0,425; p = 0,015) tespit

edilmiştir. Ayakta durma pozisyonunda, baskın uzuvdaki naviküler düşüş ile birlikte baskın olmayan uzuvun SmO_2-max (r=-0,426; p=0,015) ve SmO_2-min (r=-0,327; p=0,036) değerlerinin azaldığı saptanmıştır. Ayakta durma pozisyonunda, dominant uzuvdaki naviküler yükseklik arttıkça, dominant olmayan uzuvdaki SmO_2-min değerinin arttığı saptanmıştır (r = 0,429; p = 0,014). Dominant uzuvdaki naviküler düşme seviyesi arttıkça, non-dominant uzuvun dinlenme (r=-0,481; p=0,005) ve ayakta durma (r=-0,371; p=0,036) pozisyonlarındaki 2 dakikalık SmO_2 serilerinin ortalamasının azaldığı saptanmıştır. Dominant uzuvun ayakta durma pozisyonundaki naviküler yüksekliği arttıkça, non-dominant uzuvun ayakta durma pozisyonundaki 2 dakikalık SmO_2 serisinin ortalamasının arttığı saptanmıştır (r=0,378; p=0,033).

Bu sonuçlara göre, ayakta durma pozisyonunda dominant uzuvdaki naviküler yükseklik, hem dinlenme hem de ayakta durma pozisyonunda non-dominant uzuvun kas oksijen satürasyonunu artıran bir faktördür. Ayrıca, dominant uzuvdaki naviküler düşüş seviyesi, hem dinlenme hem de ayakta durma pozisyonunda non-dominant uzuvun kas oksijen satürasyonunu etkilemiştir. Benzer şekilde, dominant uzuvdaki naviküler düşüş seviyesi arttıkça, dominant uzuvun kas oksijen satürasyonunun azaldığı gözlemlenmiştir. Q açısı değerlerinin kas oksijen satürasyonu ve Thb değerleriyle herhangi bir ilişkisi olmadığı belirlenmiştir (p>0,05).

3. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, judo spor yaşının dominant olmayan ayağın ayakta durma pozisyonundaki naviküler yüksekliğiyle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, dominant uzuvdaki naviküler yüksekliğin artması dominant olmayan uzuvdaki kas oksijen satürasyonuyla pozitif yönde, naviküler düşüşün artması ise negatif yönde ilişkilidir. Kas oksijen satürasyonu, kas dokusunun oksijenlenme durumunun ve oksijen kullanımının değerlendirilmesinde önemli bir göstergedir. Yakın kızılötesi spektroskopi (NIRS), egzersiz sırasında dokunun oksijenlenmesini ve oksijen kullanımını incelemek amacıyla kullanılmaktadır (Crum ve ark., 2017). Antunes ve ark. (2022), genç yetişkin judo sporcularının biseps kasında oksijeni daha verimli kullanabildiğini bildirmiştir. Mevcut çalışmanın bulguları, ayak kemer yapısının kas oksijenlenmesiyle ilişkili olabileceğini ve kuadriseps kasının yoğun olarak kullanıldığı judo tekniklerinde fonksiyonel performans açısından önem taşıyabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, bu ilişkinin teknik performans üzerindeki etkisinin doğrudan değerlendirilebilmesi için ileri araştırmalara ihtiyaç vardır. Ayak kemer yüksekliğinin, Ipponseoinage ve Moroteseoinage gibi tekniklerin uygulanmasındaki olası rolü de bu kapsamda ele alınabilir (Demiral, 2017).

Aşırı pronasyon ve supinasyonun sporcularda yaralanma riskiyle ilişkili olduğu bildirilmiştir (Alam ve ark., 2019). Çalışmamızda naviküler düşüşün artmasıyla kas oksijen satürasyonunun azalması, ayak biyomekaniği ile

kas oksijenlenmesi arasındaki olası ilişkiyi desteklemektedir. Bununla birlikte, mevcut bulgular nedensel bir ilişkiyi ortaya koymamaktadır.

Judo sporcularının ayak morfolojisine ilişkin önceki araştırmalarda, erkek judocuların ayak uzunluğu ve genişliğinin Kyokushin karate sporcularına kıyasla daha fazla olduğu ve sol ayak ölçülerinin sağ ayak ölçülerinden yüksek olabildiği bildirilmiştir (Andrzejewska ve ark., 2019). Ayrıca, judo sporcularının ayak kemerlerinin spor yapmayan akranlarına göre daha yüksek olduğu ve daha yüksek ayak kemerinin daha iyi denge performansıyla ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Jankowicz-Szymanska ve ark., 2015). Çalışmamızda judo spor yaşının dominant olmayan ayağın ayakta durma pozisyonundaki naviküler yüksekliğiyle ilişkili bulunması, judo deneyimi ile ayak morfolojisi arasındaki olası ilişkiye işaret etmektedir. Dominant olmayan ayağın, tekniklerin uygulanması sırasında denge ve destek işlevi üstlenmesi bu bulguyu açıklayabilecek olası mekanizmalardan biridir. Ancak bu mekanizmanın doğrulanması için teknik uygulamalar sırasında intrinsik ayak kası aktivitesinin incelenmesi gerekmektedir.

Q açısının fiziksel performans üzerindeki etkilerine ilişkin literatürde farklı bulgular bulunmaktadır. Önceki çalışmalar, Q açısındaki artışın izokinetik kuadriseps kas gücü ve açısal torkta azalmayla ilişkili olabileceğini bildirmiştir (Hahn ve Foldspang, 1997; Saç ve Taşmektepligil, 2018). Ayrıca, Q açısının ön diz ağrısı ve denge performansıyla ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Milovanović ve ark., 2023; Unuvar ve ark., 2023). Buna karşılık, Q açısı ile ayak bileği yaralanmaları, alt ekstremite dizilimi ve denge performansı arasında anlamlı ilişki bulunmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur (Uludag ve ark., 2023; Kaya ve Doral, 2012; Şenol ve ark., 2019). Çalışmamızda Q açısı ile kas oksijen satürasyonu arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Bu bulgu, Q açısının kas oksijenlenmesiyle ilişkisinin farklı popülasyonlar ve ölçüm koşulları çerçevesinde daha ayrıntılı incelenmesi gerektiğini göstermektedir.

Çalışmamızda ayrıca, kadın judocuların dominant ekstremitelerindeki istirahat toplam hemoglobin (Thb) düzeylerinin erkek judoculardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Toplam hemoglobin düzeyindeki bu farklılık, kas dokusunun oksijenlenmesiyle ilişkili olabilecek bir bulgu olmakla birlikte, tek başına oksijen taşıma kapasitesinin veya sportif performansın daha yüksek olduğunu göstermemektedir. Ergen judocularda cinsiyete göre lokal Thb düzeylerini karşılaştıran çalışmaların sınırlı olması, bu bulgunun önemini artırmaktadır. Gelecekteki araştırmalarda, farklı cinsiyetlerdeki kas oksijenlenmesi ve Thb düzeylerinin performans değişkenleriyle ilişkisi incelenmelidir.

Bu çalışmanın bulguları, ergen judocularda ayak morfolojisinin, özellikle naviküler yüksekliği ve naviküler düşüşün, kas oksijen satürasyonuyla ilişkili olabileceğini göstermektedir. Judo spor yaşının dominant olmayan

ayağın naviküler yüksekliğiyle ilişkili bulunması, spor deneyiminin ayak yapısıyla bağlantılı olabileceğine işaret etmektedir. Bununla birlikte, Q açısı ile kas oksijen satürasyonu arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Kadın judocularda dominant ekstremitenin istirahat Thb düzeyinin daha yüksek olması da cinsiyetler arasında kas oksijenlenmesiyle ilişkili farklılıklar bulunabileceğini düşündürmektedir. Bu ilişkilerin altında yatan mekanizmaların ve sportif performans üzerindeki olası etkilerinin açıklığa kavuşturulması için daha geniş örneklemlerle, farklı yaş gruplarında ve teknik uygulamalar sırasında yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Alam, F., Raza, S., Moiz, J. A., Bhati, P., Anwer, S., & Alghadir, A. (2019). Effects of selective strengthening of tibialis posterior and stretching of iliopsoas on navicular drop, dynamic balance, and lower limb muscle activity in pronated feet: A randomized clinical trial. The Physician and Sportsmedicine, 47(3), 301–311. https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1553466

Andrzejewska, A., Lukomska, B. and Janowski, M. (2019). Concise review: Mesenchymal stem cells: From roots to boost. Stem Cells, 37(7), 855–864. https://doi.org/10.1002/stem.3016

Antunes, A., Domingos, C., Diniz, L., Monteiro, C. P., Espada, M. C., Alves, F. B. and Reis, J. F. (2022). The relationship between VO2 and muscle deoxygenation kinetics and upper body repeated sprint performance in trained judokas and healthy individuals. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(2), 861. https://doi.org/10.3390/ijerph19020861

Bompa, T. O. and Haff, G. G. (2009). Periodization: Theory and methodology of training (5th ed.). Human Kinetics.

Brousse, M. and Matsumoto, D. (1999). Judo: A sport and a way of life. International Judo Federation.

Burke, D. T., Al-Adawi, S., Lee, Y. T. and Audette, J. (2007). Martial arts as sport and therapy. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 47(1), 96–102.

Cox, J. C. (1993). Traditional Asian martial arts training: A review. Quest, 45(3), 366–388. https://doi.org/10.1080/00336297.1993.10484094

Crum, E. M., O'Connor, W. J., Van Loo, L., Valckx, M. and Stannard, S. R. (2017). Validity and reliability of the Moxy oxygen monitor during incremental cycling exercise. European Journal of Sport Science, 17(8), 1037–1043. https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1330899

Demiral, S. (2011). The study of the effects of educational judo practices on motor abilities of 7–12 years aged judo performing children. Asian Social Science, 7(9), 212–218. https://doi.org/10.5539/ass.v7n9p212

Demiral, S. (2017). Biomechanics analysis for Ippon Seo Nage. In H. Asutay and M. S. Yücel (Eds.), Balkan educational studies 2017 (pp. 563–572). Trakya University Publication.

Escobar-Molina, R., Morales-Aznar, J. and Franchini, E. (2023). Report on the combat sports-related research at the 27th Annual Congress of the European College of Sport Science. Revista de Artes Marciales Asiáticas, 18(2), 140–143. https://doi.org/10.18002/rama.v18i2.6212

Franchini, E., Fukuda, D. H. and Lopes-Silva, J. P. (2020). Tracking 25 years of judo results from the World Championships and Olympic Games: Age and competitive achievement. Journal of Sports Sciences, 38, 1531–1538. https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1747265

Fukuda, D. H., Stout, J. R., Burris, P. M. and Fukuda, R. S. (2011). Judo for children and adolescents: Benefits of combat sports. Strength and Conditioning Journal, 33(6), 60–63. https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182389e74

Goldmann, J. P., Sanno, M., Willwacher, S., Heinrich, K. and Brüggemann, P. (2011). Effects of increased toe flexor muscle strength to foot and ankle function in walking, running and jumping. Footwear Science, 3(1), 59–60. https://doi.org/10.1080/19424280.2011.575811

Hahn, T. and Foldspang, A. (1997). The Q angle and sport. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 7, 43–48.

Hollander, K., Zech, A., Rahlf, A. L., Orendurff, M. S., Stebbins, J. and Heidt, C. (2019). The relationship between static and dynamic foot posture and running biomechanics: A systematic review and meta-analysis. Gait & Posture, 72, 109–122. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.05.031

Jankowicz-Szymanska, A., Mikolajczyk, E. and Wardzala, R. (2015). Arch of the foot and postural balance in young judokas and peers. Journal of Pediatric Orthopaedics B, 24(5), 456–460. https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000202

Kaya, D. and Doral, M. (2012). Is there any relationship between Q-angle and lower extremity malalignment? Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica, 46(6), 416–419. https://doi.org/10.3944/AOTT.2012.2883

Keller, J. L. and Kennedy, K. G. (2021). Men exhibit faster skeletal muscle tissue desaturation than women before and after a fatiguing handgrip. European Journal of Applied Physiology, 121(12), 3473–3483. https://doi.org/10.1007/s00421-021-04810-5

Kothari, A., Dixon, P. C., Stebbins, J., Zavatsky, A. B. and Theologis, T. (2015). The relationship between quality of life and foot function in children with flexible flatfeet. Gait & Posture, 41(3), 786–790. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.02.012

Kujach, S., Ziemann, E., Grzywacz, T., Łuszczyk, M., Smaruj, M., Dzedzej, A. and Laskowski, R. (2016). Muscle oxygenation in response to high intensity interval exercises among high trained judokas. Isokinetics and Exercise Science, 24(3), 263–275. https://doi.org/10.3233/IES-160631

Milovanović, B. M., Fabić, M. G. and Bratić, V. (2023). Strategic approach to configurational analysis of entrepreneurial orientation, strategic networking, and SME performance within emerging markets of selected Southeast European countries. Administrative Sciences, 13(2), 52. https://doi.org/10.3390/admsci13020052

Mitchell, L. C., Ford, K. R., Minning, S., Myer, G. D., Mangine, R. E. and Hewett, T. E. (2008). Medial foot loading on ankle and knee biomechanics. North American Journal of Sports Physical Therapy, 3(3), 133.

Mueller, M. J., Host, J. V. and Norton, B. J. (1993). Navicular drop as a composite measure of excessive pronation. Journal of the American Podiatric Medical Association, 83(4), 198–202. https://doi.org/10.7547/87507315-83-4-198

Saç, A. and Taşmektepligil, M. Y. (2018). Correlation between the Q angle and the isokinetic knee strength and muscle activity. Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 64(4), 308–313. https://doi.org/10.5606/tftrd.2018.2366

Sapril, A., Subadi, I., Pawana, I. P. A., Poerwandari, D., Wardani, N. K. and Melaniani, S. (2023). Relationship between Beighton score, genders, body mass index, and quadriceps angle in East Java training athletes. Bali Medical Journal, 12(1), 1174–1178. https://doi.org/10.15562/bmj.v12i1.4261

Senkyr, J., Cihounkova, J. and Reguli, Z. (2016). A comparison of karateka's and judoka's foot arch dynamics. Physical Activity Review, 4, 172–177. https://doi.org/10.16926/par.2016.04.21

Senkyr, J., Reguli, Z. and Cihounkova, J. (2015). Dynamics of judoka's foot arch. In R. M. Kalina (Ed.), Proceedings of the 1st World Congress on Health and Martial Arts in Interdisciplinary Approach, HMA 2015 (pp. 44–48). Archives of Budo.

Şenol, D., Altınoğlu, M., Toy, Ş., Kısaoğlu, A. and Özbağ, D. (2019). Investigation of the relationship of Q angle and Stork Balance Stand Test with somatotype in healthy young individuals. Medical Records, 1(3), 60–66.

Skouras, A. Z., Kanellopoulos, A. K., Stasi, S., Triantafyllou, A., Koulouvaris, P., Papagiannis, G. and Kanellopoulos, A. (2022). Clinical significance of the static and dynamic Q-angle. Cureus, 14(5), e24911. https://doi.org/10.7759/cureus.24911

Taddei, U. T., Matias, A. B., Ribeiro, F. I., Bus, S. A. and Sacco, I. C. (2020). Effects of a foot strengthening program on foot muscle morphology and running mechanics: A proof-of-concept, single-blind randomized controlled trial. Physical Therapy in Sport, 42, 107–115. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.01.007

Tourillon, R., Gojanovic, B. and Fourchet, F. (2019). How to evaluate and improve foot strength in athletes: An update. Frontiers in Sports and Active Living, 1, 46. https://doi.org/10.3389/fspor.2019.00046

Tural, E. and Imamoglu, O. (2020). Q angle values in team and combat athletes. International Journal of Applied Exercise Physiology, 9(9), 205–209.

Twomey, D. M. and McIntosh, A. S. (2012). The effects of low arched feet on lower limb gait kinematics in children. The Foot, 22(2), 60–65. https://doi.org/10.1016/j.foot.2011.11.005

Uludag, M., Vergili, O., Kilic, R. T., Oktas, B. and Yosmaoglu, H. B. (2023). Effect of Q-angle, lateral distal tibial angle and hip muscle torques on ankle injury. Work, 74(1), 159–166. https://doi.org/10.3233/WOR-210268

Unuvar, B. S., Torlak, M. S., Gercek, H., Tufekci, O., Erdagi, K. and Işik, B. (2023). Comparison and relationship of quadriceps femoris angle, muscle strength, and balance in athletes and non-athletes. Indian Journal of Orthopaedics, 57(8), 1243–1250. https://doi.org/10.1007/s43465-023-00927-1

Usher, A. and Babraj, J. (2024). Use of NIRS to explore skeletal muscle oxygenation during different training sessions in professional boxing. European Journal of Applied Physiology, 124(2), 595–606. https://doi.org/10.1007/s00421-023-05305-1

Xu, Y., Yuan, P., Wang, R., Wang, D., Liu, J. and Zhou, H. (2021). Effects of foot strike techniques on running biomechanics: A systematic review and meta-analysis. Sports Health, 13(1), 71–77. https://doi.org/10.1177/1941738120934715

HALTER SPORUNDA BİREYSELLEŞTİRİLMİŞ ANTRENMAN YÜKÜNÜN WEB TABANLI DİJİTAL İZLEME SİSTEMİYLE TAKİBİ

Prof. Dr. Kenan ERDAĞI

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Beden Eğitimi Öğretmenliği Bölümü, Konya/Türkiye, https://orcid.org/0000-0002-2338-6546 , kenanerdal@hotmail.com

Öğr. Gör. Halil İbrahim ÖZER

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Konya/Türkiye, https://orcid.org/0009-0005-4003-5288 , hiozer@erbakan.edu.tr

Doç. Dr. Bülent IŞIK*

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Karaman/Türkiye, https://orcid.org/0000-0001-8753-8302 , drbulent42@gmail.com

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, halter sporcularına yönelik geliştirilen HalterYük360 dijital antrenman yükü takip sisteminin uygulanabilirliğini değerlendirmek ve sistemin manuel kayıt yöntemleriyle karşılaştırıldığında sporcu ve antrenör deneyimine olan etkilerini incelemektir. Araştırma, Necmettin Erbakan Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi koordinasyonunda iki fazlı bir yapı ile yürütülmüştür. İlk fazda Flutter, Yii Framework ve MySQL altyapıları kullanılarak mobil ve web tabanlı HalterYük360 sistemi geliştirilmiştir. İkinci fazda ise sistemin saha uygulanabilirliği elit düzey olimpik halter sporcuları ve antrenörleri üzerinde test edilmiştir. Araştırmaya toplam 60 sporcu ve 30 antrenör katılmıştır. Sporcular ve antrenörler dijital sistem ve manuel kayıt grupları olarak ikiye ayrılmıştır. Sekiz hafta süren uygulama sürecinde sporcular; set, tekrar, ağırlık, %1RM ve algılanan zorluk derecesi (RPE) verilerini sisteme kaydetmiştir. Antrenman yükü; tonaj, yoğunluk ve session-RPE temelli içsel yük parametreleri üzerinden değerlendirilmiştir. Ayrıca sistem içerisinde göreceli yük, Sinclair puanı, yoğunluk dağılımı ve antrenman hacmine ilişkin hesaplama modülleri kullanılarak sporcuların performans verilerinin daha kapsamlı biçimde analiz edilmesi amaçlanmıştır. Sistem; sporcu, antrenör ve yönetici rollerine göre yapılandırılmış kullanıcı yönetimi, veri doğrulama mekanizmaları ve grafiksel performans raporlama özellikleri ile geliştirilmiştir. Verilerin analizinde Mann–Whitney U testi, Spearman korelasyon analizi ve Cronbach Alpha güvenirlik katsayıları kullanılmıştır. Bulgular, kullanım kolaylığı, veri kalitesi, antrenman yükü takibi, verimlilik ve genel değerlendirme boyutlarının tamamında dijital sistem grubu lehine anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermiştir ($p < .001$). Etki büyüklüklerinin yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir ($r = .79–.98$). Sonuç olarak HalterYük360 sisteminin, halter branşında antrenman yükünün sistematik biçimde izlenmesine, veri yönetiminin geliştirilmesine ve antrenör karar süreçlerinin

desteklenmesine katkı sağlayabilecek uygulanabilir bir dijital performans yönetim sistemi olduğu değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Olimpik halter, antrenman yükü, dijital performans takibi, yük yönetimi, spor teknolojileri

Not: 325 K682 numaralı mevcut proje TÜBİTAK 1002-A Hızlı Destek Programı kapsamında desteklenmiştir. Projeye sağladığı katkı ve destekten dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür ederiz.

MONITORING INDIVIDUALIZED TRAINING LOAD IN WEIGHTLIFTING WITH A WEB-BASED DIGITAL TRACKING SYSTEM

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the applicability of the HalterYük360 digital training load monitoring system developed for weightlifting athletes and to examine its effects on athlete and coach experiences compared with traditional manual recording methods. The research was conducted in a two-phase structure under the coordination of Necmettin Erbakan University Ahmet Keleşoğlu Faculty of Education. In the first phase, the mobile and web-based HalterYük360 system was developed using Flutter, Yii Framework, and MySQL infrastructures. In the second phase, the field applicability of the system was tested on elite Olympic weightlifting athletes and coaches. A total of 60 athletes and 30 coaches participated in the study. Athletes and coaches were divided into digital system and manual recording groups. During the eight-week implementation process, athletes recorded set, repetition, weight, %1RM, and rating of perceived exertion (RPE) data into the system. Training load was evaluated based on tonnage, intensity, and session-RPE-based internal load parameters. In addition, relative load, Sinclair score, intensity distribution, and training volume calculation modules were integrated into the system to enable more comprehensive analysis of athlete performance data. The system was also designed with user management structures based on athlete, coach, and administrator roles, data validation mechanisms, and graphical performance reporting features. Mann–Whitney U test, Spearman correlation analysis, and Cronbach's Alpha reliability coefficients were used for data analysis. The findings revealed significant differences in favor of the digital system group in all dimensions of ease of use, data quality, training load monitoring, efficiency, and overall evaluation ($p < .001$). Effect sizes were found to be high ($r = .79–.98$). As a result, the HalterYük360 system was evaluated as an applicable digital performance management system that may contribute to the systematic monitoring of training load, improvement of data management, and support of coaching decision-making processes in Olympic weightlifting.

Keywords: Olympic weightlifting, training load, digital performance monitoring, load management, sports Technologies

EXPLORING THE GENETIC BASIS OF HEREDITARY SENSORINEURAL HEARING LOSS IN A FAMILY OF DISTRICT KOHAT

Author: Fatima Zahid

Department of Biotechnology and Genetic Engineering, Kohat University of Science and Technology, Kohat

Abstract

Introduction: Hereditary hearing loss is a genetically heterogeneous disorder that can occur as syndromic or non-syndromic hearing loss. Non-syndromic hearing loss accounts for approximately 70% of hearing impairment and has been associated with more than 120 genes, with autosomal recessive inheritance being the most common pattern. Congenital or early-onset hearing loss occurs in approximately 1–3 per 1,000 live births worldwide. The genetic basis of hereditary sensorineural hearing loss remains unexplored in many Pakistani families, particularly in District Kohat. Therefore, identification of disease-associated genetic variants is important for understanding the molecular basis of hereditary hearing loss and improving genetic diagnosis.

Materials and Methods: The study investigated a hereditary sensorineural hearing loss family from District Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. Ethical approval was obtained from Kohat University of Science and Technology, and written informed consent was obtained from the participants. A detailed family history was recorded, and a pedigree was constructed to determine the inheritance pattern. Peripheral blood samples were collected from the affected individual and available family members, and genomic DNA was extracted using a phenol-chloroform method. Whole-exome sequencing (WES) was performed using the xGen Exome Research Panel v2, followed by paired-end sequencing on the Illumina NovaSeq 6000 platform. Sequencing data were aligned to the GRCh37/hg19 reference genome, followed by variant calling, annotation, filtering, and prioritization according to American College of Medical Genetics and Genomics (ACMG) recommendations. Candidate variants were evaluated using population databases, ClinVar, UniProt, and relevant bioinformatics tools. Selected variants were subsequently validated and assessed for segregation with the hearing-loss phenotype using bidirectional Sanger sequencing.

Results: The investigated family originated from District Kohat and extended across five generations. Affected individuals presented with congenital or early-onset bilateral sensorineural hearing loss. Whole-exome sequencing identified a missense variant in exon 11 of the HOOK3 gene, c.1192C>T, resulting in an amino acid substitution from arginine to tryptophan at position 398 (p.R398W). In-silico analysis predicted the variant to be deleterious/probably damaging, while conservation analysis indicated that the affected region was highly conserved. Bidirectional Sanger sequencing confirmed the presence of the HOOK3 c.1192C>T (p.R398W) variant and demonstrated its segregation with the hearing-loss phenotype in the investigated family.

Keywords: Hereditary sensorineural hearing loss, non-syndromic hearing loss, whole-exome sequencing, HOOK3, c.1192C>T, p.R398W, missense variant, Sanger sequencing, genetic variant, District Kohat.

YENİ KİMYA ÖĞRETİM PROGRAMI TEMELİNDE TASARLANAN 10. SINIF KİMYA DERS KİTABININ KAVRAM YANILGISI BELİRLEME VE GİDERMESİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Bilgenur AKTAŞ[1] / Prof. Dr., Fatma ŞAHİN[2]/Prof. Dr., Filiz KABAPINAR[3]

[1]Marmara Üniversitesi, Kimya Öğretmenliği, bilgenuraktas@marun.edu.tr, 0009-0001-7567-8997

[2]Marmara Üniversitesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği, fsahin@marmara.edu.tr, 0000-0002-6291-0013

[3]Marmara Üniversitesi, Kimya Eğitimi, filizk@marmara.edu.tr, 0000-0001-5937-0880

Özet

Bu araştırmanın amacı, K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modeli temelinde geliştirilen kimya öğretim programı doğrultusunda hazırlanan 10. sınıf kimya ders kitabını, kavram yanılgılarını belirleme ve giderme yeterliği açısından incelemektir. Nitel araştırma yaklaşımı kapsamında masa başı araştırma deseniyle yürütülen çalışmada doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın veri kaynağını 10. sınıf kimya ders kitabında yer alan metinler, görseller, öğretim etkinlikleri ve çalışma yaprakları oluşturmaktadır. Söz konusu içerikler, araştırmacılar tarafından geliştirilen "Kavram Yanılgıları Değerlendirme Rubriği" aracılığıyla sistematik olarak analiz edilmiştir. Analiz bulguları, ders kitabı içeriklerinin en yüksek düzeyde başarı gösterdiği boyutun "Kavram Yanılgısını Tespit Etme" olduğunu ortaya koymuştur. Bu boyutu "Pedagojik Uygunluk" izlerken, en düşük puanın "Kavram Yanılgılarında Görsellerin Kullanımı" boyutunda elde edildiği belirlenmiştir. Bulgular ayrıca, özellikle temaların başlangıç bölümlerinde yer alan sorular ile kanıt kartlarının kullanıldığı öğretim etkinliklerinin, öğrencilerin sahip olabileceği kavramsal karmaşaları ve alternatif düşünme biçimlerini görünür hâle getirme açısından işlevsel olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bazı kavramsal sorular aracılığıyla öğrencilerde bilişsel çatışma oluşturulmasına rağmen, bu çatışmanın ardından öğrencileri bilimsel olarak kabul edilen açıklamalara yönlendirecek yeterli öğretim etkinliğinin ders kitabında yer almaması önemli bir sınırlılık olarak değerlendirilmiştir. Benzer şekilde, bazı günlük yaşam bağlamlarının alt mikroskobik, diğer bir ifadeyle tanecik düzeyindeki görsel modellemelerle desteklenmemesi, öğrencilerin makroskobik gözlemler ile tanecik düzeyindeki açıklamalar arasında uygun ilişkiler kurmasını güçleştirebilir. Bu eksikliklerin, mevcut kavram yanılgılarının giderilmesini sınırlamasının yanı sıra öğrencilerde yeni kavram yanılgılarının oluşmasına da zemin hazırlayabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kimya Eğitimi, Kavram Yanılgısı, Ders Kitabı, Doküman Analizi

AN EXAMINATION OF THE 10th GRADE CHEMISTRY TEXTBOOK DESIGNED IN THE LINE OF NEW CHEMISTRY CURRICULUM IN TERMS OF IDENTIFYING AND ADDRESSING MISCONCEPTIONS

Abstract

The aim of this study is to examine the 10th-grade chemistry textbook prepared in accordance with the chemistry curriculum developed on the basis of the K12 Skills Framework: Türkiye Holistic Model, with particular emphasis on its adequacy in identifying and addressing misconceptions. The study was designed as desk-based research within the qualitative research approach, and document analysis was employed as the data collection method. The data sources consisted of the texts, visuals, instructional activities, and worksheets included in the 10th-grade chemistry textbook. These contents were systematically analyzed using the "Misconceptions Evaluation Rubric" developed by the researchers. The findings revealed that the dimension in which the textbook contents demonstrated the highest level of performance was "Identification of Misconceptions". This was followed by the "Pedagogical Appropriateness" dimension, whereas the lowest score was obtained in the "Use of Visuals in Relation to Misconceptions" dimension. The findings also indicated that the questions included at the beginning of the themes and the instructional activities involving evidence cards were particularly effective in making students' potential conceptual confusions and alternative ways of thinking visible. However, although some conceptual questions were found to induce cognitive conflict in students, the lack of sufficient instructional activities to guide them toward scientifically accepted explanations following such conflict was considered a significant limitation of the textbook. Similarly, the absence of submicroscopic, that is, particle-level visual representations in some everyday-life contexts may also make it difficult for students to establish meaningful connections between macroscopic observations and particle-level explanations. These shortcomings may not only reduce the effectiveness of the textbook in addressing existing misconceptions but may also create conditions that foster the development of new misconceptions.

Keywords: Chemistry Education, Misconceptions, Chemistry Texbook, Document Analysis

1. GİRİŞ

Fen ve kimya eğitiminde kavram yanılgıları; öğrencilerin bilimsel gerçeklerle ve kabul görmüş terminolojiyle çelişen, zihinlerinde yanlış yapılandırdıkları düşünce ve yorumlardır. Kimya disiplini, doğası gereği yüksek düzeyde soyut kavramlar içermektedir. Bu anlamda öğrencilerin mevcut ön bilgileri yeni öğrenilecek kavramların anlamlandırılmasında belirleyici bir rol oynamaktadır (Morgil, Erdem ve Yılmaz, 2003). Öğrencilerin önceki öğrenmelerinden kaynaklanan düşüncelerin bilimsel açıklamalarla çelişmesi ve bu durumun uygun öğretim müdahaleleriyle ele alınmaması, kavramsal değişimi güçleştirmektedir. Bu tür kavram yanılgıları, bilimsel bilginin anlamlı biçimde öğrenilmesini, yeni bilgilerle ilişkilendirilmesini ve kalıcı hâle gelmesini olumsuz etkileyebilmektedir.

Kimya öğretim programında yer alan "karışımlar, çözeltiler ve çözünme olayları", öğrencilerin günlük hayat bağlamında sıkça karşılaştıkları olguları içermesine rağmen, literatürde en fazla kavram yanılgısının rapor edildiği, alanların başında gelmektedir (Ebenezer ve Fraser, 2001; Kalın ve Arıkıl, 2010). Öğrenciler ve öğretmen adayları; çözünme ile erime olaylarını sıklıkla birbiriyle karıştırmaktadır, çözünen maddenin "yok olduğunu", "sıvıya dönüştüğünü" veya tüm çözünme süreçlerinin yalnızca fiziksel bir dağılmadan ibaret olduğunu varsaymaktadır (Bulut, Turan Oluk ve Ekmekçi, 2021). Bu tür yanılgıların ortaya çıkmasında, makroskobik düzeyde gözlemlenen olaylarla alt mikroskobik düzeyde gerçekleşen tanecik etkileşimleri arasında ilişki kurulamamasının etkili olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin gözlemledikleri olayları tanecik düzeyindeki süreçlerle ilişkilendirmelerini sağlayan öğretim etkinlikleri, kavramsal anlamanın geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Kavram yanılgılarının kalıcı hale gelmesini önlemede ve kavramsal değişimi yönetmede MEB ders kitaplarının sunmuş olduğu metinler, çoklu temsiller, sorgulayıcı etkinlikler ve çalışma yaprakları kilit bir öğretim materyalidir. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) ile birlikte kimya öğretim programı; temel bilginin ezberlenmesi yerine, kavramların çoklu temsiller ve günlük yaşam bağlamlarıyla derinlemesine anlamlandırılmasını hedefleyen öğrenci merkezli bir yaklaşımı benimsemektedir (Akpınar vd., 2024; Yıldırım ve Çalışkan, 2024). Bu yaklaşımın temel bileşenlerinden biri olan K12 Beceriler Çerçevesi: Türkiye Bütüncül Modeli, bilimsel model oluşturma, kanıta dayalı açıklama yapma ve problem çözme gibi becerilerin geliştirilmesini destekleyen bütüncül bir çerçeve sunmaktadır.

Bu doğrultuda hazırlanan ders kitaplarının, öğrencilerin kavram yanılgılarını belirleme ve gidermeyi destekleme açısından ne ölçüde yeterli olduğunun incelenmesi önem taşımaktadır. Ayrıca ders kitaplarında bilişsel çatışma oluşturmak amacıyla sunulan soruların ve etkinliklerin, öğrencileri bilimsel açıklamalara yönlendirecek biçimde

yapılandırılıp yapılandırılmadığının değerlendirilmesi gerekmektedir. Metin ve görsellerin kavramları açıklama biçimleri de mevcut kavram yanılgılarının sürdürülmesi veya yeni yanılgıların ortaya çıkması bakımından incelenmesi gereken unsurlar arasındadır.

Bu araştırmanın amacı, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli doğrultusunda hazırlanan 10.sınıf Kimya ders kitabındaki "2.Tema: Çeşitlilik" ünitesini ("KİM.10.2.1, KİM.10.2.2 ve KİM.10.2.3" öğrenme çıktıları kapsamında), kavram yanılgılarının belirlenmesi ve giderilmesi açısından incelemektedir.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Bu araştırma, Johnstone'un (1991, 1993) kimyasal bilginin farklı temsil düzeylerine ilişkin yaklaşımı ile Posner ve arkadaşları (1982) tarafından geliştirilen Kavramsal Değişim Modeli temelinde yapılandırılmıştır. Johnstone'un yaklaşımı, ders kitaplarındaki metin ve görsellerin kimyasal kavramları farklı temsil düzeylerinde nasıl sunduğunu incelemeye olanak sağlarken, Kavramsal Değişim Modeli öğrencilerin mevcut düşüncelerinin sorgulanmasını ve bilimsel açıklamaların geliştirilmesini destekleyen öğretim süreçlerinin değerlendirilmesine temel oluşturmaktadır.

1.1.1. Kimyasal Bilgi Düzeyleri (Üçlü Temsil Modeli)

Johnstone'a (1991, 1993) göre anlamlı kimya öğrenimi; kimyasal olayların makroskobik (gözlemlenebilir olaylar), alt-mikroskobik (atom, molekül, iyon ve tanecik düzeyindeki açıklamalar) ve sembolik (formül, denklem ve modeller) düzeyleri arasında anlamlı bağlantılar kurulmasına bağlıdır. Bu üç temsil düzeyi arasında sağlıklı bir geçişin kurulamaması, öğrencilerin kimyasal olayları eksik veya hatalı biçimde anlamlandırmasına zemin hazırlamaktadır. Nitekim ders kitaplarında yer alan günlük yaşam bağlamlarının (örneğin: sis veya deniz suyu gibi karışımlarının) yalnızca makroskobik görsellerle sunulup alt-mikroskobik düzeydeki tanecik modelleriyle desteklenmemesi; öğrencilerin maddelerin çözünme sürecinde yok olduğu veya heterojen karışımların homojen özellik gösterdiği yönünde kavram yanılgıları geliştirmelerine yol açabilmektedir (Garnett, Garnett ve Hackling, 1995; Raviolo, 2001).

1.1.2. Kavramsal Değişim ve Bilişsel Çatışma

Posner ve arkadaşları (1982), öğrencilerin mevcut kavramsal yapılarını bilimsel kavramlarla değiştirebilmeleri için öncelikle bir bilişsel çatışma yaşaması gerektiğini belirtmektedir.

Süreçte sunulacak yeni bilimsel kavramın anlaşılır, mantıklı ve verimli olması gerektiğini ileri sürer. Ders kitaplarında yer verilen çelişkili durumlar, sorgulayıcı sorular ve bilimsel açıklama gerektiren örnekler; öğrencilerin mevcut düşüncelerini fark etmelerini ve bilimsel kavramları yeniden yapılandırmalarına olanak sağlayan önemli unsurlar olarak görülmektedir. Ancak bu bilişsel çatışmanın ardından yeterli ve açık bilimsel

açıklamaların sunulmaması, öğrencilerin yeni kavram yanılgıları geliştirmelerine neden olabilmektedir (Karamustafaoğlu ve Ayas, 2005; Pınarbaşı vd., 2006).

2. YÖNTEM

Araştırma deseni

Bu araştırma, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli doğrultusunda hazırlanan 10. sınıf kimya ders kitabının *Çeşitlilik* temasında yer alan materyallerin, kavram yanılgılarını belirleme ve gidermeyi destekleme açısından incelenmesini amaçlayan nitel bir araştırmadır. Araştırmada, yazılı ve görsel öğretim materyalleri ile etkinliklerin sistematik biçimde incelenmesine olanak sağlayan doküman analizi yöntemi kullanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Ders kitabında yer alan materyaller, araştırmacılar tarafından geliştirilen *Kavram Yanılgıları Değerlendirme Rubriği* aracılığıyla dört temel boyut ve bunlara bağlı alt ölçütler doğrultusunda değerlendirilmiştir. Rubrik puanlarından elde edilen frekans ve yüzde değerleri, materyallerin değerlendirme boyutlarına göre dağılımını betimlemek amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca materyallerin kavram yanılgılarını ortaya çıkarma, bilimsel açıklamalarla kavramsal değişimi destekleme ve olası kavram yanılgılarına zemin hazırlayabilecek özellikleri nitel içerik analiziyle incelenmiştir. Sayısal bulgular ve nitel analiz sonuçları birlikte değerlendirilerek ders kitabındaki materyallerin kavram yanılgılarını belirleme ve gidermeyi destekleme açısından yeterliliği yorumlanmıştır.

Veri kaynağı ve analiz birimleri

Araştırmanın veri kaynağını, Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından yayımlanan güncel 10.sınıf Kimya ders kitabının "*2.Tema: Çeşitlilik*" ünitesinde yer alan içerikler oluşturmaktadır. Araştırmanın kapsamı, çözünme ve karışımlar konusuna doğrudan odaklanan şu üç öğrenme çıktısı ile sınırlandırılmıştır.

- ***KİM.10.2.1*** "Çözünme sürecine ilişkin bilimsel model oluşturabilme."
- ***KİM.10.2.2*** "Farklı maddelerin birbiri içinde çözünebilirliğini kanıt kullanarak açıklayabilme."
- ***KİM.10.2.3*** "Çözünme olayını sınıflandırabilme" kazanımları doğrultusunda hazırlanan metinler, görseller, etkinlikler ve çalışma yaprakları araçları araştırmanın temel veri setini meydana getirmektedir."

Bu öğrenme çıktıları doğrultusunda, ünite genelinde yer alan metinler, bilimsel görseller, hazırlık soruları, yapılandırılmış öğretim etkinlikleri (kanıt kartları, moleküler çizim alanları vb.) ve ölçme-değerlendirme uygulamalarından (yapılandırılmış grid, tanılayıcı dallanmış ağaç vb.) oluşan 23 materyal bileşeni, araştırmanın temel analiz birimleri olarak belirlenmiştir.

Veri toplama aracı: kavram yanılgıları değerlendirme rubriği

Araştırma kapsamında kullanılan veri toplama aracı, kimya eğitimi literatüründe yer alan kavram yanılgıları çalışmaları ile Johnstone'un *Üçlü Temsil Modeli* ve Posner ve arkadaşlarının *Kavramsal Değişim Modeli* temel alınarak araştırmacılar tarafından geliştirilen "Kavram Yanılgıları Değerlendirme Rubriği" kullanılmıştır. Kavram Yanılgıları Değerlendirme Rubriği, ders kitabında yer alan materyallerin kavram yanılgılarını belirleme ve gidermesi açısından değerlendirilmesini sağlamak amacıyla hazırlanmıştır.

Rubrik, ders kitabındaki materyallerin kavram yanılgılarını ortaya çıkarma, bilimsel açıklamaları destekleme, görsel temsillerin niteliği ve pedagojik uygunluk açısından sistematik biçimde değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Her bir materyal, dört temel boyut altında tanımlanan alt ölçütler doğrultusunda dört düzeyli bir puanlama sistemiyle değerlendirilmiştir. Puanlama düzeyleri 1 = Yetersiz, 2 = Geliştirilmeli, 3 = İyi ve 4 = Çok iyi olarak belirlenmiştir.

Rubrik dört temel boyuttan oluşmaktadır:

1. **Kavram yanılgısını tespit etme (tanılama):** Ön bilgileri ortaya çıkarma, yaygın yanılgılara yer verme ve yanılgıyı açıklama potansiyeli.
2. **Kavram yanılgısını giderme (kavramsal değişim):** Bilişsel çatışma oluşturma gücü, bilimsel açıklama sunma yeterliliği ve kavramsal yeniden yapılandırma.
3. **Kavram yanılgısında görseller:** Görsellerin yanılgıyı açığa çıkarma gücü, bilimsel doğruluğu, görsel-metin uyumu ve çoklu temsil (makro-mikro-sembolik) zenginliği.
4. **Pedagojik uygunluk:** Öğrenci düzeyine uygunluk, etkileşim/aktif katılım ve günlük yaşam bağlamına transfer edebilme düzeyi.

Bu dört boyut toplam 13 alt ölçütten oluşmaktadır. Her bir alt ölçüt, ilgili materyalde gözlenen özellikler temelinde puanlanmıştır. Puanlama ölçütlerinin tutarlı biçimde uygulanabilmesi için her düzeyin gözlenebilir özelliklerle tanımlanması gerekmektedir.

Verilerin analizi

Araştırmada elde edilen verilen analizinde, doküman analizine dayalı içerik analizi yaklaşımı benimsenmiştir. 10. sınıf Kimya ders kitabının "*2.Tema: Çeşitlilik*" temasında yer alan 23 materyal bileşeni (görseller, metinler, öğretim etkinlikleri, çalışma yaprakları) araştırmacılar tarafından geliştirilen "Kavram Yanılgıları Değerlendirme Rubriği" doğrultusunda incelenmiştir.

Materyaller, rubrikte yer alan dört temel boyut kapsamında 1-4 arasında puanlanmıştır. Elde edilen puanlar, betimsel istatistik kullanılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca materyallerin kavram yanılgılarını belirleme,

gidermeye yönelik destek sağlama ve olası yanılgı oluşturma durumları nitel içerik analizi yoluyla incelenerek ilgili alan yazın doğrultusunda yorumlanmıştır.

Geçerlik, güvenirlik ve etik hususlar

Araştırmanın geçerliliğini desteklemek amacıyla geliştirilen rubrik ölçütleri, kimya eğitimi literatüründe yer alan kavram yanılgısı çalışmaları ile kavramsal değişim kuramları temel alınarak oluşturulmuştur. Güvenirliği desteklemek amacıyla veri analiz süreci adım adım açıklanmıştır. Yapılan her bir puanlama ve nitel değerlendirmeler, ders kitabında yer alan özgün yazılı ve görsel materyal örneklerine dayandırılarak açıklanmıştır. Araştırmada incelenen ders kitabı, Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından kamuya açık olarak sunulan bir dokümandır. Bu doğrultuda, katılımcı veya kişisel veri içeren herhangi bir unsur bulunmamaktadır. Araştırma süreci, yayın etiği ilkeleri doğrultusunda yürütülmüştür.

3. BULGULAR

Bu bölümde, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında yayımlanan 10.sınıf Kimya ders kitabındaki "*2.Tema: Çeşitlilik*" ünitesinde yer alan KİM.10.2.1, KİM.10.2.2 ve KİM.10.2.3 öğrenme çıktıları doğrultusunda incelenen 23 materyal bileşenine ait bulgular sunulmuştur.

İnceleme kapsamında; metinler, görseller, öğretim etkinlikleri ve çalışma yaprakları araştırmacılar tarafından geliştirilen Kavram Yanılgıları Değerlendirme Rubriği aracığıyla değerlendirilmiştir.

3.1. Materyal bileşenlerinin rubrik boyutlarına göre değerlendirilmesi

İncelenen 23 materyal bileşeninin, Kavram Yanılgıları Değerlendirme Rubriği'nde yer alan dört temel boyuta ilişkin puan dağılımları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Materyal bileşenlerinin değerlendirme boyutlarına göre puan dağılımları

Rubrik boyutları	En düşük	En yüksek	Ortalama ($\bar{X}$)	Düzey
Kavram yanılgısını tespit etme (tanılama)	3,0	4,0	3,82	Çok iyi
Kavram yanılgılarını giderme (kavramsal değişim)	2,0	4,0	3,43	İyi
Kavram yanılgılarında görsel kullanım	1,0	4,0	3,13	İyi
Pedagojik uygunluk	3,0	4,0	3,60	Çok iyi
Genel toplam (16 puan üzerinden)	9,0	16,0	13,98	Yüksek düzey

Tablo 1 incelendiğinde, materyal bileşenlerinden en yüksek ortalama puanı "*Kavram Yanılgısını Tespit Etme (Tanılama)*" boyutunda aldığı görülmektedir ($\bar{X}$=3,82). Kavram yanılgısını tespit etme boyutunda en düşük puanın 3,0 olması, kitapta kullanılan ünite başı sorularının, kanıt kartları ve bağlam temelli metinlerin öğrencilerin ön bilgilerini ve gizil yanılgılarını harekete geçirmede oldukça etkili olduğunu göstermektedir.

"Pedagojik Uygunluk Boyutu", ikinci en yüksek ortalamaya sahip boyut olarak belirlenmiştir ($\bar{X}$=3,60). Bu sonuç, materyallerin öğrenci düzeyine uygunluğu, aktif katılımı destekleme ve günlük yaşam bağlamıyla

ilişkilendirme açısından "çok iyi" düzeydedir. Buna karşılık, en düşük ortalamaya sahip olan "*Kavram Yanılgılarında Görsel Kullanım*" olmuştur($\bar{X}$=3,13). Bunun temel nedeni, incelenen materyallerde (sis veya serum gibi görsellerin) makroskobik ögelerin, tanecik düzeyindeki (alt- mikroskobik) açıklamalarla yeterince desteklenmemesidir.

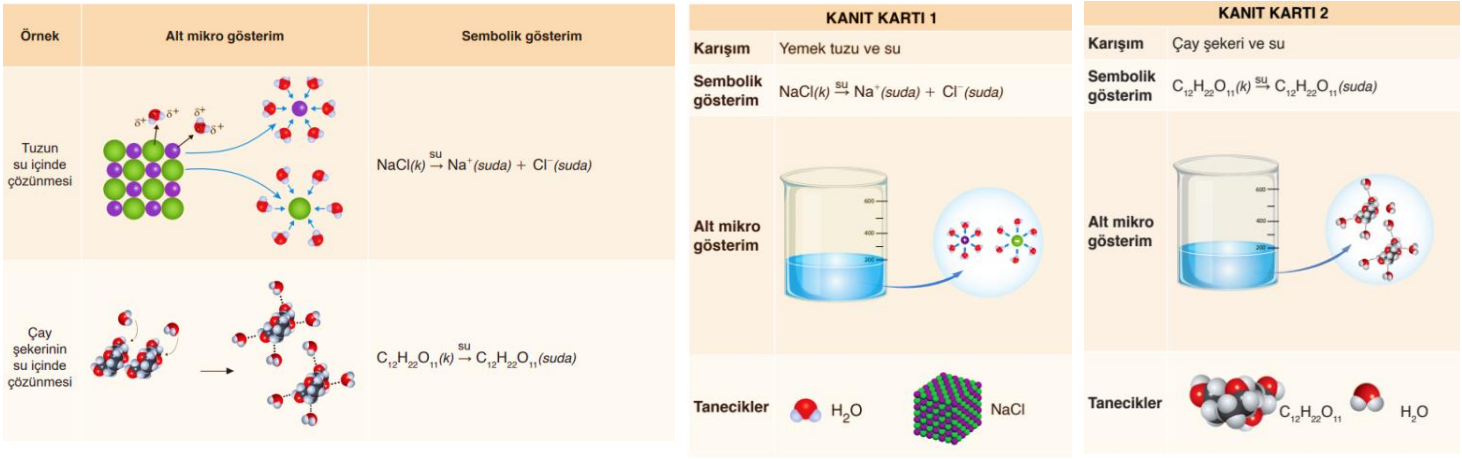
"*Kavram Yanılgısını Giderme (Kavramsal Değişim)"* boyutu ise $\bar{X}$=3,43 ortalamaya sahiptir. 10.sınıf Kimya ders kitabı bilişsel çatışma yaratmada cesur adımlar atmasına karşın, sarsıcı soruların ardından net bilimsel açıklamalara her zaman yer vermemesinden dolayı kavramsal değişim boyutunun puanını sınırlandırmaktadır.

İncelenen 23 materyal bileşenin toplam puan ortalaması $\bar{X}$=13,98 olarak hesaplanmıştır. Ders kitabı materyallerinin kavramsal öğrenmeyi destekleme açısından genel olarak yüksek düzeyde özellik gösterdiği saptanmıştır.

3.2. Materyallerin kavramsal değişim potansiyeli ve hedeflenen kavram yanılgıları

İncelenen materyallerin, kimya eğitimi literatüründe yaygın olarak bildirilen kavram yanılgılarının giderilmesini destekleyecek nitelikte farklı materyal ve etkinlikler içerdiği belirlenmiştir. Bulgular, materyallerin özellikle üç temel kavram yanılgısına odaklandığını göstermektedir.

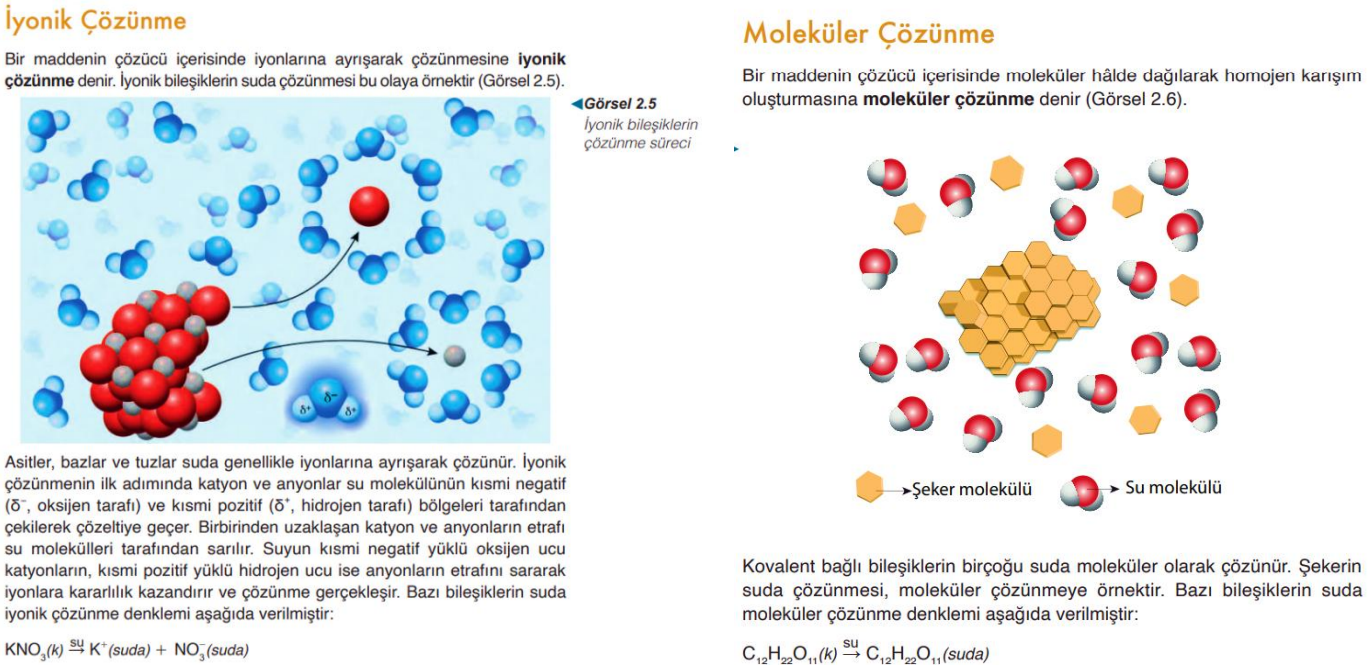
Şekil 1. Erime ve çözünme kavramlarının ayırt edilmesinde kullanılan kanıt kartları ve alt-mikro gösterimler



Erime ve çözünme kavramlarının ayırt edilmesi:

"2.Tema: Çeşitlilik" ünitesinde yer alan kanıt kartları ve alt mikroskobik hidratasyon modelleri, öğrencilerde yaygın olarak görülen erime-çözünme kavramlarının karıştırılmasına ilişkin kavram yanılgılarını gidermeye yönelik olduğu belirlenmiştir.

Şekil 2. İyonik ve moleküler çözünme süreçlerine ait sub-mikro temsiller ve sembolik gösterimler



İyonik ve moleküler çözünme süreçlerinin karşılaştırılması:

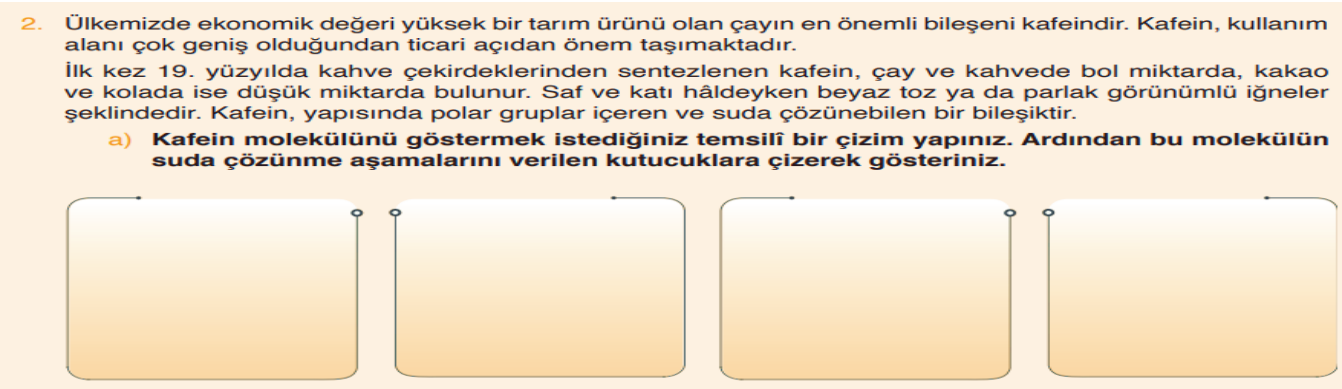
Şekil 2'de yer alan iyonik ve moleküler çözünme metinleri, öğrencilerin zihninde kökleşmiş olan **"bütün çözünmeler iyonlaşmayla gerçekleşir"** ve **"çözünme sırasında kovalent bağlar kopar"** şeklindeki kavram yanılgılarını gidermeyi hedefleyen temsiller sunmaktadır.

İyonik çözünme görselinde, iyonik bileşiklerin su içerisinde katyon ve anyonlarına ayrışması, su moleküllerinin kısmi pozitif (δ^+) kısmi negatif (δ^-) uçlarının iyonları çevrelemesi (hidratasyon mekanizması) sub-mikro düzeyde ayrıntılı şekilde gösterilmiştir.

Tanecik modellerinin altında KNO_3'ün suda çözünme denklemine yer verilmiştir. Denklemlerin sunulması, sub-mikro ve sembolik temsil düzeyler arasında doğrudan bağlantı kurulmasını sağlamaktadır.

Moleküler çözünme görselinde, çay şekeri ($C_{12}H_{22}O_{11}$) kovalent bağlarını bozmadan, moleküler bütünlüğünü koruyarak su molekülleri arasında homojen bir şekilde dağılmaktadır. Bu temsil, öğrencinin moleküler çözünme sırasında şeker molekülünün parçalanmadığını ve kovalent bağların kopmadığına dair yapılandırma sürecini destekler.

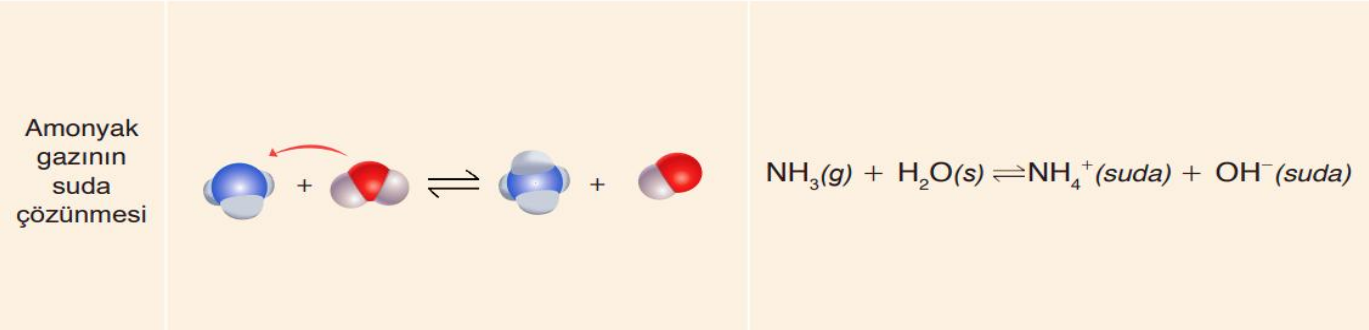
Şekil 3. Kafein çizim etkinliği



Çözünen maddenin yok olduğu algısı:

Kafein çizim etkinliğinde öğrencilerden kafein molekülleri ile su molekülleri arasındaki etkileşimin gösterilmesi beklenmektedir. Bu doğrultuda, çözünme sürecinde çözünen maddenin yapısını koruyarak çözelti içerisinde varlığını sürdüğü alt-mikroskobik düzeyde ortaya konmuş olunur. Bu etkinlik, çözünen maddenin çözünme sırasında yok olduğu yönündeki kavram yanılgısının giderilmesini destekleyen bir öğretim uygulaması olarak değerlendirilmiştir. Etkinlikte, çözünen taneciklerin çözünme sürecinde yok olmadığı ve çözelti içerisinde varlığını sürdürdüğü alt-mikroskobik gösterimler aracılığıyla ortaya konulmaktadır.

Şekil 4. Amonyak gazının suda çözünmesine ait sub-mikro modelleme ve sembolik denklem gösterimi



Kimyasal ve fiziksel çözünme ayrımı:

Bütün çözünmeler "fizikseldir" dogmasını yıkmak için "Amonyak İyonlaşma Modeli" sunulmuştur. Bu model öğrencilerde yaygın olarak görülen "tüm çözünme olaylarının fiziksel bir süreç" olduğu yanılgısını ele alan bir materyaldir. İlgili modelde, amonyak molekülünün su içerisinde yalnızca dağılmadığı; su molekülü ile etkileşerek amonyum (NH_4^+) ve hidroksit (OH^-) iyonlarını oluşturduğu gösterilmektedir.

Böylelikle çözünme olaylarının her zaman sadece taneciklerin fiziksel olarak dağılması şeklinde gerçekleşmediği; bazı durumlarda maddelerin su ile etkileşime girerek yeni kimyasal türler oluşturabildiğini göstermektedir.

3.3. Tasarım kaynaklı olası kavram yanılgısı riskleri

Materyaller kavramsal değişimi hedeflerken, bazı tasarım kaynaklı eksiklikler nedeniyle öğrencilerde istenmeyen yeni yanılgılar üretebilir. İncelenen materyallerin kavramsal öğrenmeyi desteklemeye yönelik olduğu ancak bazı tasarım eksikliklerinin istenmeyen yeni yanılgılarda üretebileceği belirlenmiştir.

Şekil 5. Ders kitabında yer alan makroskobik dekstroz serumu görseli

Makroskobik düzeyde kalan görsel temsiller:

Ünite girişinde yer alan sis ve dekstroz serumuna ait görsellerinin ağırlıklı olarak makroskobik düzeyde sunulduğu tespit edilmiştir. Heterojen bir kolloid olan sisin, tanecik dağılımı gösterilmediği durumda öğrenciler sisi homojen bir gaz karışımı olarak zihinlerinde yapılandırma eğilimi göstermektedir.

Benzer şekilde serum görselinde tanecik düzeyini gösteren mikroskobik bir büyüteç modeline yer verilmemesi; öğrencilerin çözünen şekerin veya tuzun 'eriyerek sıvıya dönüştüğü' şeklindeki hatalı düşüncesini pekiştirebilir.

Özetle serum görselinde çözünen taneciklerin gösterilmemesi, çözünme sürecinin tanecik düzeyinde anlaşılmasını güçleştirebilir.

Bilişsel çatışma oluşturan soruların bilimsel açıklamalarla desteklenmemesi:

Kimya ders kitabında “benzer benzeri çözer” ezberini bozmak amacıyla “Keratin (saç), yoğun polar gruplar içermesine rağmen neden suda çözünmez?” sorusu güçlü bilişsel çatışma yaratmaktadır. Öğrencilerin, “polar maddeler her zaman suda çözünür” şeklindeki mevcut düşüncelerini sorgulatmaktadır. Ancak bu soruya ilişkin açıklamalarda, keratinin yapısındaki disülfit bağları ve polimerik yapının çözünürlük etkisine yönelik olarak ayrıntılı bilimsel açıklamalara yeterince yer verilmediği belirlenmiştir. Bu durum öğrencilerin, çözünme olayını bilimsel temellere dayanmayan açıklamalarla anlamlandırma olasılığını artırabileceği değerlendirilmektedir.

3.4. İncelenen materyal bileşenlerinin değerlendirme matrisi

İncelenen 23 materyal bileşenine ilişkin puanlar, ele alınan kavram yanılgıları ve belirlenen olası sınırlılıklar Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. İncelenen materyal bileşenlerinin yanılgı odaklı değerlendirme matrisi

Materyal ve etkinlik adı	Müdahale edilen yaygın kavram yanılgısı	Sağladığı pedagojik katkı	Taşıdığı risk ve sınırlılık	Toplam puan (16)
1. Kanıt kartı 1 (Tuzlu su)	Erime ve çözünmenin aynı süreçler olduğu sanısı	İyonik çözünmeyi alt-mikro düzeyde ayırır	Yok	16
2. Kanıt kartı 2 (Şekerli su)	Moleküler çözünmede molekülün parçalandığı sanısı	Moleküler çözünmeyi alt-mikro düzeyde ayırır	Yok	16
3. Kafein çizim alanı	Çözünen katı maddenin sıvı içinde yok olduğu algısı	Hidrojen bağları ve tanecik korunumunu çizdirir	Bilişsel kapanış geri bildirimi eksik kalabilir	15
4. Amonyak modeli	Bütün çözünme olaylarının fiziksel olduğu ezberi	Proton transferiyle kimyasal çözünmeyi gösterir	Yok	16
5. Sis fotoğrafı	Koloitlerin (aerosol) homojen gaz çözeltisi sanılması	Günlük yaşam bağlamı kurar	Sub-mikro tanecik dağılımı gösterilmemiştir	10
6. Dekstroz serumu görseli	Katının çözünürken sıvılaştığı ve eridiği yanılgısı	Gerçek yaşam entegrasyonu sağlar	Büyüteç modeli (sub-mikro) bulunmamaktadır	11
7. Keratin soru kökü	Polar maddelerin her koşulda çözüneceği yanılgısı	Bilişsel çatışma oluşturur	Bilimsel açıklama metni yetersizdir	12
8. Zeytinyağı-su görseli	Emülsiyonlarda faz ayrışmasının moleküler nedeni	Heterojenlik farkındalığı sağlar	Faz arası etkileşimler sub-mikro gösterilmemiştir	11
9. Kireç taşı kütle deneyi	Çözünme ve tepkimelerde kütlenin korunmadığı sanısı	Kütle korunumunu somutlaştırır	Gaz çıkışı olan durumlarda açık sistem riski	14
10. Kolonya örneği	Sıvı-sıvı çözeltilerde hacim korunumu yanılgısı	Hacim büzülmesini bağlamla sunar	Tanecik boşlukları görselleştirilmemiştir	13
11. Naftalin sublimation görseli	Hal değişimi ile çözünmenin karıştırılması	Hal değişimini ayrıştırır	Bağ kırılımı temsilinde eksiklik vardır	12
12. Şekerin suda çözünme hızı etkinliği	Temas yüzeyinin çözünme kapasitesini değiştirdiği sanısı	Çözünme hızı ile çözünürlük farkını vurgular	Yok	15
13. Doygun tuz çözeltisi modeli	Doygun çözeltilerde çözünmenin durduğu algısı	Dinamik denge anlayışını destekler	Çökelme-çözünme dengesi oklarla desteklenmelidir	13
14. Sirke-karbonat deneyi	Gaz çıkışının her zaman kaynama olduğu sanısı	Kimyasal değişimi gösterir	Yan gaz ürünlerinin moleküler temsili eksiktir	14
15. Gazoz kapağı açılması görseli	Basıncın gaz çözünürlüğüne etkisinin fiziksel algısı	Henry yasasını günlük yaşama bağlar	Sub-mikro gaz kaçışı büyüteçle gösterilmemiştir	12
16. Çay-şeker sıcaklık etkinliği	Sıcaklığın tüm maddelerin çözünürlüğünü artırdığı ezberi	Sıcaklık-çözünürlük ilişkisini sorgulatır	Ekzotermik çözünme örneğiyle desteklenmelidir	14
17. Çelik tencere (alaşım) görseli	Katı-katı çözeltilerin (alaşım) bileşik olduğu sanısı	Homojen katı karışımı somutlaştırır	Metalik bağ ve kristal örgü temsili yetersizdir	12
18. Kolloidal jöle örneği	Işık saçılması (Tyndall) üzerinden homojenlik algısı	Tyndall etkisini gösterir	Süspansiyon ile koloit ayrımı netleştirilmelidir	13
19. Hidratlaşma (su kuşatması) modeli	İyonların suda serbest serbest yüzdüğü sanısı	İyon-dipol etkileşimini net gösterir	Yok	16
20. Aseton-su çözeltisi simülasyonu	Polar-polar çözünmede hidrojen bağının şart olduğu	Dipol-dipol etkileşimini gösterir	Yok	15
21. Çamurlu su süzme etkinliği	Süspansiyonların zamanla çözeltiye dönüştüğü algısı	Süzme ile ayırma mekanizmasını gösterir	Tanecik boyutu skalası eksiktir	13
22. Hidrojen klorür çözünme denklemi	Asitlerin suda çözünmesinin sadece fiziksel olduğu	İyonlaşma denklemini sembolik sunar	Sub-mikro hydronium görseli eksiktir	14
23. Tuzlu su kaynama noktası grafiği	Çözeltilerin sabit sıcaklıkta kaynadığı yanılgısı	Koligatif özellikleri somutlaştırır	Doygunluk sonrası sıcaklık sabitliği açıklanmalıdır	14

Tablo 2'de yer alan 23 materyal bileşeni bütüncül olarak değerlendirildiğinde alt-mikroskobik temsiller ve denklemler içeren bazı materyallerin (1, 2, 3, 4, 19 ve 20. materyaller) 15–16 puan aldığı görülmüştür.

Bu materyallerin kavramsal değişimi güçlü şekilde desteklediği belirlenmiştir. Buna karşın 10-12 puan aralığında değerlendirilen materyallerde (5, 6, 7, 8, 11, 15 ve 17. materyaller) bazı sınırlılıklar belirlenmiştir. Temel ortak sınırlılığı; günlük yaşam bağlamı sunmalarına rağmen görsellerin sub-mikro (tanecik/büyüteç) boyutla desteklenmemesi ve bilimsel açıklamalara yeterince yer verilmemesi kavramların anlaşılmasını sınırlayabilecek unsurlardandır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, K12 Beceriler Çerçevesi ve Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli doğrultusunda hazırlanan 10. sınıf Kimya ders kitabının "2. Tema: Çeşitlilik" ünitesinde yer alan KİM.10.2.1, KİM.10.2.2 ve KİM.10.2.3 öğrenme çıktılarıyla ilişkili 23 materyal bileşeni incelenmiştir. Materyaller; kavram yanılgılarını tanılama, kavram yanılgılarının giderilmesini destekleme, görsel temsillerin niteliği ve pedagojik uygunluk boyutlarında değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda ders kitabındaki materyallerin güçlü yönleri, sınırlılıkları ve geliştirilmesi gereken özellikleri belirlenmiş; sonuçlar ilgili alanyazın çerçevesinde tartışılarak öneriler sunulmuştur.

Araştırmanın nicel bulgularına göre, incelenen materyaller en yüksek ortalamayı Kavram Yanılgısını Tespit Etme boyutunda ($\bar{X}$=3,82) almıştır. Bu boyutu Pedagojik Uygunluk ($\bar{X}$=3,60) ve Kavram Yanılgısını Giderme ($\bar{X}$=3,43) boyutları izlemiştir. Kavram Yanılgılarında Görsel Kullanım boyutu ise en düşük ortalamaya ($\bar{X}$=3,13) sahiptir. Materyallerin toplam puan ortalamasının 16 üzerinden 13,98 olması, incelenen bileşenlerin araştırmada kullanılan değerlendirme ölçütleri bakımından genel olarak olumlu özellikler taşıdığını göstermektedir. Bununla birlikte, bu puanlar materyallerin öğrenciler üzerindeki doğrudan etkisini değil, belirlenen ölçütler açısından taşıdıkları özellikleri ortaya koymaktadır.

4.1. Sonuçlar ve tartışma

Bu bölümde, 10. sınıf kimya ders kitabının Çeşitlilik temasında yer alan materyallerden elde edilen bulgular, kavram yanılgılarını belirleme ve giderme yeterliği açısından değerlendirilmiş; sonuçlar ilgili literatür ve araştırmanın kuramsal çerçevesi doğrultusunda tartışılmıştır. Tartışmada, materyallerin öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarma, kavramsal değişimi destekleme, görsel temsillerden yararlanma ve pedagojik açıdan uygun öğrenme deneyimleri sunma özellikleri ele alınmış; güçlü yönler ile geliştirilmesi gereken boyutlar belirlenmiştir.

Ön bilgilerin ortaya çıkarılması ve kavram yanılgılarının tanılanması

Araştırmada en yüksek ortalamanın kavram yanılgılarını tespit etme boyutunda elde edilmesi ($\bar{X}$=3,82), ders kitabındaki bazı materyallerin öğrencilerin çözünme konusuna ilişkin mevcut düşüncelerini ortaya çıkarmaya

yönelik özellikler taşıdığını göstermektedir. Ünite girişinde yer alan okyanus ve tuz bağlamı ile "Su bütün maddeleri çözer mi?" gibi hazırlık soruları, öğrencilerin suyun çözücü özelliği ve maddelerin çözünürlüğü hakkındaki düşüncelerini sorgulamalarına olanak sağlamaktadır. Bu sorular, öğrencilerin mevcut bilgileri ile bilimsel açıklamalar arasındaki farklılıkların fark edilmesini destekleyebilir.

Öğrencilerin çözünme olgusunu gündelik deneyimleri üzerinden açıklamaları, bilimsel kavramların anlamlandırılması açısından önemli olmakla birlikte, gündelik gözlemler her zaman bilimsel açıklamalarla örtüşmeyebilir. Demircioğlu ve arkadaşları (2002) ile Karamustafaoğlu ve Ayas'ın (2005) çalışmaları da kimya konularının öğretiminde öğrencilerin ön bilgilerinin ve alternatif kavramlarının belirlenmesinin önemine işaret etmektedir. Bu bağlamda, incelenen materyallerdeki hazırlık soruları ve günlük yaşam örnekleri, kavram yanılgılarının tanılanması için işlevsel bir başlangıç oluşturabilir. Bununla birlikte, bu tür soruların öğrencilerin düşüncelerini ne ölçüde ortaya çıkardığını belirlemek için öğrenci yanıtlarının ayrıca incelenmesi gerekir. Dolayısıyla mevcut bulgu, materyallerin tanılama potansiyeline ilişkindir; öğrencilerdeki kavram yanılgılarının gerçekten belirlenip belirlenmediğini doğrudan göstermemektedir.

Erime-çözünme ayrımı ve maddenin korunumu

Kimya eğitiminde erime ve çözünme kavramlarının birbirine karıştırılması ve çözünme sırasında çözünen maddenin yok olduğu düşüncesi, ele alınması gereken önemli kavramsal güçlükler arasındadır (Çalık ve Ayas, 2005; Bulut, Turan Oluk ve Ekmekçi, 2021). İncelenen Kanıt Kartları ile sodyum klorür ve şekerin suda çözünmesini gösteren tanecik modelleri, bu maddelerin çözünme süreçlerini karşılaştırmalı olarak açıklamaktadır. Sodyum klorürün suda sodyum ve klorür iyonlarına ayrılması, şekerin ise moleküler yapısını koruyarak su içerisinde dağılması, çözünmenin her madde için aynı mekanizmayla gerçekleşmediğini göstermektedir.

Bu materyaller, "Bütün çözünme olayları iyonlaşma ile gerçekleşir" ve "Moleküler çözünme sırasında kovalent bağlar kopar" şeklindeki kavram yanılgılarının sorgulanmasını destekleyebilecek özellikler taşımaktadır. Johnstone'un (1993) kimyasal bilginin makroskobik, alt-mikroskobik ve sembolik düzeylerde temsil edilmesine ilişkin yaklaşımı çerçevesinde değerlendirildiğinde, tanecik modellerinin kimyasal denklemlerle birlikte sunulması, çözünme olayının farklı gösterimler aracılığıyla açıklanmasına katkı sağlamaktadır.

Kafein çizim etkinliği de çözünen madde ile su molekülleri arasındaki etkileşimlerin tanecik düzeyinde ele alınmasına olanak sağlamaktadır. Öğrencilerden tanecik modelleri oluşturmalarının istenmesi, çözünme sırasında maddenin yok olmadığı ve çözelti içerisinde varlığını sürdürdüğü düşüncesinin anlaşılmasını destekleyebilir. Ebenezer ve Gaskell (1995) ile Kabapınar (2009) çerçevesinde ele alınan kavramsal öğrenme ve

alternatif değerlendirme yaklaşımları bakımından, öğrencilerin kendi modellerini oluşturmaları mevcut düşüncelerinin görünür hâle getirilmesine yardımcı olabilir. Bununla birlikte, bu etkinliklerin kavramsal değişim üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi için öğrenci çizimlerinin ve açıklamalarının ayrıca incelenmesi gerekmektedir.

Çoklu temsillerin kullanımı ve görsel temsillerin sınırlılıkları

Kavram yanılgılarında görsel kullanım boyutunun diğer boyutlara göre daha düşük ortalamaya sahip olması ($\bar{X}$=3,13), bazı materyallerin görsel açıdan geliştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Özellikle sis ve dekstroz serumu gibi günlük yaşam örneklerinin tanecik düzeyindeki gösterimlerle yeterince desteklenmemesi, karışımların yapısının açıklanmasını sınırlayabilecek bir durum olarak değerlendirilmiştir.

Johnstone'un (1993) kimyasal bilginin makroskobik, alt-mikroskobik ve sembolik düzeylerde temsil edilmesine ilişkin yaklaşımı, bu bulgunun açıklanması açısından önem taşımaktadır. Makroskobik düzeyde gözlenebilen olayların alt-mikroskobik modeller ve sembolik gösterimlerle ilişkilendirilmesi, kimyasal süreçlerin farklı düzeylerde anlaşılmasını destekleyebilir. Garnett, Garnett ve Hackling (1995) ile Raviolo (2001) tarafından ele alınan kimya öğrenimindeki kavramsal güçlükler de kimyasal temsillerin anlaşılır ve birbiriyle ilişkili biçimde sunulmasının önemine işaret etmektedir.

Bu doğrultuda, yalnızca makroskobik görsellerin kullanıldığı materyallerin uygun tanecik modelleriyle desteklenmesi önerilebilir. Örneğin sisin yapısının açıklanmasında, havada dağılmış sıvı su damlacıklarını gösteren bir model kullanılabilir. Böylece öğrencilerin karışımların yapısını yalnızca dış görünüşlerine göre değerlendirmeleri yerine, tanecik düzeyindeki özelliklerini de dikkate almaları desteklenebilir. Ancak görsel desteğin sınırlı olması, tek başına öğrencilerde belirli bir kavram yanılgısının oluştuğunu kanıtlamaz; bu nedenle söz konusu durum olası bir öğretimsel sınırlılık olarak ele alınmalıdır.

Bilişsel çatışma oluşturan sorular ve bilimsel açıklamaların önemi

Ders kitabında yer alan keratinin suda çözünürlüğüne ilişkin soru, öğrencilerin "Polar maddeler her zaman suda çözünür" şeklindeki genellemelerini sorgulamalarına olanak sağlayabilecek bir örnektir. Bu tür sorular, öğrencilerin mevcut düşüncelerini gözden geçirmelerini ve çözünürlüğü etkileyen etmenleri daha ayrıntılı değerlendirmelerini teşvik edebilir. Bununla birlikte, sorunun ardından yeterli bilimsel açıklama sunulmaması, öğrencilerin ulaştıkları sonuçları bilimsel bilgilerle karşılaştırmalarını güçleştirebilir.

Posner ve arkadaşlarının (1982) kavramsal değişim yaklaşımı açısından değerlendirildiğinde, öğrencilerin mevcut açıklamalarını sorgulamaları önemli olmakla birlikte, yeni açıklamaların anlaşılır ve bilimsel açıdan tutarlı biçimde sunulması da gereklidir. Bu nedenle, keratin sorusu gibi bilişsel çatışma oluşturabilecek

soruların ardından çözünürlüğün yalnızca polariteye bağlı olmadığı; molekül yapısı, moleküller arası etkileşimler ve maddenin yapısal özellikleri gibi etmenlerin de önemli olduğu açıklanmalıdır. İncelenen materyallerde bu tür açıklamaların yeterliliği, rubriğin ilgili ölçütleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Açıklamaların sınırlı kaldığı durumlarda öğrencilerin soruda ortaya çıkan çelişkiyi bilimsel temellere dayalı biçimde çözümlemeleri zorlaşabilir.

Amonyağın suda çözünmesini gösteren model ise çözünme sırasında bazı durumlarda kimyasal tepkimelerin de gerçekleşebildiğini açıklamaktadır. Amonyağın suyla etkileşimi sonucunda amonyum ve hidroksit iyonlarının oluşumunun tanecik modelleri ve kimyasal denklemle sunulması, fiziksel çözünme ile kimyasal değişim içeren süreçlerin ayırt edilmesini destekleyebilir. Bu materyal, çözünme olaylarının tamamının yalnızca fiziksel bir dağılmadan ibaret olduğu yönündeki genellemelerin sorgulanmasına yardımcı olabilecek bir örnektir.

Pedagojik uygunluk ve alternatif ölçme-değerlendirme araçları

Pedagojik uygunluk boyutunda elde edilen ortalamanın 3,60 olması, incelenen materyallerin bu boyutta genel olarak olumlu özellikler taşıdığını göstermektedir. Yapılandırılmış grid ve tanılayıcı dallanmış ağaç gibi ölçme-değerlendirme araçları, öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkileri kurmalarını ve konuya ilişkin bilgilerini ortaya koymalarını destekleyebilir. Bu araçlar, öğretmenlerin öğrencilerin hangi kavramları doğru anladıklarını ve hangi noktalarda desteğe ihtiyaç duyduklarını belirlemelerine yardımcı olabilir (Bahar ve Özatlı, 2003; Tanrıverdi ve Demircioğlu, 2012).

Bu tür araçların işlevsel olabilmesi için yalnızca doğru yanıtların belirlenmesi değil, yanlış yanıtların hangi düşüncelerden kaynaklandığının da değerlendirilmesi önemlidir.

Bu nedenle ölçme-değerlendirme etkinliklerinin açıklayıcı geri bildirimlerle desteklenmesi, öğrencilerin hatalı genellemelerini fark etmelerine ve bilimsel açıklamaları anlamlandırmalarına katkı sağlayabilir.

Genel olarak araştırma bulguları, incelenen materyallerin kavram yanılgılarını tanılama ve kavramsal anlamayı destekleme bakımından olumlu özellikler taşıdığını, ancak bazı görsel temsillerin ve bilimsel açıklamaların geliştirilmesine ihtiyaç bulunduğunu göstermektedir. K12 Beceriler Çerçevesi ve Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında ele alınan öğrenme çıktılarıyla ilişkili bu materyallerin değerlendirilmesi, ders kitabının kavramsal öğretimi destekleyen özelliklerinin ve geliştirilmesi gereken yönlerinin belirlenmesine katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte araştırmanın doküman analiziyle sınırlı olması nedeniyle sonuçlar, materyallerin tasarım özellikleri ve olası öğretimsel katkıları çerçevesinde yorumlanmalıdır.

4.2. Öneriler

Araştırma bulguları doğrultusunda ders kitabı yazarlarına, görsel tasarımcılara, kimya öğretmenlerine ve gelecekte yapılacak araştırmalara yönelik aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir.

Ders kitabı yazarlarına ve görsel tasarımcılara yönelik öneriler

1. Günlük yaşam örnekleri tanecik modelleriyle desteklenmelidir.
2. Öğrenci çizimlerine yönlendirici sorular ve değerlendirme ölçütleri eklenmelidir.
3. Sorgulayıcı sorular bilimsel açıklamalarla desteklenmelidir.
4. Gözlemler, tanecik modelleri ve sembolik gösterimler ilişkilendirilmelidir.
5. Öğrencilere öz değerlendirme ve açıklayıcı geri bildirim olanakları sunulmalıdır.

Kimya öğretmenlerine yönelik öneriler

1. Üç temsil düzeyi birlikte kullanılmalıdır.
2. Erime ve çözünme arasındaki fark vurgulanmalıdır.
3. Öğrencilerin ön bilgileri ve kavram yanılgıları belirlenmelidir.
4. Bilimsel düşünmeyi destekleyen geri bildirimler verilmelidir.
5. Konular günlük yaşam örnekleriyle ilişkilendirilmelidir.

Gelecek araştırmalara yönelik öneriler

1. Ders kitaplarında belirlenen kavram yanılgısı riskleri öğrenci verileriyle incelenmelidir.
2. Tanecik modellerinin kavramsal öğrenmeye etkisi araştırılmalıdır.
3. Değerlendirme rubriğinin geçerliği ve güvenirliği farklı ders kitaplarında sınanmalıdır.
4. Farklı sınıf düzeylerindeki kimya ders kitapları karşılaştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

Akpınar, B., Özer, B., Oral, B., ve Köksalan, B. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinin program geliştirme ve felsefi düzlemden analizi. *Ekev Akademi Dergisi*, 99, 405-428. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3952310.

Arıkıl, G., ve Kalın, B. (2010). Çözeltiler konusunda üniversite öğrencilerinin sahip olduğu kavram yanılgıları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 4(2), 177-206. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/39809.

Baharn, M., ve Özatlı, N. S. (2003). Teşhis testleri, kavram haritaları ve tanılayıcı dallanmış ağaçların kimya eğitiminde kullanımı. *Dergipark Akademik*, 12(1), 35-48. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/87882.

Bulut, L. Ö., Turan Oluk, N., ve Ekmekçi, G. (2021). Kimya öğretmen adaylarının çözeltiler ve çözünme konularındaki kavram yanılgılarının kavram haritaları ile belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(3), 1359-1407. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1811261.

Çalık, M., ve Ayas, A. (2005). A cross-age study on the understanding of chemical solutions and their components. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 617-640. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/39809.

Çalık, M., Ayas, A., ve Ebenezer, J. V. (2005). A review of solution chemistry studies: Insights into students' conceptions. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(29), 36-45. https://dergipark.org.tr/en/pub/hunefd/article/102589.

Çapa, Y. (2000). Kavramsal değişim metinlerinin öğrencilerin kimyasal denge konusundaki yanılgılarının giderilmesine etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(2), 105-116. https://dergipark.org.tr/tr/pub/gefad/article/949065.

Demircioğlu, G., Ayas, A., ve Demircioğlu, H. (2002). Kavramsal değişim yaklaşımının asitler ve bazlar konusunun anlaşılmasına etkisi. *Selçuk Üniversitesi Açık Erişim Sistemi*, 15(3), 22-34. https://acikerisim.selcuk.edu.tr/server/api/core/bitstreams/44d0-94e1-186fdab9f77c/content.

Güçlüer, E. (2021). Kimya öğretmen adaylarının çözeltiler ve çözünme konularındaki kavram yanılgılarının kavram haritaları ile belirlenmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(3), 1359-1407. https://dergipark.org.tr/tr/pub/gefad/article/949065.

Karamustafaoğlu, S., ve Ayas, A. (2005). Kimya öğretiminde yapılandırılmış çelişki bağlamları ve analojilerin kavramsal değişime etkisi. *Dergipark Fen Bilimleri*, 19(2), 89-102. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/114824.

Morgil, İ., Yılmaz, S., ve Gürkan, İ. (2003). Fen bilgisi eğitiminde kavram yanılgıları ve çözüm yolları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(25), 154-162. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/87882.

Pınarbaşı, T., Canpolat, N., Bayrakçeken, S., ve Kara, Y. (2006). Kimya eğitiminde anomali durumlar ve kavramsal çelişki oluşturma stratejileri. *Dergipark Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 143-156. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3952310.

Tanrıverdi, B., ve Demircioğlu, H. (2015). Kavram yanılgılarının giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkililiği üzerine bir inceleme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(1), 281-296. https://dergipark.org.tr/en/pub/hunefd/article/102589.

Tanrıverdi, K., ve Demircioğlu, G. (2012). Çözeltiler ünitesindeki kavram yanılgılarının alternatif ölçme değerlendirme araçları ile belirlenmesi. *Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 67-81. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1811261.

Yağbasan, R., ve Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanılgılarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 102-120. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/114824

SINIF ÖĞRETMENLERİNİN ÖĞRETME ANLAYIŞLARI İLE DERS İŞLERKEN KULLANDIKLARI ÖĞRETİM YAKLAŞIMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ

Prof. Dr., Filiz KABAPINAR[1]/ Prof. Dr., Yücel KABAPINAR[2]

[1]Marmara Üniversitesi, Kimya Öğretmenliği, filizk@marmara.edu.tr, 0000-0001-5937-0880

[2]Marmara Üniversitesi, Sınıf Öğretmenliği, ykabapinar@marmara.edu.tr, 0000-0001-6039-0096

Özet

Bu araştırmanın amacı, sınıf öğretmenlerinin öğrenme ve öğretmeye ilişkin anlayışları ile derslerinde benimsedikleri öğretim yaklaşımları arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Çalışma, nitel araştırma desenlerinden durum çalışması kapsamında yürütülmüştür. Araştırmaya, farklı ilköğretim okullarında görev yapan ve rastgele seçilen sekiz sınıf öğretmeni katılmıştır. Öğretmenlerin öğrenme ve öğretmeye ilişkin anlayışlarını belirlemek amacıyla açık uçlu sorulardan oluşan bir anket geliştirilmiştir. Ankette öğretmenlerden öğrenme ve öğretme kavramlarını tanımlamaları, öğrenme-öğretme sürecini betimlemeleri ve bu süreçte öğretmen olarak üstlendikleri rolü açıklamaları istenmiştir. Sınıf içi öğretim sürecinde benimsedikleri öğretim yaklaşımlarını belirlemek amacıyla her öğretmenin fen bilimleri ve sosyal bilgiler dersleri (toplam iki ders saati) gözlemlenmiştir. Ders gözlemleri öğretmenler anketi doldurduktan iki hafta sonra başlamıştır. Bu doğrultuda araştırmanın veri toplama araçları, açık uçlu anket ve ders gözlem formudur. Öğretmenlerin ankete verdikleri yazılı yanıtlar içerik analizi yoluyla çözümlenirken, ders gözlem formlarından elde edilen veriler betimsel analizle incelenmiştir. Anketlerden elde edilen bulgular, sınıf öğretmenlerinin çoğunluğunun pozitivist bir öğrenme anlayışına sahip olduğunu göstermiştir. Ders gözlemlerine ilişkin bulgular ise pozitivist öğrenme anlayışına sahip öğretmenlerin ağırlıklı olarak sunuş yoluyla öğretim modelini benimsediklerini, öğretim sürecinde bilgi aktarımına dayalı bir yaklaşım sergilediklerini ve ders boyunca öğrencilerden daha etkin bir rol üstlendiklerini ortaya koymuştur. Buna karşılık, yapılandırmacı öğretme anlayışına sahip öğretmenlerin buluş yoluyla öğretim modeline daha fazla başvurdukları belirlenmiş; ancak bu öğretmenlerin de öğretim sürecinde öğrencilerden daha aktif oldukları gözlenmiştir. Sonuç olarak, sınıf öğretmenlerinin öğrenme ve öğretmeye ilişkin anlayışları ile sınıf içi öğretim yaklaşımları arasında belirgin bir ilişki bulunduğu ve öğretmenlerin sahip oldukları bu anlayışların öğretim sürecinin biçimlenmesinde önemli bir rol oynadığı söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Öğrenme Anlayışı, Öğretme yaklaşımı, Sınıf Öğretmeni, Doküman Analizi

DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN ELEMENTARY SCHOOL TEACHERS' CONCEPTIONS OF TEACHING AND THE INSTRUCTIONAL APPROACHES THEY USE IN CLASSROOM PRACTICE

Abstract

The aim of this study is to determine the relationship between elementary school teachers' conceptions of learning and teaching and the instructional approaches they adopt in their lessons. The study was conducted as a case study, one of the qualitative research designs. Eight elementary school teachers, randomly selected from different schools, participated in the study. An open-ended questionnaire was developed to identify the teachers' conceptions of learning and teaching. In the questionnaire, the teachers were asked to define the concepts of learning and teaching, describe the learning–teaching process, and explain their roles as teachers within this process. In order to identify the instructional approaches they adopted in classroom practice, each teacher was observed during science and social studies lessons, for a total of two class periods. Classroom observations began two weeks after the teachers had completed the questionnaire. Thereby, the data collection instruments consisted of an open-ended questionnaire and a classroom observation form. The teachers' written responses to the questionnaire were analyzed using content analysis, whereas the data obtained from the classroom observation forms were examined through descriptive analysis. The findings from the questionnaires indicated that most of the school teachers held a positivist view of learning and teaching. The classroom observation findings showed that teachers with a positivist view predominantly adopted an expository teaching model, relied largely on knowledge transmission during instruction, and assumed a more active role than their students throughout the lessons. In contrast, teachers with a constructivist view were found to benefit of discovery learning; however, these teachers were also observed to be more active than their students during the instructional process. In conclusion, the findings suggest that there is a clear relationship between elementary school teachers' conceptions of learning and teaching and the instructional approaches they employ in the classroom, and that these conceptions play an important role in shaping classroom instructional practices.

Keywords: Teaching Beliefs, Teaching Approach, Elementary Teacher, Document Analysis

1. GİRİŞ

Yapılandırmacılık, eğitim alanında gerçekleştirilen birçok güncel reform girişiminin temelini oluşturan felsefi yaklaşımdır (Tobin & Tippens, 1993). Türkiye'de 2004 yılında başlatılan eğitim reformu, yapılandırmacı öğretim yaklaşımlarını ön plana çıkarmıştır. İlköğretimden başlanarak yeni öğretim programları yapılandırmacı yaklaşım temelinde geliştirilmiştir (MEB, 2004). Ortaöğretim fen bilimleri öğretim programları 2008 yılından itibaren yapılandırmacı felsefe doğrultusunda uygulanmaya başlanmıştır (MEB, 2008). Öğretmen yetiştirme programları da öğretmen adaylarının öğrenme ve öğretmeye ilişkin anlayışlarını povitivist felsefeye dayanan bilgi aktarımına dayalı yaklaşımdan yapılandırmacı yaklaşıma dönüştürmek amacıyla yeniden düzenlenmiştir. Yapılandırmacı felsefenin bilgi oluşumuna nasıl rehberlik edebileceği 2024 yılı öğretim programlarıyla (MEB, 2024) somutlaştırılmış, bilgi oluşum sürecinde hangi becerilerin ve ne şekilde kullanılacağı öğrenme ve öğretme yaşantılarında detaylı biçimde açıklanmıştır. Araştırmalar eğitimde gerçekleştirilen değişimlerin etkili olabilmesi için öğretmen algılarının değişimlere paralel olarak dönüşmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Lawness ve Richardson, 2002; Segers ve Dochy, 2001).

Pajares (1992) öğretmenlerin öğrenme ve öğretmeye ilişkin anlayışlarının, öğrencilik dönemlerinde edindikleri önceki eğitim deneyimlerinden etkilendiğini belirtmektedir. Öğretmenlerin öğrenme ve öğretmeye ilişkin anlayışları ile gerçek sınıf ortamlarındaki öğretim uygulamalarının birbiriyle tutarlı (uyumlu) olması beklenmektedir. Ancak alan yazında bu konuda birbiriyle çelişen araştırma bulguları bulunmaktadır. Bazı araştırmalar, öğretmenlerin epistemolojik inançlarının ve öğrenme-öğretmeye ilişkin algılarının, tercihlerini, kararlarını ve sınıf içi öğretim uygulamalarını yordamada önemli olduğu konusunda görüş birliği içinde görünmektedir koymaktadır (Brown, 2004; Chan ve Elliott, 2004; Pajares, 1992; Richardson, 1996; Winterbottom ve ark., 2008). Nitekim bazı araştırmalar, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının inanç ve algılarının sınıf içi öğretim uygulamalarına yansıdığını göstermiştir (Crawford, 2007; Demirbolat, 2006; Hashweh, 1996; Stipek ve ark., 2001; Kabapınar, 2010). Buna karşılık, bazı araştırmalar, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının benimsedikleri değerler ile gerçek öğretim uygulamaları arasında farklılık ve tutarsızlık bulunduğunu göstermektedir (Eren, 2010; Boz ve Uzuntiryaki, 2006; Uzuntiryaki ve ark., 2010; Wilcox-Herzog, 2002). Bu uyumsuzluğun özellikle yapılandırmacı yaklaşıma ilişkin epistemolojik inançlar açısından ortaya çıktığı görülmektedir. Nitekim yapılandırmacı öğrenme anlayışını benimseyen öğretmen adaylarının tümü, sınıflarında yapılandırmacı öğretim uygulamalarını gerçekleştirmemektedir (Moss ve Kaufman, 2003).

Öğretmen adaylarının inançları ile davranışları arasında, geleneksel öğrenme ve öğretme anlayışı söz konusu olduğunda bir ilişki bulunduğu kısacası bir tutarlılık olduğu görülmektedir. Buna karşılık, yapılandırmacı

öğrenme ve öğretme anlayışı açısından aynı ilişkinin özellikle öğretmen adayları söz konusu olduğunda bulunmadığı anlaşılmaktadır. Küçük yaş grubu öğrencilerin öğretmenleri olmaları ve lise grubuna göre daha fazla etkinlik temelli öğretim yaklaşımlarını kullanmaları göz önünde bulundurulduğunda sahip oldukları öğretme anlayışları ile öğretim yaklaşımları arasında tutarlılık olması beklenebilir. Böylesi bir tutarlılığın olup olmadığını belirlemek bu araştırmanın çıkış noktasını oluşturmuştur. Bu araştırmanın amacı, sınıf öğretmenlerinin öğrenme-öğretme anlayışları gerçek sınıf içi öğretim uygulamaları arasındaki ilişkileri incelemektir. Bu doğrultuda araştırma soruları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

1. Sınıf öğretmenlerinin öğrenme-öğretme anlayışı nedir?
2. Sınıf öğretmenlerinin öğretim sırasında kullandıkları etkinlikler pozitivist mi yoksa yapılandırmacı mıdır?
3. Sınıf öğretmenlerinin öğrenme-öğretme anlayışları ile sınıf içi öğretim uygulamaları arasında uyum var mıdır?

2. YÖNTEM

Yöntem

Bu araştırma, nitel araştırma geleneği çerçevesinde durum çalışması deseni olarak tasarlanmıştır. Araştırmaya gönüllülük esasına dayalı olarak başlangıçta 8 sınıf öğretmeni katılmıştır. Ancak katılımcılardan ikisi araştırma sürecine devam edemeyeceklerini bildirmiştir. Bu öğretmenlerden elde edilen anket ve gözlem verileri, veri toplama araçlarının pilot uygulaması kapsamında değerlendirilmiştir. Böylece araştırma, dördüncü sınıflarda görev yapan 6 sınıf öğretmeniyle yürütülmüştür.

Araştırmada veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen açık uçlu sorulardan oluşan bir anket kullanılmıştır. Ankette öğretmenlerden, öğretimin devam ettiği ve öğrencilerin öğrenmelerinin gerçekleştiğinden emin oldukları bir sınıf ortamı hayal etmeleri istenmiştir. Ardından öğretmenlere "Öğrenciler ne yapıyordur?", "Öğretmen ne yapıyordur?", "Sizce öğrenme nasıl gerçekleşmektedir?", "Öğretmek ne demektir?" ve "Öğrenme sürecinde sizin öğretmen olarak rolünüz nedir?" soruları yöneltilmiş ve yanıtlarını yazılı olarak ifade etmeleri istenmiştir.

Öğretmenlerin yazılı yanıtları nitel olarak analiz edilmiş ve öğrenme-öğretme anlayışlarının pozitivist veya yapılandırmacı yaklaşım çerçevesinde nasıl şekillendiği belirlenmiştir. Anket uygulamasından iki hafta sonra, öğretmenlerin uygun gördükleri zamanlarda sınıf içi gözlemler gerçekleştirilmiştir. Her öğretmenin iki ders saati boyunca sınıf içi öğretim uygulamaları gözlemlenmiştir. Gözlemler aracılığıyla öğretmenlerin derslerinde kullandıkları öğretim yaklaşımlarının, bu yaklaşımları kullanma sıklıklarının ve öğrencileri öğrenme sürecine aktif olarak katma sürelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Öğretim yaklaşımlarının dersin içeriğine göre

farklılık gösterebileceği dikkate alınarak gözlemlerden biri fen bilimleri, diğeri ise sosyal bilgiler dersinde gerçekleştirilmiştir.

Açık uçlu sorulara verilen yanıtlar, iki araştırmacı tarafından birbirinden bağımsız olarak kodlanmıştır. Araştırmacıların kodlamaları karşılaştırılmış, farklılıklar üzerinde görüş birliğine varılarak nihai kodlamalar oluşturulmuştur. Ayrıca araştırmacılar arasındaki kodlama tutarlılığı belirlenerek analizlerin güvenirliği değerlendirilmiştir. Kodlamalar, puanlamalar ve nitel değerlendirmeler, öğretmenlerin açık uçlu sorulara verdikleri yazılı yanıtlar ve sınıf içi gözlemlerden elde edilen veriler temelinde gerekçelendirilmiştir.

3. BULGULAR

Sınıf öğretmenlerinin öğrenme-öğretme anlayışını belirlemek üzere açık uçlu anket soruları analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 1 ve Tablo 2'de sunulmuştur.

3.1. Öğretmenlerin öğrenme ve öğretme anlayışları

Anketteki sorulardan "Öğrenme nasıl gerçekleşir? Öğrenciler ne yapıyordur?" soruları birlikte analiz edilmiş ve Tablo 1'deki kodlara ulaşılmıştır.

Tablo 1. Öğrenme sürecinde öğrencilerin yaptıklarına ilişkin öğretmen görüşleri

Povitivist	Öğretmeni dinliyor ve izliyordur (sessizce, pür dikkat). Anlamadığı yerleri soruyordur. Not alıyordur. Öğretmenin sorduğu soruları cevaplıyor, örnek çözüyordur. Öğretmenin sorduğu soruları cevaplıyor, örnek çözüyordur.
Yapılandırmacı	Yeni öğrendikleri bilgileri ile var olan bilgileri arasında bağ kuruyorlardır. Aktif olarak kendi bilgilerini ediniyorlar. Araştırma ve deney yapıyordur. Sınıfta fikirlerini söylüyor ve tartışıyordur. Farklı fikirleri karşılaştırarak kendi bilgilerini kendileri yaratırlar.

Tablo 1 incelendiğinde, pozitivist anlayışa sahip sınıf öğretmenleri, öğrenme sürecinde öğrencilerin öğretmeni dikkatle dinleme, izleme, not alma, anlamadıkları yerleri sorma ve öğretmenin sorularını cevaplama gibi davranışlarına vurgu yapmaktadır. Buna karşılık yapılandırmacı anlayışa sahip sınıf öğretmenleri, öğrencilerin yeni bilgileri önceki bilgileriyle ilişkilendirme, aktif olarak bilgiyi edinme, araştırma ve deney yapma, fikirlerini tartışma ve farklı görüşleri karşılaştırarak kendi bilgilerini oluşturma süreçlerini ön plana çıkarmaktadır. Bu bulgular, öğretmenlerin öğrenme sürecinde öğrenciye yükledikleri rolün, bilgiyi alma ve aktarılanları takip etmeden bilgiyi aktif biçimde yapılandırmaya kadar farklılaştığını göstermektedir.

Benzer şekilde "Öğretmen ne yapıyordur? Öğretmek ne demektir? Öğretmen olarak sizin rolünüz nedir?" soruları ise birlikte değerlendirilmiş ve kodlamalar Tablo 2'de verilmiştir. Kodlamalar tamamlandıktan sonra

öğrenme ile ilgili kodlamalar positivist öğrenme anlayışı ya da yorumlamacı öğrenme anlayışı olarak iki ayrı kategoride ele alınmıştır.

Tablo 2. Öğretme sürecinde öğretmenin yaptıklarına ilişkin öğretmen görüşleri

Povitivist	Ders anlatıyordur. Anlattıklarını bir kez de tahtada özetliyordur. Öğrencilerin sorularını cevaplıyordur. Konuyu anlatıyor, örnek veriyor ve anlattıklarına yönelik günlük hayattan yorum soruları soruyordur. Deney yapıyordur.
Yapılandırmacı	Dersi soru sorarak, öğrencilerin fikirlerini söylemeleri için teşvik ederek ve günlük hayatla bağlantı kurarak işliyordur. Öğrencilerin sahip oldukları fikirlerin farkına varmalarını sağlayarak bilgiyi keşfetmelerini sağlıyordur. Yeni öğrendikleri bilgileri ile var olan bilgileri arasında bağ kurduruyordur. Öğrencilere ipuçları verir, fikirlerini söyleyebilecekleri bir ortam yaratıyor ve bilgiye ulaşmalarını sağlıyordur.

Tablo 2 incelendiğinde, sınıf öğretmenlerinin öğretme sürecinde üstlendikleri rollere ilişkin görüşlerinin pozitivist ve yapılandırmacı olmak üzere iki farklı anlayış altında toplandığı görülmektedir. Pozitivist anlayışa sahip öğretmenler, öğretme sürecinde ders anlatma, konuyu özetleme, örnek verme, öğrencilerin sorularını cevaplama ve deney yapma gibi öğretmen merkezli etkinliklere vurgu yapmaktadır. Buna karşılık yapılandırmacı anlayışa sahip öğretmenler, öğrencilerin fikirlerini ifade etmelerini teşvik etme, ön bilgilerini fark etmelerini sağlama, yeni bilgiler ile mevcut bilgileri arasında ilişki kurmalarına rehberlik etme ve bilgiyi kendilerinin keşfetmelerine olanak tanıyan öğrenme ortamları oluşturma rollerini ön plana çıkarmaktadır. Bu bulgular, öğretmenlerin öğretme sürecindeki rollerine ilişkin anlayışlarının bilgiyi aktaran ve süreci yöneten öğretmenden, öğrencilerin bilgiyi yapılandırmalarına rehberlik eden ve öğrenmeyi kolaylaştıran öğretmene doğru farklılaştığını göstermektedir.

3.2. Sınıf öğretmenlerin ders işlerken kullandıkları öğretim yaklaşımları

Araştırmaya yön veren diğer bir soru sınıf öğretmenlerinin öğretim sırasında kullandıkları etkinliklerin öğrenme-öğretme anlayışları ile olan uyumunu belirlemek olduğundan öncelikle sınıf içi öğretim yaklaşımlarının pozitivist mi yoksa yapılandırmacı özellik mi gösterdiği belirlenmiştir.

Tablo 3. Öğretmenlerin (1-3) fen bilgisi ve sosyal bilgiler dersini öğretirken kullandıkları öğretim yaklaşımları ve ders süresince kullanma sıklıkları

	Öğretmen 1		Öğretmen 2		Öğretmen 3	
Etkinlik	**1.ders**	**2.ders**	**1.ders**	**2.ders**	**1.ders**	**2.ders**
Açıklama yapma	4	1	2	2	2	
Soru sorma	10	1	6	7	3	4
Pekiştireç verme	1					
Dinleme	2			1		
Örnek isteme	3	2	1	2		
Soruyu cevaplama	2	4		1		1
Dönüt verme	3	2	1			
Kavram haritalarını kullanma	1					
Dallanmış ağaç ile anlatma	1					
Sorularla cevabı buldurma	1	1		2		
Tahtayı kullanma	1	1	1	1	2	
Günlük yaşamdan örnekler	3	1	1			
Örnek verme		2		3		2
Konu anlatımı/ bilgi aktarımı		4	1	1		
İlişkilendirme yapma		1	1	1		
Karşılaştırarak anlatma		2				
Örneklerle buldurma		1		1		
Çıkarımda bulunmalarını sağlama			1		3	
Balık kılçığı ile anlatma			1			
Karşılaştırma yapmalarını sağlama				1		
Gösterip yaptırma					1	
Drama tekniğini kullanma					1	
Deney yaptırma			1		1	
Gözlem yapmalarını sağlama					1	
Deney düzeneğinde göstermelerini sağlama					2	
Benzetim yöntemini kullanma						1
İlişki kurmalarını sağlama	1	2		2		
Sorularla kavram yanılgılarını ortaya çıkarma		1		2		
İpucu ile cevaba ulaştırma		2		3		

Tablo 3 incelendiğinde, sınıf öğretmenlerinin derslerinde farklı öğretim yaklaşımlarına yer verdikleri, ancak bu yaklaşımların kullanım sıklığı ve çeşitliliğinin öğretmenlere ve derslere göre farklılaştığı görülmektedir. Öğretmenlerin açıklama yapma, soru sorma, örnek verme ve dönüt verme gibi öğretmen merkezli uygulamaların yanı sıra öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarma, ilişki kurmalarını sağlama, ipucu verme ve keşfetmelerini destekleme gibi yapılandırmacı yaklaşımla ilişkilendirilebilecek etkinliklere de yer verdikleri belirlenmiştir. Özellikle üçüncü öğretmenin derslerinde deney, gözlem ve drama gibi öğrenci katılımını

destekleyen etkinliklerin çeşitlendiği görülmektedir. Bu bulgular, öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarında pozitivist ve yapılandırmacı öğretim yaklaşımlarına ilişkin özelliklerin bir arada bulunabildiğini göstermektedir.

Tablo 4. Öğretmenlerin (4-6) fen bilgisi ve sosyal bilgiler dersini öğretirken kullandıkları öğretim yaklaşımları ve ders süresince kullanma sıklıkları

	Öğretmen 4		Öğretmen 5		Öğretmen 6	
Etkinlik	**1.ders**	**2.ders**	**1.ders**	**2.ders**	**1.ders**	**2. der**
Açıklama yapma	3	1	1		3	4
Soru sorma	9	4			16	13
Pekiştireç verme		1				
Dinleme	2					
Örnek isteme	1					5
Soruyu cevaplama	1		1	2	1	6
Dönüt verme			1	1	1	1
Kavram haritalarını kullanma	1					1
Dallanmış ağaç ile anlatma						1
Tahtayı kullanma		1				
Günlük yaşamdan örnekler verme	2				1	
Örnek verme		2				
Konu anlatımı/ bilgi aktarımı	3		2			
İlişkilendirme yapma	1					
Çıkarımda bulunmalarını sağlama					1	
Karşılaştırma yapmalarını sağlama	1	1				
Deney yaptırma	1		1			
Gözlem yapmalarını sağlama						
Deney düzeneğinde göstermelerini sağlama			1			
Animasyon ile anlatım	1					2
Tanım yapma	1				1	
İlişki kurmalarını sağlama	1				2	
Örneklerle çıkarımda bulunmalarını isteme	1	1				
Sorularla kavram yanılgılarını ortaya çıkarma					2	
İpucu ile cevaba ulaştırma					2	
Konuyu maket üzerinde göstermelerini sağlama					3	
Tümevarım yöntemi					3	
Örnek model gösterme					1	

Tablo 4 incelendiğinde, öğretmenlerin derslerinde hem pozitivist hem de yapılandırmacı öğretim yaklaşımlarına ilişkin uygulamalara yer verdikleri, ancak bu uygulamaların sıklık ve çeşitlilik açısından farklılaştığı

görülmektedir. Özellikle dördüncü ve altıncı öğretmenlerin derslerinde açıklama yapma, soru sorma ve bilgi aktarma gibi öğretmen merkezli uygulamaların öne çıktığı belirlenmiştir. Altıncı öğretmenin soru sorma etkinliğini diğer öğretmenlere göre daha sık kullandığı, bununla birlikte öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarma, ilişki kurmalarını sağlama ve ipucu vererek cevaba ulaştırma gibi yapılandırmacı yaklaşımla ilişkilendirilen etkinliklere de yer verdiği görülmektedir. Beşinci öğretmenin ise daha sınırlı sayıda ve çeşitlilikte öğretim etkinliği kullandığı dikkat çekmektedir. Bu bulgular, öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarında farklı öğretim yaklaşımlarını bir arada kullandıklarını ve öğretim süreçlerinin öğretmenlere göre farklılaştığını göstermektedir.

Öğretim etkinlikleri arasında yer alan soru sorma, deney yapma ve örnek verme gibi etkinliklerin tek başına pozitivist veya yapılandırmacı olarak nitelendirilemez sınıf içinde nasıl uygulandıklarına göre değerlendirilebilir. Bu çerçevede Tablo 3 ve Tablo 4'de sınıf öğretmenlerinin ders işlerken kullandıkları öğretim etkinlikleri gözlemlerdeki kullanma biçimlerine göre sınıflandırılmış ve Tablo 5 oluşturulmuştur.

Tablo 5. Öğretim etkinliklerinin ders sırasındaki kullanılma biçimlerine göre öğretme anlayışları

Öğretim etkinliği	Öğretme Anlayışı
Açıklama yapma	Pozitivist
Soru sorma	Yapılandırmacı
Pekiştireç verme	Pozitivist
Örnek isteme	Yapılandırmacı
Kavram haritalarını kullanarak anlatma	Pozitivist
Dallanmış ağaç ile anlatma	Pozitivist
Sorularla cevabı buldurma	Yapılandırmacı
Günlük yaşamdan örnekler verme	Yapılandırmacı
Örnek verme	Pozitivist
Konu anlatımı/ bilgi aktarımı	Pozitivist
İlişkilendirme yapma	Pozitivist
Karşılaştırarak anlatma	Pozitivist
Örneklerle buldurma	Yapılandırmacı
Çıkarımda bulunmalarını sağlama	Yapılandırmacı
Balık kılçığı ile anlatma	Pozitivist
Karşılaştırma yapmalarını sağlama	Yapılandırmacı
Gösterip yaptırma	Pozitivist
Deney yaptırma	Yapılandırmacı
Gözlem yapmalarını sağlama	Yapılandırmacı
Deney yönergelerini takip etmelerini sağlama	Pozitivist
Benzetim yöntemini kullanma	Pozitivist
Animasyon ile anlatım	Pozitivist
Tanım yapma	Pozitivist
İlişki kurmalarını sağlama	Yapılandırmacı
Örneklerle çıkarımda bulunmalarını isteme	Yapılandırmacı
Sorularla kavram yanılgılarını ortaya çıkarma	Yapılandırmacı
İpucu ile cevaba ulaştırma	Yapılandırmacı
Konuyu maket üzerinde göstermelerini sağlama	Yapılandırmacı
Tümevarım yöntemi	Yapılandırmacı
Örnek model gösterme	Pozitivist

Tablo 5 incelendiğinde, öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarında kullandıkları öğretim etkinliklerinin, uygulanış biçimlerine göre pozitivist ve yapılandırmacı öğretme anlayışları altında sınıflandırıldığı görülmektedir. Pozitivist anlayış kapsamında öğretmenin açıklama yapması, bilgi aktarması, örnek ve model göstermesi, pekiştirme yapması ve öğrencileri belirli yönergeler doğrultusunda yönlendirmesi gibi uygulamalar yer almaktadır. Buna karşılık yapılandırmacı anlayış kapsamında öğrencilerin ön bilgilerini ve kavram yanılgılarını ortaya çıkarma, ilişki ve karşılaştırma yapmalarını sağlama, deney ve gözlem yoluyla bilgiye ulaşmalarını destekleme ve ipuçlarıyla düşünmelerini yönlendirme gibi uygulamalar bulunmaktadır. Bu bulgular, öğretim etkinliklerinin yalnızca türlerine göre değil, öğretmenin etkinliği gerçekleştirme biçimine ve öğrencilerin öğrenme sürecindeki rollerine göre farklı öğretme anlayışlarını yansıtabildiğini göstermektedir.

Öğretmenlerin sınıf için kullandığı etkinlikler kullanım sıklıkları temelinde ne kadar yapılandırmacı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sınıf içi gözlemler sırasında ders süresi temelinde öğrencilerin ne kadar aktif kılındığı da belirlenmiştir. Bu iki bulgu Tablo 6'nın verilerini oluşturmuştur. Tablo 6'da öğretmenlerin öğretme anlayışları da eklenmiş ve her bir öğretmenin öğrenme anlayışı, öğretim yaklaşımlarının yapılandırmacı özelliği ve öğrencileri sınıf içindeki aktifliği karşılaştırılmıştır.

Tablo 6. Öğretmenlerin öğretme anlayışları, öğrenciyi aktif kılma durumları (süre) ve öğretim etkinliklerinin (sıklık) yapılandırmacı anlayışa uyumu

	Öğretme anlayışları	**Öğrencilerin aktiflikleri açısından**	**Öğretim etkinliklerinin yapılandırmacı özelliği**
Öğretmen 1	Pozitivist	% 61.81	% 60
Öğretmen 2	Pozitivist	% 43.7	% 30
Öğretmen 3	Pozitivist	% 59.7	% 65
Öğretmen 4	Yapılandırmacı	% 67.32	% 90
Öğretmen 5	Yapılandırmacı	% 69.7	% 85
Öğretmen 6	Yapılandırmacı	% 82.32	% 90

Tablo 6 incelendiğinde, öğretmenlerin öğrenme-öğretme anlayışları ile sınıf içi uygulamaları arasında genel olarak bir uyum bulunduğu, ancak bu uyumun öğretmenlere göre farklılaştığı görülmektedir. Yapılandırmacı anlayışa sahip öğretmenlerin öğrencileri aktif kılma oranları %67,32 ile %82,32 arasında değişirken, öğretim etkinliklerinin yapılandırmacı özellik gösterme oranları %85 ile %90 arasındadır. Pozitivist anlayışa sahip öğretmenlerde ise öğrencileri aktif kılma oranları %43,7 ile %61,81, yapılandırmacı etkinlik kullanma oranları ise %30 ile %65 arasında değişmektedir. Özellikle pozitivist anlayışa sahip birinci ve üçüncü öğretmenlerin sırasıyla %60 ve %65 oranında yapılandırmacı özellik taşıyan etkinliklere yer vermeleri dikkat çekmektedir. Bulgular, yapılandırmacı anlayışa sahip öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarının bu anlayışla daha yüksek düzeyde örtüştüğünü, pozitivist anlayışa sahip öğretmenlerin ise belirli ölçüde yapılandırmacı uygulamalara yer verdiklerini göstermektedir. Bu durum, öğretmenlerin ifade ettikleri öğretme anlayışlarının sınıf içi uygulamalarına her zaman bütünüyle yansımadığını ortaya koymaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, sınıf öğretmenlerinin öğrenme-öğretme anlayışları ile sınıf içi öğretim uygulamaları arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırma bulguları, öğretmenlerin öğrenme ve öğretmeye ilişkin anlayışlarının sınıf içi uygulamalarına önemli ölçüde yansıdığını, ancak bu ilişkinin tüm öğretmenler açısından aynı düzeyde gerçekleşmediğini ortaya koymuştur.

Araştırmanın ilk bulgusu, öğretmenlerin öğrenme ve öğretme anlayışlarının pozitivist ve yapılandırmacı olmak üzere iki farklı yaklaşım çerçevesinde şekillenmesidir. Pozitivist anlayışa sahip öğretmenlerin öğrenmeyi daha

çok bilginin öğretmenden öğrenciye aktarılması, öğretmeyi ise bilgilerin açıklanması ve öğrencilere sunulması olarak değerlendirdikleri belirlenmiştir. Buna karşılık yapılandırmacı anlayışa sahip öğretmenlerin öğrenmeyi öğrencinin bilgiyi aktif olarak oluşturduğu bir süreç, öğretmeyi ise bu süreci destekleme ve öğrenciye rehberlik etme olarak tanımladıkları görülmüştür. Bu farklılaşma, öğretmenlerin öğrenme ve öğretmeye ilişkin anlayışlarının öğretim sürecinde öğrenciye ve öğretmene yükledikleri roller açısından belirleyici olabileceğini göstermektedir.

Araştırmanın bir diğer önemli bulgusu ise öğretmenlerin ifade ettikleri öğretme anlayışları ile sınıf içi uygulamaları arasında genel olarak bir uyum bulunmasıdır. Yapılandırmacı anlayışa sahip öğretmenlerin öğretim etkinliklerinin %85 ile %90'ının yapılandırmacı özellik göstermesi, bu öğretmenlerin benimsedikleri anlayışı sınıf içi uygulamalarına büyük ölçüde yansıttıklarını göstermektedir. Buna karşılık pozitivist anlayışa sahip öğretmenlerin yapılandırmacı etkinlik kullanma oranlarının %30 ile %65 arasında değişmesi, bu öğretmenlerin de farklı düzeylerde yapılandırmacı uygulamalara yer verdiklerini ortaya koymaktadır. Özellikle pozitivist anlayışa sahip birinci ve üçüncü öğretmenlerin sırasıyla %60 ve %65 oranında yapılandırmacı etkinlik kullanmaları dikkat çekicidir. Bu bulgu, öğretmenlerin öğrenme ve öğretmeye ilişkin anlayışları ile sınıf içi uygulamalarının her zaman bütünüyle örtüşmediğini göstermektedir.

Alan yazında öğretmenlerin epistemolojik inançları ve öğrenme-öğretme anlayışları ile sınıf içi uygulamaları arasındaki ilişkiye yönelik farklı sonuçlar bulunmaktadır. Bazı araştırmalar öğretmenlerin inançlarının öğretim uygulamalarına yansıdığını ortaya koyarken (Crawford, 2007; Hashweh, 1996; Stipek ve ark., 2001), bazı araştırmalar bu iki değişken arasında tutarsızlıklar bulunduğunu göstermektedir (Boz ve Uzuntiryaki, 2006; Eren, 2010; Uzuntiryaki ve ark., 2010). Bu araştırmanın bulguları, öğretmenlerin anlayışları ile uygulamaları arasında genel bir uyum bulunmakla birlikte farklılaşmaların da ortaya çıkabileceğini göstermesi bakımından her iki yöndeki araştırma sonuçlarıyla ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte, önceki araştırmalarda yapılandırmacı anlayışın uygulamalara yansıtılmasında yaşanan güçlükler vurgulanırken, bu araştırmada pozitivist anlayışa sahip bazı öğretmenlerin yapılandırmacı uygulamalara önemli ölçüde yer vermeleri dikkat çekmektedir.

Araştırmanın önemli sonuçlarından biri de, öğrencilerin öğrenme sürecindeki aktifliklerinin öğretmenlerin anlayışlarına göre farklılaşmasıdır. Yapılandırmacı anlayışa sahip öğretmenlerin öğrencileri aktif kılma oranlarının %67,32 ile %82,32 arasında değiştiği, pozitivist anlayışa sahip öğretmenlerde ise bu oranların %43,7 ile %61,81 arasında kaldığı belirlenmiştir. Bu bulgu, yapılandırmacı anlayışa sahip öğretmenlerin öğrencilerin öğrenme sürecine katılımına daha fazla zaman ayırdıklarını göstermektedir. Bununla birlikte, yapılandırmacı öğretim etkinliklerinin kullanım oranları ile öğrencilerin aktif oldukları sürelerin birbirinden

farklılaşması, yapılandırmacı etkinliklere yer vermenin öğrencilerin öğrenme sürecindeki aktifliğini aynı oranda artırmadığını düşündürmektedir.

Araştırmada dikkat çeken bir diğer sonuç, öğretim etkinliklerinin tek başına belirli bir öğretme anlayışının göstergesi olarak değerlendirilememesidir. Soru sorma, deney yapma, kavram haritası kullanma veya örnek verme gibi etkinliklerin pozitivist ya da yapılandırmacı özellik göstermesi, bu etkinliklerin sınıf içinde nasıl gerçekleştirildiğine bağlıdır. Örneğin öğretmenin bir deneyi kendisinin gerçekleştirerek sonuçlarını öğrencilere açıklaması ile öğrencilerin deney yaparak gözlem ve çıkarımlarda bulunmalarını sağlaması, öğrenme sürecinde farklı rollerin üstlenilmesini gerektirmektedir. Dolayısıyla öğretim uygulamalarının değerlendirilmesinde yalnızca kullanılan etkinliklerin türünün veya sıklığının değil, etkinliklerin gerçekleştirilme biçiminin ve öğrencilere sunduğu öğrenme fırsatlarının da dikkate alınması gerekmektedir.

Sonuç olarak; araştırma, sınıf öğretmenlerinin öğrenme-öğretme anlayışları ile sınıf içi öğretim uygulamaları arasında önemli bir ilişki bulunduğunu, ancak bu ilişkinin her öğretmen açısından aynı biçimde ortaya çıkmadığını göstermektedir. Öğretmenlerin yapılandırmacı anlayışa sahip olmaları, bu anlayışa uygun etkinlikleri daha fazla kullanmalarıyla ilişkili görünmektedir. Bununla birlikte, öğretmenlerin benimsedikleri anlayışların sınıf içi uygulamalarını bütünüyle belirlemediği ve farklı öğretim yaklaşımlarının aynı öğretmenin uygulamalarında bir arada bulunabildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, öğretmenlerin mesleki gelişim süreçlerinde yalnızca yapılandırmacı öğrenme ve öğretme yaklaşımına ilişkin kuramsal bilgilerin kazandırılmasına değil, bu bilgilerin sınıf içi uygulamalara nasıl dönüştürülebileceğine de odaklanılması önerilmektedir. Bu kapsamda öğretmenlerin kendi öğretim uygulamalarını gözlem kayıtları üzerinden incelemeleri, öğrencilere verdikleri rolleri değerlendirmeleri ve uygulamalarını benimsedikleri öğrenme-öğretme anlayışları açısından sorgulamaları sağlanabilir.

Öğretmen yetiştirme programlarında ve hizmet içi eğitimlerde öğretim yöntem ve tekniklerinin yalnızca tanıtılması yerine, aynı etkinliğin farklı öğretme anlayışları doğrultusunda nasıl gerçekleştirilebileceğini gösteren uygulamalara yer verilmesi önerilmektedir. Özellikle öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarma, kavram yanılgılarını belirleme, çıkarımda bulunmalarını sağlama, fikirlerini tartıştırma ve bilgiyi yapılandırmalarına rehberlik etme süreçlerine odaklanan uygulamalı eğitimler önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarının değerlendirilmesinde yalnızca kullanılan yöntem ve tekniklerin sıklığının değil, öğrencilerin öğrenme sürecine ne ölçüde ve hangi biçimlerde katıldıklarının da dikkate alınması önerilmektedir. Öğrenci aktifliğinin yalnızca etkinliklere katılım süresiyle değil, öğrencilerin sorgulama,

açıklama yapma, gerekçelendirme ve bilgi oluşturma süreçlerine katılımının niteliğiyle birlikte değerlendirilmesi yararlı olacaktır.

Son olarak, bu araştırmanın altı sınıf öğretmeniyle ve her öğretmen için iki ders saatiyle sınırlı olması nedeniyle, gelecekte daha fazla öğretmenin katıldığı ve farklı dersleri kapsayan uzun süreli gözlemlerin gerçekleştirildiği araştırmalar yapılması önerilmektedir. Ayrıca öğretmenlerin öğrenme-öğretme anlayışları ile uygulamaları arasında ortaya çıkan uyum ve farklılaşmaların nedenlerini belirlemek amacıyla sınıf içi gözlemlerin öğretmen görüşmeleriyle desteklenmesi, bu ilişkinin daha kapsamlı biçimde anlaşılmasına katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

Boz, Y. & Uzuntiryaki, E. (2006). Turkish prospective chemistry teachers' beliefs about chemistry teaching. International Journal of Science Education, 28(14), 1647–1667.

Brown, G.T.L. (2004). Teachers' conceptions of assessment: Implications for policy and professional development, Assessment in Education, 11(3), 301-318.

Chan, K. W. & Elliott, R. G. (2004). Relational analysis of personal epistemology and conceptions about teaching and learning, Teaching and Teacher Education, 20, 817-831.

Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. Journal of Research in Science Teaching, 44, 613–642.

Demirbolat, A. (2006). Education faculty students' tendencies and beliefs about the teacher's role in education: A case study in a Turkish University, Teaching and Teacher Education, 22, 1068–1083.

Eren, A. (2010). Consonance and disconsonance between Turkish prospective teachers' values and practices: Conceptions about teaching, learning, and assessment, Australian Journal of Teacher Education, 35(3), 27-48.

Hashweh, M. Z. (1996). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. Journal of Research in Science Teaching, 33, 47–63.

Kabapınar, Y. (2010). Turkish prospective teachers' images of the constructivist view of teaching: Are they compatible with the epistemological foundations of constructivism? Procedia Social and Behavioral Sciences, 2, 1223–1228.

Lawness, C. J., & Richardson, J. T. E. (2002). Approaches to studying and perceptions of academic quality in distance education, Higher Education, 44, 257–282.

MEB (2004). İlköğretim Programları, Milli Eğitim Basımevi, Ankara.

MEB (2008). Ortaöğretim Programları, Milli Eğitim Basımevi, Ankara.

MEB (2024). TYMM Öğretim Programı Ortak Metni, Milli Eğitim Basımevi, Ankara.

Moss, D. M., & Kaufman, D. (2003). Examining preservice science teachers' conception of classroom management. Paper presented at the annual meeting of National Association for Research in Science Teaching, Philadelphia, March.

Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: cleaning up a messy construct, Review of Educational Research, 67, 302-322.

Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula (Ed.), Handbook of research on teaching (pp. 376–391). New York: Macmillan.

Segers, M. & Dochy, F. (2001). New assessment forms in problem-based learning: The value-added of the students' perspective, Studies in Higher Education, 26(3), 327–343.

Stipek, D. J., Givvin, K. B., Salmon, J. M., & MacGyvers, V. L. (2001). Teachers' beliefs and practices related to mathematics instruction. Teaching and Teacher Education, 17(2), 213–226.

Uzuntiryaki, E., Boz, Y., Kirbulut, D., & Bektas, O. (2010). Do pre-service chemistry teachers reflect their beliefs about constructivism in their teaching practices? Research in Science Education, 40, 403–424.

Wilcox-Herzog, A. (2002). Is there a link between teachers' beliefs and behaviors? Early Education and Development, 13, 81–106.

Winterbottom, M., Brindley, S., Taber, K. S., Fisher, L. G., Finney, J. & Riga, F. (2008). Conceptions of assessment: Trainee teachers' practice and values, Curriculum Journal, 19(3), 193-213.

ERGENLERDE SIBER ZORBALIK MAĞDURIYETI ILE BILINÇLI FARKINDALIK DÜZEYLERI ARASINDAKI İLIŞKININ İNCELENMESI

Dr. Öğr. Üyesi Ramazan İNCİ

Sağlık Bilimleri Fakültesi, Çocuk Gelişim, Batman Üniversitesi, incirmzn2255@gmail.com, 0000-0002-6855-4574

Özet

Bu araştırma, ergenlerde siber zorbalık mağduriyeti ile bilinçli farkındalık düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla yürütülmüştür. Tanımlayıcı, kesitsel ve ilişkisel tasarımdaki araştırma, Batman ili ve ilçelerinde yaşayan, 12–18 yaş aralığındaki 413 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Veriler, 17 Eylül–3 Ekim 2026 tarihleri arasında çevrim içi anket yoluyla Kişisel Bilgi Formu, Siber Mağduriyet Ölçeği ve Çocuk ve Ergen Bilinçli Farkındalık Ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Analizlerde tanımlayıcı istatistikler, Cronbach alfa, Spearman korelasyonu ve çoklu doğrusal regresyon kullanılmıştır. Regresyonda yaş, cinsiyet, aile yapısı ve günlük internet/sosyal medya kullanım süresi kontrol edilmiş; değişen varyans nedeniyle HC3 sağlam standart hatalar hesaplanmıştır. Eksik yanıt nedeniyle regresyon analizi 412 katılımcıyla yürütülmüştür. Katılımcıların yaş ortalaması 15,37±1,98 yıl olup %56,7'si erkektir. Siber mağduriyet puan ortalaması 26,34±4,30, bilinçli farkındalık puan ortalaması 25,05±7,22'dir. Ölçeklerin Cronbach alfa katsayıları sırasıyla 0,927 ve 0,810'dur. Bilinçli farkındalık ile siber mağduriyet arasında negatif yönlü ilişki bulunmuştur ($\rho=-0,416$; $p<0,001$). Diğer değişkenler kontrol edildiğinde ilişki korunmuştur ($B=-0,214$; $\beta=-0,358$; %95 güven aralığı: −0,279 ile −0,149; $p<0,001$). Model, mağduriyet puanlarındaki varyansın %19,8'ini açıklamıştır. Günde bir saatten az internet kullananlara kıyasla üç saat ve üzerindeki kullanım kategorilerinde mağduriyet puanları daha yüksektir. Yaş, cinsiyet ve aile yapısına ilişkin katsayılar anlamlı bulunmamıştır. Katılımcıların %57,6'sı mağduriyet ölçeğinin en düşük puanındadır. Bu taban yığılması, doğrusal modelin yorumunu sınırlandırmaktadır; duyarlılık analizleri ayrıca temel ilişkinin yönünü ve istatistiksel anlamlılığını desteklemiştir. Ergenlerde yüksek bilinçli farkındalık düzeyi, daha düşük siber mağduriyet puanıyla ilişkilidir. Kesitsel tasarım nedeniyle nedensel çıkarım yapılamaz. Bilinçli farkındalığın dijital güvenlik ve yardım arama becerileriyle birlikte okul temelli önleyici çalışmalarda değerlendirilmesi; etkinliğinin boylamsal ve kontrollü araştırmalarla sınanması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Ergenler; siber zorbalık; siber mağduriyet; bilinçli farkındalık

AN EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN CYBERBULLYING VICTIMIZATION AND LEVELS OF AWARENESS AMONG ADOLESCENTS

Abstract

This study aimed to examine the relationship between cyberbullying victimization and mindfulness levels among adolescents. This descriptive, cross-sectional, and correlational study was conducted with 413 students aged 12–18 years living in Batman province and its districts, Türkiye. Data were collected online between September 17 and October 3, 2026, using a Personal Information Form, the Cyber Victimization Scale, and the Child and Adolescent Mindfulness Measure. Descriptive statistics, Cronbach's alpha, Spearman correlation analysis, and multiple linear regression were used. Age, sex, family structure, and daily internet/social media use duration were controlled for in the regression model, and HC3 robust standard errors were calculated due to heteroscedasticity. Owing to one missing response, the regression analysis was conducted with 412 participants. The mean age of the participants was 15.37±1.98 years, and 56.7% were male. The mean cyber victimization score was 26.34±4.30, while the mean mindfulness score was 25.05±7.22. Cronbach's alpha coefficients for the scales were 0.927 and 0.810, respectively. A significant negative correlation was found between mindfulness and cyber victimization ($\rho=-0.416$; $p<0.001$). This association remained significant after adjustment for the other variables ($B=-0.214$; $\beta=-0.358$; 95% confidence interval: −0.279 to −0.149; $p<0.001$). The model explained 19.8% of the variance in cyber victimization scores. Compared with adolescents who used the internet for less than one hour per day, those in the three-hours-or-more categories had higher cyber victimization scores. The coefficients for age, sex, and family structure were not statistically significant. Overall, 57.6% of participants scored at the minimum value of the cyber victimization scale. This floor effect limits the interpretation of the linear model; however, sensitivity analyses also supported the direction and statistical significance of the primary association. Higher mindfulness levels were associated with lower cyber victimization scores among adolescents. Because of the cross-sectional design, causal inferences cannot be made. Mindfulness should be considered together with digital safety and help-seeking skills in school-based preventive interventions, and its effectiveness should be examined in longitudinal and controlled studies.

Keywords: Adolescents; cyberbullying; cyber victimization; mindfulness

1. GİRİŞ

Ergenlik; fiziksel, bilişsel, duygusal ve sosyal değişimlerin hızlandığı, akran ilişkilerinin ve sosyal kabulün önem kazandığı kritik bir gelişim dönemidir. Günümüzde dijital teknolojiler ve çevrim içi iletişim ortamları ergenlerin eğitim, sosyalleşme ve günlük yaşamlarının önemli bir parçası haline gelmiştir. Bununla birlikte dijital ortamların yaygınlaşması, ergenleri siber zorbalık gibi yeni psikososyal risklerle karşı karşıya bırakmaktadır. Siber zorbalık, elektronik iletişim araçlarının kullanılması yoluyla bir kişiye zarar verme amacı taşıyan saldırgan davranışlar olarak ele alınmaktadır (Smith et al., 2008).

Siber zorbalık mağduriyeti ergenler arasında yaygın ve önemli bir halk sağlığı sorunu olarak değerlendirilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü Avrupa Bölgesi'nin 44 ülke ve bölgeyi kapsayan 2021/2022 Health Behaviour in School-aged Children araştırmasında ergenlerin yaklaşık %15'inin siber zorbalığa maruz kaldığı, bu oranın 2018'e göre artış gösterdiği bildirilmiştir (World Health Organization Regional Office for Europe [WHO Europe], 2024). Türkiye'de çocuk ve gençlerle yürütülen çalışmaların sistematik derleme ve meta-analizi de siber zorbalık mağduriyetinin kaygı gibi olumsuz psikolojik sonuçlarla ilişkili olduğunu ve empati gibi bazı psikososyal özelliklerin koruyucu rol oynayabileceğini göstermektedir (Erbiçer et al., 2023).

Siber zorbalık mağduriyeti, çevrim içi içeriğin hızla yayılabilmesi, tekrar tekrar görüntülenebilmesi ve mağdurun zaman ve mekân sınırı olmaksızın olumsuz yaşantıya maruz kalabilmesi nedeniyle ergenlerin ruhsal sağlığını olumsuz etkileyebilmektedir. Nitekim 17 ülkeden 105.440 katılımcının yer aldığı 57 araştırmanın meta-analizinde siber zorbalık mağduriyeti ile depresyon arasında anlamlı pozitif ilişki olduğu gösterilmiştir (Hu et al., 2021). Bu nedenle siber zorbalık mağduriyetinin yalnızca dijital ortamda gerçekleşen bir akran sorunu olarak değil, ergenlerin psikolojik uyumunu etkileyebilen çok boyutlu bir risk olarak ele alınması önem taşımaktadır.

Bu noktada bilinçli farkındalık, ergenlerin zorlayıcı yaşantıları algılama ve bu yaşantılara verdikleri tepkileri düzenleme süreçleri açısından önemli bir psikolojik özellik olarak değerlendirilebilir. Bilinçli farkındalık, bireyin dikkatini içinde bulunduğu ana yöneltmesi ve mevcut deneyimlerini yargılamadan fark etmesi olarak tanımlanmaktadır (Kabat-Zinn, 2003). Brown ve Ryan (2003) ise bilinçli farkındalığı, bireyin mevcut yaşantısına ilişkin dikkat ve farkındalığını açık ve alıcı biçimde sürdürmesiyle ilişkili bir özellik olarak ele almaktadır. Bu özellik, bireyin düşünce ve duygularını daha erken fark etmesine ve otomatik tepkiler yerine daha

2. YÖNTEM

Araştırmanın Tipi

Bu araştırma, ergenlerde siber zorbalık mağduriyeti ile bilinçli farkındalık düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla tanımlayıcı, kesitsel ve ilişkisel tasarımda yürütülmüştür.

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, Batman ili ve ilçeleri sınırları içerisinde Ergenlik döneminde olan grup oluşturmuştur. Araştırmanın örneklemi, Epi Info™ (Version 7) programı kullanılarak hesaplanmıştır. En yüksek örneklem büyüklüğüne ulaşmayı sağlayan yaklaşım doğrultusunda beklenen prevalans %50, hata payı %5 ve güven düzeyi %95 olarak kabul edilmiş; bu varsayımlar altında gerekli minimum örneklem büyüklüğü 386 kişi olarak hesaplanmıştır (Charan & Biswas, 2013). Araştırmaya katılma koşullarını sağlayan ve gerekli onamları alınan 413 öğrenci araştırmaya dahil edilmiştir. Katılımcılar 12–18 yaş aralığında olup 6–12. sınıflarda öğrenim görmektedir. Yaş ortalaması 15,37±1,98 yıldır.

Veri Toplama Yöntem ve Araçları

Araştırma verileri anket yöntemiyle; Kişisel Bilgi Formu, Siber Mağduriyet Ölçeği ve Çocuk ve Ergen Bilinçli Farkındalık Ölçeği kullanılarak toplanmıştır.

Kişisel Bilgi Formu: Form; öğrencilerin yaşı, cinsiyeti, sınıf düzeyi, aile yapısı, anne ve baba eğitim düzeyi, günlük internet/sosyal medya kullanım süresi ve internete en sık bağlandıkları cihaz türüne ilişkin sekiz sorudan oluşmaktadır.

Siber Mağduriyet Ölçeği: Ölçek, 11–18 yaş grubundaki öğrencilerin siber mağduriyet deneyimlerini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş, 24 maddeden oluşan ve tek boyutlu bir ölçme aracıdır. Maddeler “Evet” ve “Hayır” şeklinde yanıtlanmakta; “Evet” yanıtına 2, “Hayır” yanıtına 1 puan siber mağduriyete işaret etmektedir. Ölçeğin belirlenmiş bir kesme puanı verilmektedir. Ters puanlanan madde bulunmamaktadır. Toplam puan 24–48 arasında değişmekte ve yüksek puanlar daha yüksek bulunmamaktadır. Bu araştırmada Cronbach alfa katsayısı 0,927 olarak hesaplanmıştır (Arıcak ve ark., 2012).

Çocuk ve Ergen Bilinçli Farkındalık Ölçeği: Ölçek, çocuk ve ergenlerin bilinçli farkındalık düzeylerini değerlendiren 10 maddelik bir ölçme aracıdır. Maddeler “Hiçbir zaman”, “Nadiren”, “Bazen”, “Sık sık” ve “Her zaman” şeklinde beş seçenekle yanıtlanmaktadır. Tüm maddeler ters puanlanarak toplanmakta ve toplam puan 0–40 arasında değişmektedir. Yüksek puanlar daha yüksek bilinçli farkındalık düzeyini göstermektedir. Bu araştırmada Cronbach alfa katsayısı 0,810 olarak bulunmuştur (Bilaç, 2024; Greco, 2011).

Verilerin Toplanması

Araştırma verileri, 17.09.2026-3.10.2026 arasında Batman ili ve ilçeleri içerisinde çevrim içi anket aracılığıyla toplanmıştır. Veri toplama öncesinde katılımcılara araştırmanın amacı, kapsamı ve gönüllülük esasları açıklanmıştır. Anketler ebeveynler aracılığı ve doğrudan çocuklara ulaşma yoluyla doldurulmuş ve yanıtlar analiz için elektronik ortama aktarılmıştır.

Anketlerin yaklaşık doldurulma süresi yaklaşık 3 dk. ve uygulama sırasında çocukların yanında ebeveynleri veya anket uygulaması sırasında yanında bulunan primer sorumluya onam alınarak, uygulamalar yapılmıştır.

Verilerin Değerlendirilmesi

SPSS veri dosyasındaki veriler Python ortamında analiz edilmiştir. Tamamen boş olan 100 kayıt analiz dışında bırakılmış ve 413 katılımcının verisi değerlendirilmiştir. Kategorik değişkenler sayı ve geçerli yüzde; sürekli değişkenler ortalama, standart sapma, medyan ve çeyrekler arası değerlerle özetlenmiştir. Ölçeklerin iç tutarlılığı Cronbach alfa katsayısıyla değerlendirilmiştir.

Siber mağduriyet puanlarının belirgin biçimde sağa çarpık olması ve en düşük puanda yığılma göstermesi nedeniyle, siber mağduriyet ile bilinçli farkındalık arasındaki ilişki Spearman korelasyon analizi ile incelenmiştir. Korelasyon katsayısının %95 güven aralığı, 5.000 yeniden örneklemeye dayalı bootstrap yöntemiyle hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

Bilinçli farkındalık ile siber mağduriyet arasında negatif ilişki bulundu. Bu ilişki yaş, cinsiyet, aile yapısı ve internet kullanım süresi birlikte değerlendirildiğinde de korundu. Kesitsel veriler nedensellik göstermez.

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

Özellik ve kategori	n / Değer	%
Yaş, ortalama ± SS (min–maks)	15,37 ± 1,98 (12–18)	—
Cinsiyet: Erkek	234	56,7
Kız	179	43,3
Sınıf: 6. sınıf	21	5,1
7. sınıf	29	7,0
8. sınıf	61	14,8
9. sınıf	41	10,0
10. sınıf	86	20,9
11. sınıf	58	14,1
12. sınıf	116	28,2
Aile yapısı: Anne ve baba birlikte	368	89,3
Anne ve baba ayrı veya boşanmış	16	3,9
Anne veya babadan biri vefat etmiş	28	6,8
Anne eğitimi: Okuryazar değil	73	17,7
İlkokul	104	25,2
Ortaokul	81	19,7
Lise	72	17,5
Üniversite ve üzeri	73	17,7
Bilmiyorum	9	2,2
Baba eğitimi: Okuryazar değil	15	3,6
İlkokul	75	18,2
Ortaokul	59	14,3
Lise	120	29,1
Üniversite ve üzeri	131	31,8
Bilmiyorum	12	2,9
Günlük internet veya sosyal medya: 1 saatten az	60	14,5
1–2 saat	158	38,3
3–4 saat	127	30,8
5–6 saat	38	9,2
6 saatten fazla	30	7,3
En sık kullanılan cihaz: Telefon	351	85,0
Tablet	42	10,2
Bilgisayar	15	3,6
Diğer	5	1,2

Not. Yüzdeler geçerli yanıtlar üzerinden hesaplandı. Sınıf, aile yapısı, anne ve baba eğitimi için n=412; diğer değişkenler için n=413. SS: standart sapma.

Tablo 2. Ölçek Puanları Güvenirlik ve Korelasyon

Ölçek	Ortalama ± SS	Medyan (Q1–Q3)	Min–maks	Cronbach α
Siber Mağduriyet Ölçeği	26,34 ± 4,30	24 (24–27)	24–48	0,927
Çocuk ve Ergen Bilinçli Farkındalık Ölçeği	25,05 ± 7,22	24 (20–30)	0–40	0,810

Spearman korelasyonu: ρ=-0,416; %95 bootstrap güven aralığı -0,496 ile -0,330; p<0,001; n=413. Güven aralığı 5.000 yeniden örnekleme ile hesaplandı.

(Not. Teorik puan aralıkları siber mağduriyet için 24–48, bilinçli farkındalık için 0–40'tır. Yüksek puanlar sırasıyla daha yüksek mağduriyet ve daha yüksek bilinçli farkındalığı gösterir. Q1–Q3: 25. ve 75. yüzdelikler)

Katılımcıların yaş ortalaması 15,37±1,98 yıl olup %56,7'si erkekti. Siber mağduriyet puan ortalaması 26,34±4,30, bilinçli farkındalık puan ortalaması 25,05±7,22 idi. Ölçeklerin Cronbach alfa katsayıları sırasıyla 0,927 ve 0,810 olarak hesaplandı. Siber mağduriyet puanı 238 katılımcıda (%57,6) ölçeğin en düşük değeri olan 24'tü.

Bilinçli farkındalık ile siber mağduriyet arasında negatif yönlü ilişki bulundu (Spearman ρ=−0,416; %95 GA: −0,496 ile −0,330; p<0,001). Bilinçli farkındalık puanı yükseldikçe siber mağduriyet puanı azalma eğilimindeydi. Çoklu doğrusal regresyonda yaş, cinsiyet, aile yapısı ve günlük internet/sosyal medya kullanım süresi kontrol edildiğinde bilinçli farkındalık puanı siber mağduriyetle negatif ilişkiliydi (B=−0,214; standartlaştırılmış β=−0,358; %95 GA: −0,279 ile −0,149; p<0,001). Model puanlardaki varyansın %19,8'ini açıkladı (düzeltilmiş R^2=0,180).

Günde 1 saatten az internet kullananlara göre 3–4 saat, 5–6 saat ve 6 saatten fazla kullananların düzeltilmiş mağduriyet puanları daha yüksekti. Yaş, cinsiyet ve aile yapısının ayrı katsayıları sağlam standart hatalarla istatistiksel olarak anlamlı değildi. İkincil karşılaştırmaların p değerlerine çoklu karşılaştırma düzeltmesi uygulanmadı; bu bulgular keşfedici olarak yorumlanmalıdır.

Tablo 3. Siber mağduriyet puanı için çoklu doğrusal regresyon

Değişken	B	SH (HC3)	%95 GA	p
Sabit	33,303	1,924	29,520; 37,086	<0,001
Bilinçli farkındalık puanı	-0,214	0,033	-0,279; -0,149	<0,001
Yaş	-0,162	0,104	-0,367; 0,043	0,122
Kız (referans erkek)	-0,771	0,421	-1,599; 0,057	0,068
Anne baba ayrı veya boşanmış[1]	1,510	1,779	-1,986; 5,007	0,396
Anne veya babadan biri vefat etmiş[1]	1,836	1,044	-0,217; 3,890	0,079
İnternet 1–2 saat[2]	0,516	0,472	-0,412; 1,444	0,275
İnternet 3–4 saat[2]	1,546	0,598	0,371; 2,722	0,010
İnternet 5–6 saat[2]	1,910	0,936	0,070; 3,750	0,042
İnternet 6 saatten fazla[2]	2,452	1,110	0,270; 4,634	0,028

n=412; R^2=0,198; düzeltilmiş R^2=0,180; HC3 sağlam genel model testi F(9,402)=7,346; p<0,001. Bilinçli farkındalık için standartlaştırılmış β=−0,358.

[1] Referans: anne ve baba birlikte yaşıyor. [2] Referans: günde 1 saatten az. B: standartlaştırılmamış regresyon katsayısı; SH: sağlam standart hata; GA: güven aralığı. Kategorik değişkenler gösterge değişkenleriyle modele alındı. Modeldeki tüm değişkenler aynı anda dahil edildi; anlamlılık sonucuna göre değişken seçimi yapılmadı.

Modelin değerlendirilmesi

Siber mağduriyet puanı sağa çarpıktı (çarpıklık=2,370); model artıklarında da sağa çarpıklık vardı (1,780). Breusch–Pagan testi değişen varyansa işaret etti (p<0,001). Bu nedenle tabloda klasik standart hatalar yerine HC3 sağlam standart hatalar kullanıldı. VIF değerleri 1,016–2,277 arasında olup belirgin çoklu bağlantı görülmedi. Bilinçli farkındalığın karesel terimi için p=0,053 bulundu; bu test doğrusallığın kesin olarak sağlandığını göstermez.

Taban yığılması nedeniyle doğrusal modelin sınırlılığı vardır: 50 katılımcının tahmin edilen puanı teorik minimumun altında kaldı. HC3 yöntemi bu sorunu veya model biçimini düzeltmez. Bu nedenle doğrusal regresyon katsayıları koşullu ortalama ilişkileri olarak yorumlanmalı; bireysel puan tahmini amacıyla kullanılmamalıdır.

İstatistiksel analiz yöntemi

Veriler Python ortamında SPSS veri dosyasından okunarak analiz edildi. Tamamen boş 100 kayıt ve tamamen boş üç sütun analiz dışında bırakıldı. Demografik değişkenler sayı ve geçerli yüzdeyle, sürekli değişkenler ortalama, standart sapma ve uygun olduğunda medyan ve çeyreklerle özetlendi. Ölçeklerin iç tutarlılığı Cronbach alfa katsayısıyla değerlendirildi.

Siber Mağduriyet Ölçeği'nde dosyadaki 1=Evet ve 2=Hayır değerleri, 3−madde değeri dönüşümüyle puanlandı; 24 madde toplandı. Bilinçli farkındalık maddelerinin dosyadaki 1–5 değerleri, 5−madde değeri dönüşümüyle 0–

4 aralığında ters puanlandı ve 10 madde toplandı. Kullanıcı tarafından doğrulanan 8. mağduriyet maddesi "İnternette beni tehdit ettiler" olarak kabul edildi; 7. ve 8. maddeler ayrı maddeler olarak korundu. Ham veri dosyası değiştirilmedi.

Mağduriyet puanında belirgin çarpıklık ve taban yığılması nedeniyle ölçekler arasındaki ilişki Spearman korelasyonu ile incelendi. %95 güven aralığı 5.000 katılımcı düzeyinde bootstrap örneklemi üzerinden yüzdelik yöntemle hesaplandı. Çoklu doğrusal regresyonda bağımlı değişken siber mağduriyet puanı; temel açıklayıcı değişken bilinçli farkındalık puanıydı. Yaş, cinsiyet, aile yapısı ve internet/sosyal medya kullanım süresi temel düzeltme değişkenleri olarak aynı anda modele alındı.

Ek kontrol sonuçları ve yorum sınırları

Anne/baba eğitimi ve cihaz türünün de dahil edildiği genişletilmiş modelde bilinçli farkındalık katsayısı B=−0,221 (%95 GA: −0,286 ile −0,157; p<0,001) idi. Cook uzaklığı 4/n eşiğini aşan 28 gözlem çıkarılarak yapılan kontrol analizinde ilişki korundu (B=−0,150; p<0,001); ana analizde bu gözlemler çıkarılmadı. Pearson korelasyonu da aynı yöndeydi (r=−0,389; p<0,001).

Okul veya sınıf küme kimliği dosyada bulunmadığından küme içi bağımlılık değerlendirilemedi. Öğrenciler aynı okul veya şubelerden toplandıysa, okul/şube bilgisiyle küme için düzeltilmiş analiz yapılması gerekir. HC3 bu bağımlılığı düzeltmez. Bildirilen sonuçlar katılımcıların bağımsız gözlemler olduğu varsayımına dayanır.

4. TARTIŞMA

Bu araştırmada ergenlerin bilinçli farkındalık düzeyleri ile siber mağduriyet puanları arasında negatif yönlü, orta büyüklükte bir ilişki bulunmuştur (ρ=−0,416; p<0,001). Yaş, cinsiyet, aile yapısı ve internet kullanım süresi kontrol edildiğinde de ilişkinin korunması, bilinçli farkındalığın siber mağduriyetle ilişkili bir psikolojik özellik olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, Royuela-Colomer ve arkadaşlarının (2018) ergenlerle yürüttükleri boylamsal araştırmayla uyumludur. Söz konusu çalışmada bilinçli farkındalık, zaman içerisinde daha düşük siber mağduriyetle ilişkili bulunmuş; farkındalığı yüksek ergenlerde mağduriyetin devamlılığının daha düşük olduğu bildirilmiştir (Royuela-Colomer vd., 2018).

Bilinçli farkındalığın zorlayıcı düşünce ve duygularla baş etme süreçleriyle bağlantısı, gözlenen ilişki için olası bir açıklamadır. Bununla birlikte mağduriyet deneyimlerinin bilinçli farkındalık düzeyini olumsuz etkilemesi de mümkündür. Liu ve arkadaşlarının (2021) boylamsal çalışmasında, bilinçli farkındalık ve depresyonun siber mağduriyet ile problemli internet kullanımı arasındaki ilişkide aracılık rolü göstermesi, bu değişkenlerin birlikte değerlendirilmesinin önemini desteklemektedir. Mevcut araştırmada duygu düzenleme veya depresyon ölçülmediğinden, bu mekanizmalar doğrudan açıklanamamaktadır (Liu vd., 2021).

Araştırmada günde bir saatten az internet kullananlara kıyasla üç saat ve üzerindeki kullanım kategorilerinde daha yüksek düzeltilmiş mağduriyet puanları bulunmuştur. Bu sonuç, sık internet kullanımı ile siber mağduriyet arasındaki ilişkiyi bildiren kapsamlı derleme bulgularıyla örtüşmektedir (Kasturiratna et al., 2025). Çevrim içi ortamlarda daha uzun süre bulunmak, olumsuz etkileşimlerle karşılaşma olasılığını artırabilir; ancak bu, mevcut çalışmada sınanmamış bir açıklamadır. Kullanım süresinin yanında dijital davranışlar, sosyal destek ve çevrim içi güvenlik uygulamaları da dikkate alınmalıdır. Ayrıca kullanım kategorilerine ilişkin karşılaştırmalar, çoklu karşılaştırma düzeltmesi uygulanmadığından keşfedici niteliktedir (Kasturiratna et al., 2025).

Yaş, cinsiyet ve aile yapısına ilişkin katsayıların anlamlı bulunmaması, bu özelliklerin siber mağduriyet açısından önemsiz olduğu şeklinde yorumlanmamalıdır. Özellikle aile yapısındaki küçük gruplar, tahminlerin kesinliğini sınırlandırmış olabilir. Ayrıca aile yapısı, ebeveyn desteği veya aile içi iletişimin niteliğini doğrudan göstermemektedir. Literatürde destekleyici olmayan ebeveyn ilişkilerinin ve olumsuz okul ortamlarının siber mağduriyetle ilişkili bulunması, gelecekte bu özelliklerin daha ayrıntılı ölçülmesi gerektiğine işaret etmektedir (Kasturiratna et al., 2025).

5. SONUÇ

Bu araştırma, Batman ilindeki 12–18 yaş ergenlerde bilinçli farkındalık düzeyinin siber mağduriyet puanlarıyla anlamlı biçimde negatif ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Yaş, cinsiyet, aile yapısı ve günlük internet kullanım süresi kontrol edildiğinde dahi bu ilişkinin korunması, bilinçli farkındalığın dijital ortamdaki olumsuz deneyimlerle başa çıkma sürecinde belirleyici bir psikolojik özellik olabileceğine işaret etmektedir. Öte yandan günde üç saat ve üzerindeki internet kullanımının daha yüksek mağduriyet puanlarıyla ilişkilendirilmesi, dijital okuryazarlık ve çevrim içi güvenlik becerilerinin de göz ardı edilemeyeceğini göstermektedir. Kesitsel tasarım nedeniyle nedensellik çıkarımı yapılamaması, bu ilişkinin boylamsal ve deneysel yöntemlerle sınanması gerekliliğini doğurmaktadır. Bulguların bütünü değerlendirildiğinde, bilinçli farkındalık temelli yaklaşımların okul ortamlarında dijital güvenlik ve yardım arama becerileriyle bütünleştirilerek uygulamaya konulması; bu tür müdahalelerin etkinliğinin kontrollü araştırmalarla kanıtlanması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Arıcak, O. T., Tanrıkulu, T., & Kinay, H. (2012). Siber mağduriyet ölçeği'nin ilk psikometrik bulguları. Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi, 11, 1-6.

Bilaç, Ö., Dikeç, G., Akyol, C. K., Kale, M. K., Sapmaz, Ş. Y., Kandemir, H., & Aydemir, Ö. (2024). Çocuk ve Ergen Bilinçli Farkındalık Ölçeği Türkçe Geçerlilik ve Güvenilirlik Çalışması. *Turk J Child Adolesc Ment Health*, *31*(1), 91-5.

Brown, K. W., & Ryan, R. M. (2003). The benefits of being present: Mindfulness and its role in psychological well-being. Journal of Personality and Social Psychology, 84(4), 822-848. https://doi.org/10.1037/0022-3514.84.4.822

Charan, J., & Biswas, T. (2013). How to calculate sample size for different study designs in medical research? *Indian Journal of Psychological Medicine, 35*(2), 121–126. https://doi.org/10.4103/0253-7176.116232

Erbiçer, E. S., Ceylan, V., Yalçın, M. H., Erbiçer, S., Akın, E., Koçtürk, N., & Doğan, T. (2023). Cyberbullying among children and youth in Türkiye: A systematic review and meta-analysis. Journal of Pediatric Nursing, 73, 184-195. https://doi.org/10.1016/j.pedn.2023.09.003

Greco, L. A., Baer, R. A., & Smith, G. T. (2011). Assessing mindfulness in children and adolescents: Development and validation of the Child and Adolescent Mindfulness Measure (CAMM). *Psychological Assessment*, *23*(3), 606–614. https://doi.org/10.1037/a0022819

Hu, Y., Bai, Y., Pan, Y., & Li, S. (2021). Cyberbullying victimization and depression among adolescents: A meta-analysis. Psychiatry Research, 305, 114198. https://doi.org/10.1016/j.psychres.2021.114198

Kabat-Zinn, J. (2003). Mindfulness-based interventions in context: Past, present, and future. Clinical Psychology: Science and Practice, 10(2), 144-156. https://doi.org/10.1093/clipsy.bpg016

Kasturiratna, K. T. A. S., Hartanto, A., Chen, C. H. Y., Tong, E. M. W., & Majeed, N. M. (2025). Umbrella review of meta-analyses on the risk factors, protective factors, consequences and interventions of cyberbullying victimization. *Nature Human Behaviour, 9*, 101–132. https://doi.org/10.1038/s41562-024-02011-6

Liu, C., Liu, Z., & Yuan, G. (2021). Cyberbullying victimization and problematic Internet use among Chinese adolescents: Longitudinal mediation through mindfulness and depression. Journal of Health Psychology, 26(14), 2822-2831. https://doi.org/10.1177/1359105320934158

Royuela-Colomer, E., Calvete, E., Gámez-Guadix, M., & Orue, I. (2018). The protective role of dispositional mindfulness against the perpetuation of cyberbullying victimization and perpetration among adolescents. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 21(11), 703-710. https://doi.org/10.1089/cyber.2017.0685

Smith, P. K., Mahdavi, J., Carvalho, M., Fisher, S., Russell, S., & Tippett, N. (2008). Cyberbullying: Its nature and impact in secondary school pupils. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 49(4), 376-385. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2007.01846.x

World Health Organization Regional Office for Europe. (2024). A focus on adolescent peer violence and bullying in Europe, central Asia and Canada: Health Behaviour in School-aged Children international report from the 2021/2022 survey. Volume 2. World Health Organization Regional Office for Europe.

KUŞAK HAKLARININ EKOLOJİK SOSYAL HİZMET PERSPEKTİFİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi, Hüseyin Zahid KARA (Birinci yazar)[1]

[1] Sakarya Üniversitesi, Sosyal Hizmet Bölümü, zkara@sakarya.edu.tr, 0000-0003-4503-2703

Özet

İnsan haklarının gelişimi, farklı dönemlerde ortaya çıkan toplumsal ihtiyaçlar ve değişen riskler doğrultusunda kuşaklar yaklaşımı üzerinden açıklanmaktadır. Birinci kuşak haklar sivil ve siyasal hakları, ikinci kuşak haklar ekonomik, sosyal ve kültürel hakları, üçüncü kuşak haklar ise dayanışma ve kolektif sorumluluk anlayışını öne çıkarmaktadır. Çevre hakkı, barış hakkı ve kalkınma hakkı bu çerçevede üçüncü kuşak haklarla yakından ilişkilidir. Dördüncü kuşak haklara ilişkin tartışmalar ise insan haklarının yeni riskler, ekolojik sorumluluk ve gelecek kuşakların korunması gibi alanlara doğru genişlediğini göstermektedir. Bu yönelim sosyal hizmet disiplininin küresel gündemi ve son yıllarda öne çıkan temalarıyla da örtüşmektedir. Sosyal hizmetin sürdürülebilirlik, ortak gelecek, dayanışma ve çevresel adalet gibi konulara artan biçimde yer vermesi, insan hakları anlayışının daha kolektif ve kuşaklararası bir düzlemde ele alınmasına zemin hazırlamaktadır. Bu değişim, sosyal hizmetin yalnızca mevcut toplumsal sorunlara müdahale eden bir meslek değil, gelecekte ortaya çıkabilecek sosyal ve çevresel risklere karşı da sorumluluk üstlenen bir disiplin olarak değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır. Bu noktada nesillerarası dayanışma, bugünün ihtiyaçları ile gelecek kuşakların hak ve refahını birlikte düşünmeyi sağlayan önemli bir kavramsal bağlantı sunmaktadır. Bu derleme çalışmanın amacı, üçüncü ve dördüncü kuşak hakların ekolojik sosyal hizmet açısından taşıdığı anlamı nesillerarası dayanışma temelinde değerlendirmektir. Bu kapsamda sosyal hizmetin küresel gündemi ve yıllık temaları da incelenerek çevresel adalet, kuşaklararası adalet, gelecek kuşakların hakları ve ekolojik sorumluluk arasındaki ilişki tartışılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Ekolojik sosyal hizmet, insan hakları, kuşak haklar.

EVALUATING GENERATIONAL RIGHTS FROM AN ECOLOGICAL SOCIAL WORK PERSPECTIVE

Abstract

The development of human rights has often been explained through a generational approach shaped by changing social needs and emerging risks. First-generation rights emphasize civil and political rights, second-generation rights focus on economic, social, and cultural rights, while third-generation rights highlight solidarity and collective responsibility. Within this framework, the rights to a healthy environment, peace, and development are closely associated with third-generation rights. Debates on fourth-generation rights, meanwhile, indicate that human rights are expanding toward areas such as emerging risks, ecological responsibility, and the protection of future generations. This orientation also overlaps with the global agenda of social work and the themes that have gained prominence in recent years. Social work's increasing emphasis on sustainability, a shared future, solidarity, and environmental justice creates a basis for considering human rights in a more collective and intergenerational framework. This shift also makes it possible to view social work not only as a profession responding to current social problems, but also as a discipline that assumes responsibility for future social and environmental risks. In this context, intergenerational solidarity provides an important conceptual link for considering the needs of present generations together with the rights and well-being of future generations. This review aims to evaluate the significance of third- and fourth-generation rights for ecological social work on the basis of intergenerational solidarity. In this regard, the global agenda and annual themes of social work are also examined, and the relationships among environmental justice, intergenerational justice, the rights of future generations, and ecological responsibility are discussed.

Keywords: Ecological social work, human rights, generational rights.

İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNDE "HAYAT BİLGİSİ" DERSİNİN ÖĞRETİMİNDE VİRTÜEL LABORATUVAR VE SANAL GEZİLERİN BİLİŞSEL VE DUYUŞSAL GELİŞİME ETKİSİ

Dr. Tarana AKBARİ

Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi (ADPU), Şamahı Şubesi

Sosyal ve Özel Disiplinler Bölümü

Biyoloji alanında Felsefe Doktoru, Doktor Öğretim Üyesi

E-posta: akbarietmp@gmail.com

Özet

Bu çalışma, ilkokul çağındaki (6–10 yaş) öğrencilerin "Hayat Bilgisi" dersi kapsamında çevre, doğa, bilim ve sağlık konularını öğrenmelerinde dijital simülasyonlar, virtüel laboratuvarlar ve sanal gezilerin (*virtual field trips*) öğrencilerin bilişsel şemalarının yapılandırılmasına ve duyusal-duyuşsal tutumlarının gelişimine etkisini incelemektedir. Dijital pedagojinin ilköğretim düzeyine entegrasyonu, somut işlemler döneminde bulunan çocukların soyut doğa olaylarını (örneğin fotosentez, su döngüsü, mikroorganizmalar dünyası ve gezegen hareketleri) görselleştirerek kavramasını kolaylaştırmaktadır. Araştırma kapsamında; Jean Piaget'nin Bilişsel Gelişim Kuramı, Richard Mayer'in "Çoklu Ortamla Öğrenme Kuramı" (*Cognitive Theory of Multimedia Learning*), Lev Vygotsky'nin "Yakınsal Gelişim Alanı" (*Zone of Proximal Development - ZPD*) teorisi ile pediyatrik dijital hijyen ve ilkokul pedagojisi literatürü analitik bir çerçevede sentezlenmiştir. Araştırmada elde edilen teorik ve ampirik bulgular, bilgisayar ve tablet tabanlı etkileşimli sanal ortamların, prefrontal korteksteki görsel-uzamsal çalışma belleğini (*visuospatial sketchpad*) aktif tutarak anlamlı öğrenmeyi desteklediğini ve bilimsel merakı artırdığını göstermektedir. Ancak uzun süreli ekran maruziyetinin çocuk sinir sisteminde uyarılma/tormozlanma dengesini bozması ve oküler-fiziksel yorgunluğa yol açması riskine karşı, derslerde "dijital-hijyenik dengeleme" modelinin uygulanması gerekliliği ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Hayat bilgisi, virtüel laboratuvar, sanal gezi, çoklu ortamla öğrenme, bilişsel gelişim, dijital hijyen.

THE IMPACT OF VIRTUAL LABORATORIES AND VIRTUAL FIELD TRIPS ON COGNITIVE AND AFFECTIVE DEVELOPMENT IN PRIMARY SCHOOL "LIFE KNOWLEDGE" EDUCATION

Tarana AKBARI

Azerbaijan State Pedagogical University (ASPU), Shamakhi Branch

PhD in Biology, Senior Lecturer

Email: akbarietmp@gmail.com

ORCID: 0000-0001-9293-4561

Abstract

This study investigates the impact of digital simulations, virtual laboratories, and virtual field trips on the construction of cognitive schemas and affective attitudes in primary school students (aged 6–10) within the framework of the "Life Knowledge" (*Həyat bilgisi*) curriculum, focusing on topics such as environment, nature, science, and health. The integration of digital pedagogy into primary education facilitates the comprehension of abstract natural phenomena (e.g., photosynthesis, the water cycle, the microscopic world, and planetary motion) for children currently in the concrete operational stage. Within the scope of this research, Jean Piaget's Cognitive Development Theory, Richard Mayer's Cognitive Theory of Multimedia Learning, Lev Vygotsky's Zone of Proximal Development (ZPD), alongside international literature on pediatric digital hygiene and primary pedagogy, are synthesized into an analytical framework. The theoretical and empirical findings indicate that interactive computer and tablet-based virtual environments stimulate the visuospatial sketchpad within the prefrontal cortex, thereby reinforcing meaningful learning and scientific curiosity. However, to mitigate the risks of prolonged screen exposure disrupting the excitation/inhibition balance in the pediatric central nervous system and causing ocular-physical fatigue, a "digital-hygienic balancing" model is proposed for classroom instruction.

Keywords: Life knowledge, virtual laboratory, virtual field trip, multimedia learning, cognitive development, digital hygiene.

1. GİRİŞ

21. yüzyıl eğitim sisteminde bilgiye erişim kanallarının dijitalleşmesi, ilköğretim müfredatlarının ve öğretim yöntemlerinin yeniden yapılandırılmasını zorunlu kılmaktadır. İlkokul düzeyinde disiplinlerarası bir nitelik taşıyan "Hayat Bilgisi" dersi; fen bilimleri, sosyal bilgiler, ekoloji, insan anatomisi ve sağlık hijyeni alanlarını kapsayan temel bir öğretim alanıdır. Bu dersin temel amacı, çocuğa yaşadığı doğal ve sosyal çevreyi tanıtmak, bilimsel sorgulama becerisi kazandırmak ve doğaya karşı duyarlı tutumlar geliştirmektir.

Ancak Jean Piaget'nin zihinsel gelişim evreleri dikkate alındığında, 6–10 yaş grubundaki ilkokul öğrencileri "somut işlemler dönemi" (*concrete operational stage*) içerisindedir. Bu evredeki çocuklar, gözle görünmeyen, mikroskobik veya küresel ölçekli soyut kavramları (örneğin hücresel solunum, ekolojik döngüler, mikrobiyolojik yapı ve uzay sistemleri) yalnızca sözel ve metinsel anlatımlarla kavramakta zorlanırlar. Geleneksel sınıf ortamında bu soyut kavramların öğretimi sıklıkla ezberci bir yaklaşımla sınırlı kalmakta ve öğrenme kalıcılığı düşük seviyede gerçekleşmektedir.

Virtüel laboratuvarlar (*virtual labs*) ve sanal geziler (*virtual field trips - VFT*), soyut fen ve doğa kavramlarını somutlaştırarak öğrenciye interaktif ve simüle edilmiş bir deneyim alanı sunar. Öğrenciler sanal geziler aracılığıyla dünyanın farklı ekosistemlerini, müzelerini, milli parklarını ve uzay gözlemevlerini sınıf dışına çıkmadan keşfetme imkânı bulurken; virtüel laboratuvarlarda tehlikesiz ve düşük maliyetli deneyler gerçekleştirebilirler. Bu teknolojilerin ilkokul seviyesinde uygulanması, bir yandan bilişsel şemaların zenginleşmesine katkı sağlarken, diğer yandan çocuk fizyolojisi ve sinir sistemi üzerinde aşırı uyarılma (*overstimulation*) ve ekran yorgunluğu gibi riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu çalışmanın amacı, Hayat Bilgisi dersinde virtüel laboratuvar ve sanal gezilerin bilişsel ve duyusal gelişime etkisini nöro-pedagojik kuramlar ve okul hijyeni ilkeleri ışığında incelemektir.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Sanal öğrenme ortamlarının ilkokul çağındaki bilişsel ve duyusal süreçlere etkisi multi-disipliner teorik modellerle açıklanmaktadır.

Richard Mayer'in "Çoklu Ortamla Öğrenme Kuramı" (Cognitive Theory of Multimedia Learning)

Mayer (2014), insan beyninin bilgiyi iki ayrı kanalla (görsel ve işitsel) işlediğini ve her bir kanalın sınırlı bir işleme kapasitesine sahip olduğunu belirtir. Çoklu ortam ortamlarında sunulan görsel simülasyonlar ile anlatıcı sesinin eşzamanlı ve uyumlu kullanımı, prefrontal korteksteki çalışma belleği (*working memory*) üzerindeki gereksiz dışsal bilişsel yükü (*extraneous cognitive load*) azaltır. Bu durum, özlü öğrenme (*germane cognitive load*) süreçlerini destekleyerek kalıcı şema oluşumunu hızlandırır.

Jean Piaget ve Lev Vygotsky'nin Bilişsel ve Sosyal Gelişim Modelleri

Piagetyen yaklaşıma göre somut işlemler dönemindeki çocuk için somut yaşantı esastır. Virtüel simülasyonlar, çocuğun dijital nesneleri manipüle etmesine olanak tanıyarak zihinsel özümleme (*assimilation*) ve uyum kurma (*accommodation*) mekanizmalarını harekete geçirir. Vygotsky'nin "Yakınsal Gelişim Alanı" (ZPD) kuramına göre ise, öğretmen rehberliğinde gerçekleştirilen sanal geziler, çocuğun mevcut gelişimsel düzeyinden ulaşabileceği potansiyel düzeye geçişte güçlü bir dijital iskele (*scaffolding*) görevi görür.

B. Tay ve Pediyatrik Ekran Hijyeni Çerçevesi (AAP, Stiglic & Viner)

İlkokul çağındaki çocukların Hayat Bilgisi öğretiminde doğa incelemeleri ve sosyal çevre etkileşimleri esastır (Tay, 2017). Bununla birlikte, American Academy of Pediatrics (2016) ve Stiglic ile Viner (2019) tarafından ortaya konan pediyatrik hijyen bulguları, ilkokul çağındaki çocukların göz-kas koordinasyonu, merkezi sinir sistemi uyarılabilirliği ve ekran karşısındaki fizyolojik sınırlarını belirlemektedir. Bu çalışmalara göre, dijital teknolojilerin eğitimde kullanımı, çocuğun nöro-fizyolojik olgunlaşma aşamaları ve ekran süresi sınırlamaları ile kesin biçimde dengelenmelidir.

2. YÖNTEM

Bu araştırma, ilkokul Hayat Bilgisi dersinde virtüel laboratuvar ve sanal gezilerin bilişsel, duyusal ve fizyolojik etkilerini inceleyen nitel bir derleme ve kuramsal modelleme çalışmasıdır.

Araştırmanın veri altyapısı, uluslararası indeksli dergilerde (Web of Science, Scopus, ERIC) yayımlanan eğitim teknolojileri, bilişsel psikoloji ve gelişimsel nörobiyoloji literatürü (Mayer, 2014; Merchant et al., 2014; Makransky et al., 2019) ile pediyatrik hijyen ve ilkokul pedagojisi standartlarının (American Academy of Pediatrics, 2016; Stiglic & Viner, 2019; Tay, 2017) nitel içerik analizi ve analitik sentezi ile yapılandırılmıştır.

3. BULGULAR

İncelemeler ve kuramsal sentez sonucunda, virtüel laboratuvar ve sanal gezilerin ilkokul öğrencilerinin gelişim alanları üzerindeki etkileri üç temel boyutta belirlenmiştir:

3.1. Bilişsel Gelişim ve Görsel-Uzamsal Şema Yapılandırması

Sanal simülasyonlar, mikro ve makro düzeydeki doğa olaylarını görünür ve deneyimlenebilir kılar. Sanal bir ekosistem gezisinde öğrenciler, biyolojik çeşitliliği ve canlıların adaptasyon mekanizmalarını 3D boyutlu olarak gözlemlerler. Mayer'in (2014) ilkelerine uygun tasarlanmış etkileşimli yazılımlar, soyut fen kavramlarının zihinsel modellere dönüştürülmesini sağlar. Virtüel ortamda yapılan denemeler, öğrencilerin sebep-sonuç ilişkisi kurma ve hipotetik düşünme becerilerini geliştirir.

3.2. Duyuşsal Gelişim, Motivasyon ve Ekolojik Farkındalık

Virtüel geziler ve interaktif simülasyonlar, çocuklarda "var bulunma hissi" (*sense of presence*) yaratarak içsel motivasyonu artırır. Gerçek hayatta ulaşılması imkânsız olan doğa koruma alanlarına veya kutup bölgelerine yapılan sanal seyahatler, öğrencilerde çevre bilinci, empati ve bilimsel merak duygusunu güçlendirir. İlkokul öğrencilerinin oyunlaştırılmış dijital görevler karşısında derslere katılım arzularının belirgin şekilde yükseldiği saptanmıştır.

3.3. Nöro-Fizyolojik Riskler ve Okul Hijyeni Parametreleri

Sanal ortamların pedagojik faydalarına karşın, Stiglic ve Viner'ın (2019) ile AAP (2016) pediyatrik fizyoloji bulguları, 6–10 yaş grubunda sürekli ekran maruziyetinin merkezi sinir sisteminde uyarılma (*excitation*) süreçlerini aşırı tetiklediğini ve göz akomodasyon kaslarında spazmlara yol açtığını göstermektedir. Prefrontal korteksi henüz tam miyelinleşmemiş olan çocuklarda aşırı uyarılma, bilişsel doygunluk (*cognitive overload*) ve aşırı uyarılmışlık sonrası dikkat kaybı ile sonuçlanmaktadır.

3.1. Bulgulara Ait Alt Başlık: Öğretim Yöntemlerinin Bilişsel ve Nöro-Hijyenik Karşılaştırması

Farklı Hayat Bilgisi öğretim yöntemlerinin bilişsel işleme ve fizyolojik parametreler açısından karşılaştırması Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Geleneksel, doğrudan saha gezisi ve virtüel öğretim yöntemlerinin karşılaştırmalı analizi

Öğretim Parametresi	**Geleneksel Sözel Öğretim**	**Doğrudan Saha Gezisi**	**Virtüel Laboratuvar ve Sanal Gezi**
Somutlaştırma Düzeyi	Düşük (Soyut anlatım, metin)	Çok Yüksek (Doğrudan temas)	Yüksek (Dijital simülasyon, 3D)
Bilişsel Yük (*Cognitive Load*)	Yüksek (Zihinsel canlandırma zorluğu)	Dengeli (Gerçek çevre karmaşası olabilir)	İdeal (Doğru tasarlandığında düşük dışsal yük)
Ulaşılabilirlik ve Güvenlik	Yüksek erişim / Tam güvenlik	Düşük erişim / Yüksek lojistik risk	Tam erişim / Sıfır fiziksel tehlike
Nöro-Hijyenik Risk	Düşük (Kortikal sıkıntı/sıkılma)	Yüksek fiziksel yorulma	Ekran yorgunluğu ve aşırı uyarılma riski
Önerilen Süre/Entegrasyon	10–15 dakika sözel sunum	Dönemlik 1–2 uygulama	Ders içi 10–12 dakikalık mikro-seanslar

Şekil 1. Virtüel ortamların pedagojik etkileşim ve dijital hijyen dengesi modeli.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

İlkokul "Hayat Bilgisi" dersinde virtüel laboratuvar ve sanal gezilerin kullanımı, somut işlemler döneminde bulunan çocukların bilişsel şemalarının niteliksel olarak gelişmesine ve doğaya karşı olumlu duyuşsal tutumlar kazanmalarına yüksek düzeyde katkı sağlamaktadır. Richard Mayer'in Çoklu Ortamla Öğrenme Kuramı ilkeleri doğrultusunda tasarlanan dijital içerikler, soyut doğa ve fen kavramlarını somutlaştırarak anlamlı öğrenmeyi kolaylaştırmakta ve prefrontal çalışma belleğinin verimliliğini artırmaktadır.

Ancak, pediyatrik ekran hijyeni (AAP, 2016; Stiglic & Viner, 2019) ve ilkokul ders metodolojisi ilkeleri ışığında, dijital teknolojilerin kontrolsüz kullanımının ilkokul çağındaki çocukların sinir sisteminde uyarılma/tormozlanma dengesini bozabileceği, göz akomodasyon spazmına ve dikkat dağınıklığına yol açabileceği sonucuna varılmıştır. Eğitimde teknoloji kullanımı tek başına bir hedef değil, pedagojik ve nöro-fizyolojik sınırlılıklarla uyumlu bir araç olmalıdır.

Bu doğrultuda geliştirilen pedagojik ve hijyenik öneriler şunlardır:

1. **Dijital Seans Sınırlaması (10–12 Dakika Kuralı):** İlkokul Hayat Bilgisi dersinde virtüel geziler veya simülasyon uygulamaları kesintisiz olarak 10–12 dakikayı geçmemelidir. Dijital etkileşimin ardından mutlaka sözel ve kinestetik değerlendirme aşamasına geçilmelidir.

2. **Görsel Hijyen ve 20-20-20 Egzersizi:** Sanal gezi seanslarının ardından çocukların göz kaslarının dinlenmesi için 20 saniye boyunca en az 20 m uzaktaki bir noktaya bakmaları sağlanmalı, göz akomodasyon spazmı engellenmelidir.
3. **Karma Öğretim (*Blended Learning*) Modeli:** Virtüel laboratuvarlar gerçek doğa incelemelerinin ve somut materyal kullanımının yerine geçmemeli; gerçek saha gezilerini destekleyici veya ön hazırlık yapıcı bir dijital köprü olarak kurgulanmalıdır.
4. **Pedagojik Filtreleme:** Kullanılacak sanal gezi ve yazılımların gereksiz ses, animasyon ve karmaşık arayüzlerden arındırılmış olması, Mayer'in tutarlılık (*coherence*) ilkesi gereği bilişsel aşırı yüklemeyi önlemek açısından kritiktir.

5. KAYNAKLAR

- American Academy of Pediatrics. (2016). Media and young minds. *Pediatrics*, 138(5), e20162591. https://doi.org/10.1542/peds.2016-2591
- Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*, 60, 225-236. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007
- Mayer, R. E. (Ed.). (2014). *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. Orion Press.
- Stiglic, N., & Viner, R. M. (2019). Effects of screen time on the health and well-being of children and adolescents: A systematic review of reviews. *BMJ Open*, 9(1), e023191. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023191
- Tay, B. (Ed.). (2017). *Hayat bilgisi öğretimi*. Pegem Akademi. https://doi.org/10.14527/9786053188445
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

DEĞERLERİN ESTETİK VE EDEBÎ TEMSİLİ: 2024 İLKÖĞRETİM DKAB ÖĞRETİM PROGRAMININ 4-8. SINIFLAR DÜZEYİNDE İNCELENMESİ

Muhammet Mustafa ÖZDERE (Birinci yazar)[1] / Doç. Dr., Murat KOBYA (İkinci yazar)[2] / Doç. Dr., Seyyid SANCAK (Üçüncü yazar)[3]

[1]BAİBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Din Bilimleri, ozderemuhammet123@gmail.com, 0009-0001-3151-3728

[2]BAİBÜ İlahiyat Fakültesi, Din Sosyolojisi, muratkobya@ibu.edu.tr, 0000-0002-3221-1430

[3]BAİBÜ İlahiyat Fakültesi, Din Eğitimi, seyyidsancak@ibu.edu.tr, 0000-0003-0206-0237

Özet

Bu çalışma, 2024 İlköğretim Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi (DKAB) Öğretim Programı'nda değerlerin hangi anlatım biçimleriyle temsil edildiğini 4-8. sınıflar düzeyinde incelemektedir. Araştırmanın temel problemi, programda değerlerin yalnızca bilişsel ve davranışsal hedefler çerçevesinde mi sunulduğu, yoksa şiir, edebî anlatım ve estetik unsurlar aracılığıyla anlamlandırılabilecek bir öğrenme deneyimi olarak da yapılandırılıp yapılandırılmadığıdır. Nitel doküman incelemesi olarak tasarlanan çalışmada programın 25 ünitesi dört tema çerçevesinde çözümlenmiştir: değerlerin temsili, edebî anlatım, estetik boyut ve öğrencinin konumu. Bulgulara göre değerler, Erdem-Değer-Eylem çerçevesinde kodlanmış yirmi değer üzerinden öğrenme çıktılarına ve öğrenme-öğretme yaşantılarına gömülü biçimde temsil edilmektedir. Estetik hem müstakil bir değer (D7) hem de amaçlar düzeyinde bir duyarlılık olarak tanınmakta, edebî türler ise çoğunlukla seçimlik yöntem önerileri düzeyinde kalmaktadır. D7, 25 ünite künyesinin yalnızca ikisinde, 5. sınıf "Mimarimizde Dinî Motifler" ve 6. sınıf "Kültürümüzdeki Dinî Motifler" ünitelerinde kodlanmıştır; buna karşılık hikâye, şiir ve kompozisyon yazma gibi edebî üretim etkinlikleri, kıssa ve siyer üniteleri başta olmak üzere farklı sınıf düzeylerinde varlığını sürdürmektedir. Estetik değer kodlaması ile edebî üretim pratiği örtüşmemekte, program duyuşsal-estetik boyutu öğrenme çıktısı ve ölçme düzeyinde görünür kılmamaktadır.

Anahtar kelimeler: Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi, öğretim programı, din eğitimi, değerler eğitimi, estetik, edebî anlatım

THE AESTHETIC AND LITERARY REPRESENTATION OF VALUES: AN ANALYSIS OF THE 2024 RELIGIOUS CULTURE AND ETHICS CURRICULUM FOR GRADES 4–8

Abstract

This study examines how values are represented in the 2024 Religious Culture and Ethics (RCE) Curriculum at the level of grades 4-8. The main research problem is whether the curriculum presents values solely within cognitive and behavioural objectives, or whether it also structures them as a learning experience that can be made meaningful through poetry, literary expression and aesthetics. Designed as a qualitative document analysis, the study analyses the 25 units of the curriculum within four themes: the representation of values, literary expression, the aesthetic dimension, and the position of the student. According to the findings, values are represented through twenty coded values embedded in learning outcomes and teaching-learning experiences within the Virtue-Value-Action framework. Aesthetics is recognised both as a distinct value (D7) and as a sensitivity at the level of aims, whereas literary genres mostly remain optional methodological suggestions. Across the metadata of all 25 units, D7 is coded only in the grade 5 unit "Religious Motifs in Our Architecture" and the grade 6 unit "Religious Motifs in Our Culture", whereas literary production activities such as story, poetry and essay writing persist across different grade levels, most notably in the units on prophetic narratives. The coding of the aesthetic value and the practice of literary production thus do not overlap, and the curriculum does not make the aesthetic-affective dimension visible at the level of learning outcomes and assessment.

Keywords: Religious Culture and Ethics, curriculum, religious education, values education, aesthetics, literary expression

1. GİRİŞ

Değerler eğitimi, Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi (DKAB) dersinin kuruluşundan bu yana dersin merkezî işlevlerinden biri olagelmiştir. Değerlerin okulda nasıl kazandırılacağı sorusu yalnızca hangi değerlerin seçileceğiyle değil, bu değerlerin öğrenciye hangi anlatım biçimleriyle sunulacağıyla da ilgilidir. Değerler eğitimi literatürü, değerlerin salt bilgi aktarımıyla değil, bilişsel, duyuşsal ve davranışsal boyutları birlikte işleten süreçlerle içselleştirilebildiğini uzun süredir vurgulamaktadır (Kaymakcan & Meydan, 2016; Lickona, 1991).

Çalışmada dört kavram merkezî konumdadır. Estetik temsil, bir değerin güzellik, sanat ve duygu deneyimiyle ilişkilendirilerek sunulmasıdır; kökleri, ahlaki olgunlaşmayı estetik eğitime bağlayan Schiller'e (1795/1967) uzanır. Edebî anlatım, değer içeriğinin şiir, hikâye ve kıssa gibi kurmaca ya da sanatlı dil biçimleriyle aktarılmasıdır; Egan (1986) anlatıyı çocuğun dünyayı kavramasının temel aracı sayar, Nussbaum (1995) edebî imgelemin ahlaki muhakemeyi beslediğini savunur. Estetik duyarlılık, güzeli fark etme ve sanatsal ifadeye açık olma yönelimidir; Dewey (1934) estetik niteliği her bütünlüklü deneyimin kurucu unsuru sayar, Eisner (2002) sanatları kendine özgü bir bilme biçimi sayar. Değerlerin anlamlandırılması ise bu çalışmada, öğrencinin değeri hazır bir tanım olarak devralmak yerine kendi deneyimiyle ilişkilendirerek kişisel anlam üretmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu dört kavram, çözümlemede kullanılan dört temanın kuramsal temelini oluşturur.

Türkiye'deki araştırmalar da aynı yöne işaret etmektedir. Erdem (2022) sanat ve edebiyatı din eğitiminin etkili bir iletişim dili olarak ele almakta, Koç (2018) İslam estetiğinde güzellik ile hakikat arasındaki bağı işlemekte, Çapoğlu ve Okur (2015) ders kitaplarındaki şiirlerin taşıdığı değerleri ortaya koymakta, Karacaoğlu, Özçetin ve Karakuş (2025) ise Yunus Emre şiirleriyle yürütülen bir uygulamada şiirin değerler eğitimine katkısını öğretmen görüşleriyle belgelemektedir. Bu birikim, öğretim programlarının şiire ve edebî anlatıma ne ölçüde yer açtığı sorusunu gündeme getirmektedir.

2024 yılında Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) kapsamında yenilenen İlköğretim DKAB Öğretim Programı, değerleri Erdem-Değer-Eylem çerçevesiyle programın kurucu bileşenlerinden biri hâline getirmiştir (MEB, 2024a, 2024b). Yeni program kısa sürede farklı açılardan incelenmiştir: Üzümcü ve Abanoz (2024) programı tasarım yaklaşımları bakımından çözümlemiş, Demirkol (2025) 21. yüzyıl becerilerinin programdaki temsilini ele almış, Bozkaya (2025) 2018 ve 2024 programlarını nezaket erdemi bağlamında karşılaştırmış, Değerler Eğitimi Merkezi (2024) modele ilişkin kapsamlı bir değerlendirme raporu yayımlamıştır. Ancak ulaşılabilen çalışmalar arasında, değerlerin hangi anlatım biçimleriyle ve hangi estetik-edebî imkânlarla temsil edildiğini müstakil bir soru olarak ele alan bir incelemeye rastlanmamıştır; çalışmanın özgünlük iddiası

buradadır. Amaç programdaki değerleri saymak değil, temsil biçimini çözümlemektir. Program aklın yanında kalbe ve duyguya hitap etme iddiasını açıkça taşıdığından, bu iddianın hangi katmanlarda karşılık bulduğu incelenmeye değerdir.

Bu çerçevede araştırmanın temel problemi şudur: 2024 İlköğretim DKAB Öğretim Programı'nda değerler, öğrencilere yalnızca bilişsel ve davranışsal hedefler çerçevesinde mi sunulmakta, yoksa şiir, edebî anlatım, sanat ve estetik unsurlar aracılığıyla anlamlandırılabilecek bir öğrenme deneyimi olarak da yapılandırılmakta mıdır? Bu problem doğrultusunda şu sorulara cevap aranmıştır:

1. 2024 İlköğretim DKAB Öğretim Programı'nda değerler nasıl temsil edilmektedir?
2. Programda şiir ve diğer edebî anlatım biçimleri değerlerin öğretimiyle nasıl ilişkilendirilmektedir?
3. Programda değerlerin estetik ve duyuşsal boyutlarına ne ölçüde yer verilmektedir?
4. 4-8. sınıflar arasında değerlerin estetik ve edebî temsili bakımından nasıl bir süreklilik veya farklılaşma bulunmaktadır?
5. Programda öğrencinin değerleri yalnızca öğrenen değil, yorumlayan, anlamlandıran ve ifade eden bir özne olarak konumlandırılmasına ilişkin hangi göstergeler bulunmaktadır?

2. YÖNTEM

Araştırma, nitel bir doküman incelemesi olarak tasarlanmıştır. Doküman incelemesi, yazılı materyallerin sistematik biçimde çözümlenmesine ve anlamlandırılmasına dayanan bir nitel araştırma yöntemidir (Bowen, 2009; Merriam, 2009; Yıldırım & Şimşek, 2018). Yöntem, bir öğretim programının değerleri hangi anlatım biçimleriyle temsil ettiği sorusunun doğrudan program metni üzerinden yanıtlanmasına imkân verdiği için tercih edilmiştir.

Temel doküman 2024 İlköğretim DKAB Öğretim Programı'dır (MEB, 2024a). Analizde programın güncel onaylı baskısı kullanılmış, sayfa numaraları bu baskıya göre verilmiş; metin, TYMM portalında yayımlanan kopyayla çapraz kontrol edilmiştir. Program, sınıf başına beş ünite olacak biçimde 25 üniteden oluşur. Çözümlemede programın temel yaklaşımı ve özel amaçları (s. 4-7), uygulamaya ilişkin esaslar (s. 7-11) ile 25 ünitenin tamamının künyeleri, öğrenme çıktıları, içerik çerçeveleri, öğrenme-öğretme yaşantıları ve öğrenme kanıtları taranmıştır. 4. sınıfın beş ünitesi ile 5. sınıfın ilk iki ünitesi programın PDF metninden sayfa referanslı, kalan 18 ünite TYMM portalında her ünite için ayrı yayımlanan onaylı ünite sayfalarından incelenmiştir. Portaldan taranan ünitelere yapılan aktarımlar, baskıdan bağımsız kesin konum bildiren ünite ve öğrenme çıktısı kodlarıyla (ör. DKAB.7.4.2) gösterilmiştir.

Çözümleme, kavramsal çerçeveden tümdengelimli olarak türetilen dört tema üzerinden yürütülmüş ve program metnindeki karşılıklar betimsel kodlamayla işaretlenmiştir. Değerlerin temsili temasında ölçüt, değerin sunulduğu söylemsel işlemdir: tanımlama-açıklama, naklî temellendirme (ayet-hadis), örneklik (peygamber anlatısı), günlük yaşamla ilişkilendirme ve davranış beklentisi. Edebî anlatım temasında şiir, hikâye, kıssa, atasözü-deyim, menkıbe, biyografi ve sözlü kültür türlerinin açık adla geçtiği yerler taranmış, her geçiş işlevi (okuma materyali, öğrenci üretimi, yöntem önerisi) ve bağlayıcılık derecesi (esas, seçimlik öneri, zenginleştirme içeriği) bakımından sınıflandırılmıştır. Estetik boyut temasında sanat, estetik, güzellik, duygu, hayal gücü ve yaratıcılık sözcük alanı ile D7 (Estetik) kodunun ünite künyelerindeki dağılımı izlenmiştir. Öğrencinin konumu temasında süreç bileşeni fiilleri, öğrenciye alıcı rol veren fiiller (sıralar, listeler, okur) ile yorumlayıcı-üretici rol veren fiiller (yorumlar, kendi cümleleriyle ifade eder, kendi hayatı için anlamlı hâle getirir, üretir) biçiminde ayrıştırılmıştır.

Kodlamada programın kendi gösterim sistemi esas alınmıştır: Değerler D1-D20 kodlarıyla numaralandırılır ve D7 Estetik değerini gösterir; eğilimler E, sosyal-duygusal öğrenme becerileri SDB, okuryazarlık becerileri OB, alan becerileri DAB, kavramsal beceriler KB kısaltmalarıyla anılır; değerlerin süreç bileşenleri D7.1 gibi alt kodlarla gösterilir (MEB, 2024a, 2024b).

Birinci soru değerlerin temsili, ikinci soru edebî anlatım, üçüncü soru estetik boyut, beşinci soru öğrencinin konumu temasıyla; dördüncü soru ise temalara ilişkin bulguların sınıf düzeyleri arasında karşılaştırılmasıyla karşılanmıştır. Her bulgu ünite adı, öğrenme çıktısı kodu ve doğrulanabildiği yerlerde sayfa numarasıyla raporlanmıştır. Birden fazla temaya girebilen ifadeler ilgili her temada o temanın ölçütüyle ayrı ayrı kodlanmış; kararlar program metnindeki açık ifadeye dayandırılmıştır. Analiz tek araştırmacı tarafından yürütülmüş; ikinci kodlayıcı veya güvenirlik katsayısı kullanılmamıştır. Doküman incelemesinin yorumlayıcı doğası gereği sınıflandırma kararları araştırmacının okumasını yansıtır.

2.1. Sınırlılıklar

Bu çalışma tek bir resmî dokümanın, 2024 İlköğretim DKAB Öğretim Programı'nın çözümlenmesiyle sınırlıdır; ders kitapları ile öğretmen ve öğrenci verileri kapsam dışındadır. Sayfa numaraları güncel onaylı baskıya aittir ve farklı baskılarda değişebilir; portaldan taranan üniteler ünite ve çıktı kodlarıyla konumlandırılmıştır. Yazılı program ile sınıf içi uygulama arasında farklılıklar bulunabileceğinden bulgular programın niyet düzeyindeki temsiline ilişkindir ve uygulamaya genellenemez.

3. BULGULAR

3.1. 2024 DKAB Programında Değerlerin Temsili

Programda değerler, TYMM Ortak Metni'nde tanımlanan Erdem-Değer-Eylem çerçevesine bağlı olarak, D1 (Adalet) ile D20 (Yardımseverlik) arasında kodlanan yirmi değerden oluşan ortak listeye dayandırılmıştır (MEB, 2024a, 2024b). Her ünitenin künyesinde o ünitede odağa alınan değerler kodlarıyla listelenir; örneğin 4. sınıf "Günlük Hayat ve Din" ünitesi D13, D14, D16 ve D18 (s. 16), 5. sınıf "Namaz" ünitesi D3, D12, D15, D16 ve D18 değerleriyle ilişkilendirilmiştir (s. 43). Değerler künyede kalmaz, uygulamaların içine süreç bileşeni kodlarıyla gömülür: Temizlikle ilgili konuların incelenmesi D18.1'e (s. 18), teşekkürün saygının gereği olduğuna yapılan vurgu D14.1'e bağlanmıştır (s. 19).

Temsil biçimleri incelendiğinde beş örüntü öne çıkmaktadır. İlki doğrudan tanımlama ve açıklamadır: Adalet, sabır ve yardımseverlik gibi değerler için uygulama metinleri önce kavramın tanımlanmasını öngörür (DKAB.4.4.1-3, s. 32-33). Bunu, değerin dinî kaynaklardaki karşılığını örnek metinlerle gösteren naklî temellendirme izler. Üçüncü örüntü örneklik üzerinden temsildir: Başta Hz. Muhammed (sav) olmak üzere peygamberlerin davranışları değerin somut taşıyıcısıdır ve 4. sınıf "Peygamberlerin Sevgisi" ünitesi çocuk, toplum, çevre ve çalışma sevgisini bu yolla ele alır (s. 25-29). Dördüncü olarak her ünitedeki "köprü kurma" bölümü, değeri öğrencinin yakın çevresindeki söz ve davranışlara bağlayarak günlük yaşamla ilişkilendirir. Son örüntü davranışa yönelimdir: Özel amaçlar öğrencilerin "ahlaki değerleri davranışlarına yansıtmalarını" açıkça hedefler (s. 6) ve süreç bileşenleri bu beklentiyi ünitelere taşır.

Değerlerin ölçme-değerlendirme katmanındaki konumu farklı bir tablo sunmaktadır. Program, değerlerin, eğilimlerin ve sosyal-duygusal becerilerin öğrenme-öğretme uygulamalarının parçası olduğu gerekçesiyle öğrenme kanıtları bölümünde bunlara ilişkin doğrudan ölçme araçlarına yer verilmediğini açıkça belirtir (s. 9). Bu tercih, değerin içerik ve süreç düzeyinde yoğun biçimde kodlanmasına karşın değerlendirilebilir bir çıktı olarak tanımlanmadığını göstermektedir.

3.2. Değerlerin Edebî ve Estetik Anlatımla İlişkisi

Edebî ve estetik unsurların programdaki varlığı üç katmanda izlenebilmektedir. Birinci katman çerçeve ilkeleridir: Uygulamaya ilişkin esasların 19. maddesi, ayet ve hadislerin yanı sıra yazılı ve sözlü edebiyattan yararlanılmasını öngörür; hikâye, şiir, vecize, deyiş ve nefesi örnek türler olarak sayar ve örnek okuma metinlerine yer verilmesini ister (s. 8). Genel ilkeler ise öğretmenlerden musiki, minyatür, hat, mimari ve sinema gibi sanat unsurlarını ve anı, marş, türkü, şiir ve tiyatroyu da içeren geniş bir edebî tür yelpazesini kullanmalarını ister (s. 10). Temel yaklaşımda din ve ahlak öğretiminde "aklı ikna edecek, kalbi mutmain

kılacak" yöntem ve araçlara önem verildiği belirtilir; dersin yetiştirmek istediği birey nitelikleri arasında estetik duyarlılık açıkça anılır (s. 5).

Estetiğin müstakil bir değer olarak kodlanması ikinci katmanı oluşturur. Estetik, ortak değerler listesinde D7 koduyla yer alır. 6. sınıf "Kültürümüzdeki Dinî Motifler" ünitesinde dinî musiki ve edebiyat örneklerinin incelenmesi "duyusal derinliği anlama" (D7.1) bileşenine, sanatsal zevklerin hayatın parçası hâline getirilmesi D7.3'e bağlanır. Aynı ünitede öğrencilerin özgün düşünme eğilimi (E3.3) çerçevesinde farklı türlerde edebî yazılar üretmeleri, drama etkinlikleri yapmaları ve dijital ortamlardan dinî musiki örnekleri paylaşmaları teşvik edilir (MEB, 2024a).

Üçüncü katmanı ünite içi etkinlikler oluşturur. 4. sınıfta öğrencilerin temizlik konusuyla ilgili şiir veya hikâye yazmaları (DKAB.4.1.2, s. 18), şükür konulu bir hikâye yazıp sınıfta paylaşmaları (DKAB.4.1.3, s. 19), çevre temizliğini anlatan özgün bir görsel hazırlamaları (s. 18) ve derse salavat dinletisiyle başlanması (DKAB.4.3.5, s. 29) öngörülür. Zenginleştirme bölümlerinde seçilen bir değerle ilgili hikâye oluşturarak çocuk kitabı tasarlama (s. 33) ve kısa film senaryosu yazma (s. 20) önerilir. 5. sınıfta esmayıhüsnadan bir isim seçerek hikâye yazma (s. 42) ile dua örnekleri hazırlamada drama tekniklerinin kullanımı (s. 42) benzer işlevler görür. Bu etkinliklerde edebî üretim, değer içeriğinin öğrenci tarafından yeniden ifade edilmesinin aracıdır.

Bu etkinliklerin statüsüne ilişkin üç nokta önemlidir. Büyük bölümü "istenebilir" ve "yapılabilir" kipindeki seçimlik öneriler ya da zenginleştirme içerikleridir; program da "istenir/istenebilir" ayrımını tanımlayarak yöntem ve ölçme tercihlerini sınıfın şartlarına göre öğretmene bırakmakta, zenginleştirme içeriklerinin ders kitaplarında yer almayacağını belirtmektedir (s. 7). Bağlayıcı kiple yazılmış istisnalar da vardır: Kıssalardan hikâye yazılması veya afiş-poster hazırlanması "sağlanır" (DKAB.5.4.2), Hicret bağlamındaki hikâye yazma ve drama etkinlikleri "yapılır" (DKAB.7.4.2) kipiyle esas uygulamada yer alır. Öte yandan, ölçüt çıktı fiili olmak üzere, incelenen ünitelerde edebî-sanatsal üretimi veya estetik duyarlılığı doğrudan hedefleyen müstakil bir öğrenme çıktısına rastlanmamış; çıktılar çözümleme, çıkarım yapma ve sentezleme gibi bilişsel süreç fiilleriyle kurulmuştur. Bu tespit çıktı katmanıyla sınırlıdır. Şiir açık adıyla çerçevedeki tür listelerinde ve az sayıda etkinlikte geçerken kıssa ve hikâye en işlevsel türlerdir; "Peygamber Kıssaları" 5. sınıfta müstakil bir ünitedir (s. 12).

3.3. 4-8. Sınıflar Arasında Estetik ve Edebî Süreklilik

Sınıf düzeyleri karşılaştırıldığında üç evreli bir örüntü belirmektedir. 4. sınıf, duyuşsal dilin en yoğun olduğu düzeydir: Beş ünitenin ikisi doğrudan sevgi kavramıyla adlandırılmış ("Allah Sevgisi", "Peygamberlerin Sevgisi"), değer temsili sevgi, merhamet ve şükür gibi duygu yüklü kavramlar üzerinden kurulmuştur (s. 16-

38). Her düzeyde yer alan dua ve sure çıktılarında ise aynı kalıp tekrarlanır: Öğrenci metni okur, anlamını "kendi hayatı için anlamlı bir hâle getirir" ve kendi cümleleriyle özetler (ör. DKAB.4.1.5, s. 17). Bu kalıp, dinî metinle ilişkiyi ezberden anlamlandırmaya taşıyan, sınıflar arasındaki en istikrarlı ögedir.

5 ve 6. sınıflar, estetik-kültürel içeriğin ünite düzeyine çıktığı evredir. "Mimarimizde Dinî Motifler" (5.5) dinin mimariye etkisini ve cami örneklerini konu edinir; künyesi D7 (Estetik) ve D14 ile görsel, kültür ve sanat okuryazarlığını (OB4, OB5, OB9) taşır ve görsel sanatlar dersiyle ilişkilendirilmiştir. "Kültürümüzdeki Dinî Motifler" (6.5) gelenek, edebiyat ve musikide dinin izlerini ele alır; Türkçe, sosyal bilgiler ve müzik dersleriyle ilişki kurar, künyesinde D7 ile OB5 ve OB9 yer alır (MEB, 2024a). İkili yapıca da ayrışır: 5.5 üç, 6.5 tek öğrenme çıktısıyla kendi düzeylerinin en az çıktılı üniteleridir (s. 12). Estetik değerinin süreç bileşenleriyle açıkça işletildiği üniteler bu ikisidir.

7 ve 8. sınıflarda ağırlık kavramsal ve olgusal içeriğe kayar. Bu iki düzeydeki on ünitenin (7.1-7.5 ve 8.1-8.5) hiçbirinin künyesinde D7 bulunmaz; değer yükü adalet, sabır, saygı, sorumluluk ve yardımseverlik gibi ahlaki-toplumsal değerlere dağılır. Kültür teması yine de kesintiye uğramaz: "Yaşayan Dünya Dinleri" (7.5) programda kültür temasıyla tanımlanmış, tema 8. sınıfta "Müslümanların Bilim ve Kültüre Katkısı" (8.5) ünitesiyle sürmüştür; ancak bu iki künyede sanat okuryazarlığı da yer almaz; 8.5'in değer satırında yalnızca D3 (Çalışkanlık) yer alır. Edebî üretim ise bu düzeylerden çekilmiş değildir. "Peygamber Olarak Hz. Muhammed" ünitesinde duygu ve düşüncelerin kompozisyon, şiir ve resim çalışmalarıyla özetlenmesi ile Hicret bağlamında hikâye yazma ve drama etkinlikleri esas uygulamada yer alır (DKAB.7.4.1-2); 7.5'te kompozisyon yazma, 7.2'nin zenginleştirmesinde kurbanın kültüre yansımalarını hikâye veya anı türünde sunma, 7.3'te Makalat ve Mesnevi'den seçilen metinler, 8.3'ün performans görevinde hikâye yazma önerilir. Kıssa hattı da 6.3 (Hz. Şuayb), 7.2 (Hz. İsmail) ve 8.1 (Hz. Yusuf) üzerinden sürer (MEB, 2024a). Karşılaştırmanın özeti Tablo 1'dedir: D7, 25 künyenin yalnızca ikisinde (5.5 ve 6.5) kodlanmışken edebî üretim her düzeyde varlığını korur. Estetik değer kodlaması kültür ünitelerine sıkışmış, edebî üretim pratiği ise kod düzeyinde görünmeden programa yayılmıştır; kod ile pratik örtüşmemektedir.

Tablo 1. Sınıf düzeylerine göre estetik ve edebî göstergeler (MEB, 2024a)

Sınıf düzeyi	Estetik-edebî içerik taşıyan ünite	Künyedeki estetik göstergeler	Edebî-estetik üretim örnekleri
4	Estetik odaklı ünite yok; duyuşsal dil "Allah Sevgisi" ve "Peygamberlerin Sevgisi" ünitelerinde yoğun	D7 yok; OB4 (görsel okuryazarlık) ve E3.3 (yaratıcılık) 4.1 künyesinde	Şiir-hikâye yazma (4.1.2); şükür hikâyesi (4.1.3); salavat dinletisi (4.3.5); çocuk kitabı ve senaryo (zenginleştirme)
5	Mimarimizde Dinî Motifler (5.5)	D7 + OB4, OB5, OB9; görsel sanatlar ile disiplinler arası ilişki	Esmayıhüsnadan hikâye yazma (5.1 zenginleştirme); drama (5.1); kıssalardan hikâye yazma veya afiş-poster (5.4.2, esas uygulama); kıssayı çocuk kitabına dönüştürme (5.4 zenginleştirme)
6	Kültürümüzdeki Dinî Motifler (6.5)	D7 (D7.1, D7.3) + OB5, OB9; Türkçe, sosyal bilgiler, müzik ile ilişki	Farklı türlerde edebî yazı üretme; drama; dijital dinî musiki paylaşımı (6.5)
7	Estetik odaklı ünite yok; kültür teması "Yaşayan Dünya Dinleri" (7.5) ünitesinde	D7 yok (7.1-7.5); değerler ahlaki-toplumsal ağırlıklı	Kompozisyon, şiir, resim; hikâye ve drama (7.4, esas uygulama); kompozisyon (7.5); hikâye-anı (7.2); Makalat ve Mesnevi metinleri (7.3)
8	Müslümanların Bilim ve Kültüre Katkısı (8.5) — kültür teması bilişsel-tarihsel	D7 yok (8.1-8.5); 8.5'in değer satırında yalnızca D3	Hikâye yazma (8.3, performans görevi); makale ve gazete-dergi (8.3 zenginleştirme); Hz. Yusuf kıssası (8.1)

Not. *Künyede D7 kodunun bulunmaması, ilgili düzeyde estetik-edebî etkinlik bulunmadığı anlamına gelmez; son sütun, bu etkinliklerin öğrenme-öğretme yaşantılarında tüm düzeylerde sürdüğünü göstermektedir.*

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma

Bulgular bir bütün olarak okunduğunda program, değeri önce tanımlanan ve naklî kaynaklarla temellendirilen bir bilgi içeriği, ardından davranışa yansıtılması beklenen bir eylem ölçütü olarak kurmakta; duyuşsal ve estetik boyut bu iki kutup arasında çoğunlukla destekleyici bir ara katman olarak işlemektedir. Çerçeve söylemi deneyim boyutunu güçlü biçimde tanır: Anlam arayışını merkeze alan temel yaklaşım, akıl ve kalp birlikteliği vurgusu ve Erdem-Değer-Eylem çerçevesinin bilgi-duygu-davranış bütünlüğü iddiası bunun göstergeleridir. Ne var ki bu tanıma operasyonel katmana aynı güçle taşınmamıştır; öğrenme çıktılarının bilişsel süreç fiilleriyle kurulması ve değerlerin ölçme kapsamı dışında bırakılması, duyuşsal-estetik alanı hedef ve değerlendirme mimarisinde görünmez bırakmaktadır. Bir önceki programın kazanımlarının da literatürde Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'nin bilişsel alanı üzerinden çözümlenmiş olması (Yıldız, 2021), hedef dilinin bilişsel süreçler

etrafında kurulmasının yeni programa özgü olmaktan çok süregelen bir gelenek olduğunu düşündürmektedir. Resmî hedef diline çevrilmeyen boyutların öğretmen inisiyatifine kalması, programın açık hedef katmanı ile uygulamanın örtük katmanı arasında gerilim üretme potansiyeli taşımaktadır.

Doğrudan aktarım ile anlamlandırma açısından program melez bir yapı sergiler. Değer tanımlarının öğretmen tarafından sunulmasını ve fark ettirilmesini öngören aktarımcı formülasyonlar yaygındır; buna karşılık dua ve sure çıktılarındaki anlamı kendi hayatı için anlamlı hâle getirme kalıbı ile hikâye, şiir, senaryo ve görsel üretimine dönük etkinlikler öğrenciye anlam üreticisi rolü verir. Bu ikinci damar Egan'ın (1986) anlatı temelli öğretim anlayışı ve Dewey'in (1934) estetik deneyim görüşüyle uyumludur; Karacaoğlu vd.nin (2025) şiirle yürütülen değer eğitimi uygulamasındaki olumlu öğretmen değerlendirmeleri de bu potansiyelin sahada karşılık bulabildiğini gösterir. Ancak etkinliklerin seçimlik statüsü, öğrencinin üretici rolünü programın güvence altına aldığı bir hak olmaktan çıkarıp koşullara bağlı bir imkâna dönüştürmektedir.

Programın en özgün hamlesi, estetiği D7 koduyla değerler listesine dâhil etmesidir; estetik böylece değer öğretiminin bir yöntemi olmanın ötesinde kendisi bir değer içeriği hâline gelir. Bu tercih, Schiller'den (1795/1967) bu yana savunulan estetik duyarlılığın ahlaki oluşumun parçası olduğu görüşünün program diline çevrilmesi olarak okunabilir; Koç'un (2018) işlediği güzellik-hakikat ilişkisi ve Erdem'in (2022) sanatı ve edebiyatı din eğitiminin bir dili sayması da programın mimari ve musiki üzerinden kurduğu içerikle örtüşür. Ne var ki D7'nin fiilen yalnızca kültür temalı iki ünitede işletilmesi, estetiğin inanç, ibadet ve ahlak alanlarına nüfuz eden bir ilke değil, kültür temasına iliştirilmiş bir içerik olarak kaldığını gösterir. Eisner'in (2002) sanat eğitimini çeperden müfredatın merkezine taşıma çağrısı ışığında denge, doğrudan öğretim lehine kurulmuştur.

Program, öğrencinin yazma, tasarlama ve paylaşma gibi ifade edici üretimlerine çok sayıda kapı açar; fakat bu üretimleri değerlendirme nesnesi yapmadığı ve çıktı diline bağlamadığı için ifade, öğrenmenin kanıtı değil süsü olma riski taşır. Nussbaum'un (1995) edebî imgelemin ahlaki muhakemeye katkısına ilişkin savı dikkate alındığında, değerin şiirle veya hikâyeyle dile getirilmesi salt pekiştirme değil, değer üzerine düşünmenin kendine özgü bir biçimidir; programın bu biçimi izlenebilir kılacak araçlardan yoksun oluşu geliştirilmeye açık temel noktadır.

4.2. Sonuç ve Öneriler

2024 İlköğretim DKAB Öğretim Programı'nda değerler, Erdem-Değer-Eylem çerçevesinde kodlanmış ortak bir değer listesi üzerinden, ünite künyelerine ve öğrenme-öğretme yaşantılarına gömülü biçimde yapılandırılmıştır. Değer temsili beş örüntüde işlemektedir: tanımlama, naklî temellendirme, peygamber örnekliği, günlük yaşamla

ilişkilendirme ve davranışa yönelim. Değerler süreç düzeyinde yoğun biçimde kodlanmış olmakla birlikte ölçme-değerlendirme katmanının dışında tutulmuştur.

Şiir ve edebî anlatımın programdaki yeri, çerçeve ilkeleri düzeyinde geniş, uygulama düzeyinde seçimliktir. Program yazılı ve sözlü edebiyat türlerinden yararlanılmasını esaslar arasında saymakta ve öğrencilere hikâye, şiir, senaryo gibi üretim fırsatları önermekte, ancak bu unsurları öğrenme çıktısı diline bağlamamaktadır. Kıssa ve hikâye edebî türler içinde en işlevsel konumdadır. Şiir ise tür listelerinde anılmasına karşın uygulamada sınırlı sayıda etkinlikte karşımıza çıkar.

Estetik, programda hem amaçlar düzeyinde bir duyarlılık hem de D7 koduyla müstakil bir değer olarak tanınmıştır; bu anlamlı bir adımdır. Ancak D7'nin süreç bileşenleriyle fiilen işletilmesi iki kültür ünitesiyle (5.5 ve 6.5) sınırlı kalmış, 4-8 hattı boyunca kademeli olarak derinleşen bir estetik öğrenme çizgisi kurulmamıştır. Buna karşılık dua ve surelerde tekrarlanan anlamlandırma kalıbı, öğrenciye anlam üreten özne rolü veren ve tüm düzeylerde süren en istikrarlı ögedir.

Programın güçlü görünen yönleri değerleri sistemli bir kod yapısıyla süreçlere gömmesi, estetiği değer statüsüne taşıması ve öğrenci üretimine açtığı alandır. Geliştirmeye açık yönü ise duyuşsal-estetik boyutun hedef ve değerlendirme mimarisine yansıtılmamış olmasıdır. Bu doküman analizinden hareketle şu öneriler sunulabilir:

1. Program geliştirme: Seçilecek ünitelerde estetik-edebî nitelikli en az bir öğrenme çıktısına yer verilmesi ve D7'nin kültür teması dışındaki öğrenme alanlarıyla da ilişkilendirilmesi düşünülebilir.
2. DKAB öğretmenliği: Seçimlik bırakılan edebî üretim etkinliklerinin planlı biçimde işe koşulması için hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimlerde edebî-estetik materyal kullanımına yönelik uygulamalı içeriklere yer verilmelidir.
3. Materyal geliştirme: Sınıf düzeylerine göre derecelendirilmiş, D1-D20 değerleriyle eşleştirilmiş bir edebî metin havuzu (kıssa, şiir, deyiş, nefes) ders kitabı yazarlarına ve öğretmenlere destek sağlayacaktır.
4. Gelecek araştırmalar: Programdaki estetik-edebî öngörülerin ders kitaplarına ve sınıf içi uygulamaya yansıma düzeyi, ders kitabı analizi, öğretmen görüşleri ve sınıf içi gözlemle incelenmelidir.

KAYNAKLAR

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal, 9*(2), 27-40. https://doi.org/10.3316/QRJ0902027

Bozkaya, T. (2025). 2018 ve 2024 "Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli" Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi öğretim programlarının nezaket erdemi ve eğitimi bağlamında karşılaştırmalı analizi. *Genç Mütefekkirler Dergisi, 6*(1), 305-339. https://izlik.org/JA23RP94MB

Çapoğlu, E., & Okur, A. (2015). Ortaokul 8. sınıf Türkçe ders kitaplarındaki şiirlerde yer alan değerler. *Sakarya University Journal of Education, 5*(3), 90-104. https://doi.org/10.19126/suje.37153

Değerler Eğitimi Merkezi. (2024). *"Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli" değerlendirme ve öneriler.* DEM. https://media.dem.org.tr/dir/dem/dem/proje/goruntuleme/20240509222051569201007529089 97.pdf

Demirkol, N. (2025). 21. yüzyıl becerilerinin 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi Dersi Öğretim Programı'na yansımaları. *Millî Eğitim, 54*(1), 493-536. https://doi.org/10.37669/milliegitim.1708723

Dewey, J. (1934). *Art as experience.* Minton, Balch & Company.

Egan, K. (1986). *Teaching as story telling: An alternative approach to teaching and curriculum in the elementary school.* Althouse Press.

Eisner, E. W. (2002). *The arts and the creation of mind.* Yale University Press.

Erdem, C. (2022). Din eğitimi dili olarak sanat ve edebiyatın kullanılması. *Yakın Doğu Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 8*(2), 196-208. https://doi.org/10.32955/neu.ilaf.2022.8.2.03

Karacaoğlu, M. Ö., Özçetin, K., & Karakuş, N. (2025). Evaluation of Yunus Emre poems designed as digital poetry with Web 2.0 tools in terms of language and values education. *Sakarya University Journal of Education, 15*(1), 1-23. https://doi.org/10.19126/suje.1393009

Kaymakcan, R., & Meydan, H. (2016). *Ahlak değerler ve eğitimi.* DEM Yayınları.

Koç, T. (2018). *İslam estetiği.* İSAM Yayınları.

Lickona, T. (1991). *Educating for character: How our schools can teach respect and responsibility.* Bantam Books.

Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation.* Jossey-Bass.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2024a). *Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi Dersi (4-8. Sınıflar) Öğretim Programı* (Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli). MEB. https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/202631310725635-dkab48.pdf (Erişim: 28.09.2026; sayfa atıfları bu onaylı baskıya aittir.)

Millî Eğitim Bakanlığı. (2024b). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli öğretim programları ortak metni.* MEB. https://tymm.meb.gov.tr/upload/brosur/2024programortakmetinOnayli.pdf

Nussbaum, M. C. (1995). *Poetic justice: The literary imagination and public life.* Beacon Press.

Schiller, F. (1967). *On the aesthetic education of man, in a series of letters* (E. M. Wilkinson & L. A. Willoughby, Ed. & Çev.). Clarendon Press. (Orijinal eser 1795 tarihlidir.)

Üzümcü, M., & Abanoz, S. (2024). Program tasarımı yaklaşımları bağlamında Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi Dersi Öğretim Programı. *Mevzu: Sosyal Bilimler Dergisi*, (12), 795-826. https://doi.org/10.56720/mevzu.1495250

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. baskı). Seçkin Yayıncılık.

Yıldız, M. (2021). Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi (4-8) Öğretim Programı'ndaki bilişsel kazanımların Yenilenmiş Bloom Taksonomisine göre incelenmesi. *Bozok Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 19*(19), 307-342. https://doi.org/10.51553/bozifder.898308

HAYAL GÜCÜNDEN DAVRANIŞA: DİN KÜLTÜRÜ VE AHLAK BİLGİSİ DERSİNDE "DEĞERLERLE DOLU MISRALAR" ADLI ŞİİR YAZMA ETKİNLİĞİNE YÖNELİK ÖĞRENCİ TUTUMLARI

Doç. Dr., Murat KOBYA (Birinci yazar)[1]/ Doç. Dr., Seyyid SANCAK (İkinci yazar)[2] / Doç. Dr., Murat TARHAN (Üçüncü yazar)[3] / Mücahit YILMAZ (Dördüncü yazar)[4]

[1]BAİBÜ İlahiyat Fakültesi, Din Sosyolojisi, muratkobya@ibu.edu.tr, 0000-0002-3221-1430

[2]BAİBÜ İlahiyat Fakültesi, Din Eğitimi, seyyidsancak@ibu.edu.tr, 0000-0003-0206-0237

[3] BAİBÜ İlahiyat Fakültesi, Din Eğitimi, murattarhan@ibu.edu.tr, 0000-0001-8262-8130

[4]Ömer Seyfettin Ortaokulu, Gölcük / Kocaeli, Din Eğitimi, 2311721002@ogrenci.ibu.edu.tr, 0009-0002-4648-3960

* ***TEŞEKKÜR:*** *Bu bildiri, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi (BAİBÜ), Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen, 04.05.2026 tarihinde tamamlanmış,2025-BDP-018 numaralı, "Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi Dersinde Şiir Yazımına Yönelik Öğrenci Tutumlarının İncelenmesi: İlgi, Motivasyon, Yaratıcılık ve Ahlaki Değerlerin Öğrenme Sürecindeki Rolü" adlı projeden üretilmiştir. Araştırma için ayrıca BAİBÜ Sosyal Bilimlerde İnsan Araştırmaları Etik Kurulundan onay alınmıştır (03.05.2025, Protokol No: 2025/244). Bu vesileyle üniversitemize ve bahsi geçen koordinatörlüğümüze şükranlarımızı sunarız.*

Özet

Bu çalışmada, ortaokul Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi (DKAB) dersinin "Ahlaki Davranışlar" öğrenme alanında uygulanan "Değerlerle Dolu Mısralar" şiir yazma etkinliğine yönelik öğrenci tutumları incelenmiştir. Tarama modelindeki araştırmanın çalışma grubunu, Kocaeli ilindeki bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 40 altıncı sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Öğrenciler doğru sözlülük, merhamet, adap-nezaket ve vatan sevgisi değerlerinden birini işleyen özgün şiirler yazmıştır. Ardından araştırmacılar tarafından geliştirilen, kapsam ve görünüş geçerliğine ilişkin kanıtı uzman görüşüne dayanan 22 maddelik beşli Likert tipi tutum anketi uygulanmış ve veriler betimsel istatistiklerle çözümlenmiştir. Bulgulara göre etkinliğin en güçlü yansıması duyuşsal ve yaratıcı alandadır. Öğrencilerin %72,5'i etkinliğin hayal gücünü teşvik ettiğini, %66,7'si yaratıcılığını geliştirdiğini, %65'i şiiri duygularını ifade etmede etkili bir araç olarak gördüğünü belirtmiştir. Buna karşılık ahlaki değerleri anlama (%52,5), derinlemesine düşünme (%43,6) ve değerleri günlük yaşamda uyguladığını bildirme (%35) oranları kademeli olarak düşmektedir. Uygun kelimeleri bulmakta zorlanma (%42,5) ve zaman yetersizliği (%40) öne çıkan güçlüklerdir. Öz bildirime dayalı bu sonuçlar, şiir yazımının duyuşsal katılımı güçlü biçimde beslediğine, anlama-içselleştirme-davranışa aktarma basamaklarında ise öğrenci algısının giderek zayıfladığına işaret etmektedir. Bu doğrultuda uygulamanın süre, dilsel destek ve süreklilik yönünden zenginleştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi, şiir yazma, öğrenci tutumları, değerler eğitimi, ahlaki davranışlar, ortaokul öğrencileri

FROM IMAGINATION TOWARDS BEHAVIOUR: STUDENT ATTITUDES TOWARD THE "VERSES FULL OF VALUES" POETRY-WRITING ACTIVITY IN THE RELIGIOUS CULTURE AND ETHICS COURSE

Abstract

This study examined student attitudes toward the "Verses Full of Values" poetry-writing activity implemented within the "Moral Behaviours" learning domain of the lower-secondary Religious Culture and Ethics (DKAB) course. Designed as a survey study, the research involved 40 sixth-grade students attending a public middle school in Kocaeli, Türkiye. Students wrote original poems on one of four values: truthfulness, compassion, courtesy or love of homeland. A 22-item five-point Likert-type attitude questionnaire, developed by the researchers with content and face validity evidence based on expert review, was then administered, and the data were analysed through descriptive statistics. The strongest reflections of the activity appeared in the affective and creative domain: 72.5% of the students stated that the activity stimulated their imagination, 66.7% that it improved their creativity, and 65% regarded poetry as an effective medium for expressing their feelings. By contrast, the rates for understanding moral values (52.5%), thinking deeply about them (43.6%) and reporting the application of values in daily life (35%) declined gradually. Difficulty in finding appropriate words (42.5%) and insufficient time (40%) were the leading challenges. These self-report findings indicate that poetry writing strongly nurtures affective engagement, whereas student perceptions weaken progressively across the understanding-internalisation-behavioural transfer steps. Accordingly, enriching the practice in terms of time, linguistic support and continuity is recommended.

Keywords: Religious Culture and Ethics course, poetry writing, student attitudes, values education, moral behaviours, middle school students

1. GİRİŞ

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli DKAB Öğretim Programı, dinî ve ahlaki bilginin duygu ve davranış bütünlüğü içinde anlamlandırılmasını öngören "erdem-değer-eylem" yaklaşımını benimsemektedir (MEB, 2024). Bu yaklaşım, değerlerin yalnızca öğretilmesini değil, öğrencinin duygu dünyasında karşılık bularak eyleme dönüşmesini hedefler. DKAB dersinin öğrencilerin ahlaki gelişimi ve topluma uyum süreçlerindeki işlevi dikkate alındığında (Erdem, 2022), bu hedefe ulaşmak için duyuşsal katılımı harekete geçiren öğretim araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Şiir, imge, ahenk, metafor ve simge gibi unsurlarıyla soyut kavramları somutlaştıran ve okuyan ya da yazan kişide derin duygusal etki bırakan bir türdür (Kaya, 2013). Din eğitiminde sanat ve edebiyatın, ilahiden mesneviye uzanan şiir geleneği başta olmak üzere köklü bir eğitim dili işlevi gördüğü bilinmektedir (Erdem, 2022). Öte yandan yazmaya ilişkin tutum, yazma başarısını biçimlendiren duyuşsal bir etkendir (Erdoğan ve Yangın, 2014). Yaratıcı yazma etkinliklerinin öğrenci tutumları üzerindeki olumlu etkisi meta-analitik düzeyde de doğrulanmıştır (Koçoğlu, 2024).

Şiirle öğretim ve şiire yönelik tutum alanyazını zengindir. Şiir etkinliklerinin okuma-yazma becerilerine katkısı (Kıbrıs, 2008), şiirle öğretimin başarı ve tutuma etkisi (Akyol ve Dikici, 2009), şiir çözümleme becerilerinin geliştirilmesi (Şeref, 2017), ortaokul öğrencilerinin şiire yönelik tutumları (Kaya ve Bindak, 2017), kafiye tablosu uygulamasının şiir yazma tutumuna etkisi (Toraman ve Topçuoğlu Ünal, 2022) ve şiir öğretimi uygulamalarına ilişkin öğretmen görüşleri (Yıldız ve Taşkaya, 2022) bu birikimin öne çıkan halkalarıdır. Ancak bu çalışmaların tamamına yakını Türkçe eğitimi ve sınıf öğretmenliği bağlamında yürütülmüştür. DKAB dersi özelinde şiir yazımına yönelik öğrenci tutumlarını inceleyen bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu araştırma söz konusu boşluğu doldurmayı amaçlamakta ve DKAB dersinde uygulanan bir şiir yazma etkinliği sonrasında öğrenci tutumlarını ilgi-motivasyon, yaratıcılık-ifade, ahlaki değerleri öğrenme, karşılaşılan güçlükler ve genel değerlendirme boyutlarında betimlemektedir. Başlıktaki "hayal gücünden davranışa" ifadesi, anketin duyuşsal boyutlardan davranışsal aktarım algısına uzanan gösterge yelpazesini imlemektedir; araştırmada davranışın kendisi değil, öğrencilerin buna ilişkin öz bildirimleri ölçülmüştür.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Modeli ve Çalışma Grubu

Araştırma, var olan durumu kendi koşulları içinde betimlemeyi amaçlayan tarama modelinde desenlenmiş nicel bir çalışmadır. Çalışma grubunu, Kocaeli ilindeki bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 40 altıncı sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme

kullanılmış; gönüllü katılım ve şiir yazma etkinliğine katılmış olma temel ölçüt alınmıştır. Araştırma, BAİBÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenen 2025-BDP-018 numaralı proje kapsamında yürütülmüştür. Uygulama öncesinde BAİBÜ Sosyal Bilimlerde İnsan Araştırmaları Etik Kurulundan onay alınmıştır (03.05.2025, Protokol No: 2025/244).

2.2. Uygulama Süreci

Veriler, 2025-2026 öğretim yılı ikinci döneminde, programın 6.3 "Ahlaki Davranışlar" öğrenme alanına bağlı olarak tasarlanan "Değerlerle Dolu Mısralar" etkinliği çerçevesinde toplanmıştır. Üç aşamalı etkinlikte öğretmen moderatör rolünü üstlenmiştir. Hazırlık aşamasında değer temalı örnek şiirler incelenmiş, beyin fırtınasıyla doğru sözlülük, merhamet, adap-nezaket ve vatan sevgisi değerleri tartışılmıştır. Bu dört değer, ilgili öğrenme alanının kazanımlarında öne çıkan değerler olmaları nedeniyle seçilmiştir. Yazma aşamasında her öğrenci seçtiği değeri işleyen özgün bir şiir kaleme almıştır. Paylaşım aşamasında gönüllü öğrenciler şiirlerini sınıfta okumuş ve arkadaşlarından yapıcı dönüt almıştır. Üç ders saati (40+40+40 dakika) olarak planlanan etkinliğin sonunda tutum anketi uygulanmıştır.

2.3. Veri Toplama Aracı ve Analiz

Bu araştırmada tutum, öğrencilerin etkinliğe ilişkin olumlu-olumsuz değerlendirme eğilimlerini yansıtan, öz bildirime dayalı görüşleri düzeyinde ele alınmıştır. Veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen Şiir Yazma Tutum Anketi kullanılmıştır. Madde havuzu, şiirle öğretim ve yaratıcı yazma alanyazınından (Akyol ve Dikici, 2009; Toraman ve Topçuoğlu Ünal, 2022) yararlanılarak oluşturulmuştur. Form, din eğitimi alanından üç öğretim üyesinin görüşüne sunulmuş; maddelerin kapsamı, anlaşılırlığı ve yaş düzeyine uygunluğu bu görüşler doğrultusunda düzenlenmiştir. Dolayısıyla aracın geçerliğine ilişkin kanıt, kapsam ve görünüş geçerliğiyle sınırlıdır; yapı geçerliği ve iç tutarlılık güvenirliği bu çalışmada hesaplanmamıştır. Nihai form, beşli Likert tipinde (1: Kesinlikle Katılmıyorum - 5: Kesinlikle Katılıyorum) 22 maddeden oluşmakta ve derse ilgi ve motivasyon, yaratıcılık ve ifade etme, ahlaki değerler ve öğrenme, zorluklar ve engeller ile genel değerlendirme boyutlarını kapsamaktadır. Veriler betimsel istatistiklerle (yüzde) çözümlenmiş; katılım oranları "katılıyorum" ve "kesinlikle katılıyorum" yanıtlarının toplamı üzerinden raporlanmış, olumsuz ifadeler içeren maddeler ters çevrilmeden kendi katılım oranlarıyla yorumlanmıştır. Yüzdeler her maddeye geçerli yanıt veren öğrenci sayısı üzerinden hesaplanmıştır; madde bazında eksik yanıtlar nedeniyle kimi oranlar (%66,7 ve %43,6 gibi) 40 katılımcıya karşılık gelen 2,5'lik adımlardan sapabilmektedir.

2.4. Sınırlılıklar

Araştırma, tek bir okuldan ulaşılan 40 kişilik bir çalışma grubuyla ve tek zamanlı bir ölçümle sınırlıdır; sonuçlar tüm ortaokul öğrencilerine genellenemez. Veriler öz bildirime dayalıdır; öğrencilerin değerleri anladıklarına ya da günlük yaşamda uyguladıklarına ilişkin ifadeleri, öğrenmenin veya davranışın kendisinin ölçümü değildir. Ölçme aracının yapı geçerliği ve güvenirliği sınanmamış, ön test uygulanmadığından tutumlardaki değişim izlenememiştir. Bulgular bu sınırlar içinde yorumlanmalıdır.

3. BULGULAR

Öğrencilerin seçilmiş anket maddelerine katılım oranları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Öğrencilerin şiir yazma etkinliğine ilişkin seçilmiş tutum göstergelerine katılım oranları (N = 40)

Gösterge	Katılım (%)
Şiir yazma etkinlikleri hayal gücümü kullanmamı teşvik etti	72,5
Yaratıcılığımı geliştirdi	66,7
Şiir, duygu ve düşüncelerimi ifade etmede etkili bir araçtır	65,0
Dersi daha eğlenceli hâle getirdi	62,5
Duyuşsal ve zihinsel gelişimime katkı sağladı	60,0
Şiir yazma etkinlikleri dersin önemli bir parçasıdır	55,0
Ahlaki değerleri anlamama yardımcı oldu	52,5
Derse yönelik ilgimi / motivasyonumu artırdı	50,0
Ahlaki değerler üzerine derinlemesine düşünmemi sağladı	43,6
Uygun kelimeleri bulmakta zorlandım	42,5
Şiir yazmak için yeterli zaman verilmedi	40,0
Öğrendiğim değerleri günlük yaşamımda uyguluyorum	35,0

Not. *Oranlar, "katılıyorum" ve "kesinlikle katılıyorum" yanıtlarının toplamını gösterir ve ilgili maddeye geçerli yanıt veren öğrenci sayısı üzerinden hesaplanmıştır.*

Bulgular, etkinliğin en güçlü yansımasının duyuşsal ve yaratıcı alanda ortaya çıktığını göstermektedir. Öğrencilerin %72,5'i etkinliğin hayal güçlerini kullanmalarını teşvik ettiğini ifade etmiştir. Yaratıcılığının geliştiğini belirtenlerin oranı %66,7'dir; öğrencilerin %65'i ise şiiri duygu ve düşüncelerini ifade etmede etkili bir araç olarak gördüğünü dile getirmiştir. Etkinliğin dersi eğlenceli hâle getirdiğini düşünenlerin oranı %62,5, duyuşsal ve zihinsel gelişime katkı sağladığını belirtenlerin oranı %60'tır. Öğrencilerin %55'i şiir yazma etkinliklerini dersin önemli bir parçası olarak görmekte, %52,5'i bu etkinliklerin programda daha fazla yer almasını istemektedir.

Bilişsel ve davranışsal aktarım göstergelerinde ise kademeli bir düşüş gözlenmektedir. Ahlaki değerleri anlama, dersin amaçlarına katkı ve değerler eğitiminde etkililik göstergelerinin her biri %52,5 düzeyindedir. Derse ilgi ve motivasyonda artış bildirenlerin oranı %50'de kalmıştır. Ahlaki değerler üzerine derinlemesine düşündüğünü belirtenlerin oranı %43,6'ya, öğrendiği değerleri günlük yaşamında uyguladığını ifade edenlerin oranı %35'e

gerilemektedir. Bu örüntüde öğrenci algısı, anlama-içselleştirme-davranışa aktarma basamakları ilerledikçe belirgin biçimde zayıflamaktadır.

Sürece ilişkin bulgular da bu tabloyu tamamlamaktadır. Öğrencilerin %50'si şiir yazarken kendini daha özgür ifade edebildiğini belirtmiştir. Karşıt yöndeki maddede öğrencilerin %52,5'inin ifade güçlüğü yaşamadığını bildirmesi de bu bulguyla tutarlıdır. Bununla birlikte %42,5'lik bir kesim uygun kelimeleri bulmakta zorlandığını dile getirmiş, %40'lık bir kesim ise yeterli zaman verilmediği görüşünü bildirmiştir. Etkinliği stresli bulanların oranı %35, sıkıcı veya zorlayıcı bulanların oranı %30'dur. Programda daha fazla yer alması önerisine katılmayan %40'lık kesimle birlikte düşünüldüğünde, etkinliğin tüm öğrencilerde aynı düzeyde olumlu deneyim üretmediği anlaşılmaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma

Duyuşsal ve yaratıcı alandaki yüksek katılım oranları, şiirle öğretimin başarı ve tutum üzerindeki olumlu etkisine ilişkin bulgularla (Akyol ve Dikici, 2009), kafiye tablosu gibi yapılandırılmış uygulamaların şiir yazma tutumunu geliştirdiği yönündeki sonuçlarla (Toraman ve Topçuoğlu Ünal, 2022) ve yaratıcı yazma etkinliklerinin tutumlara etkisini doğrulayan meta-analitik değerlendirmeyle (Koçoğlu, 2024) uyumludur. Şiirin duyguları yoğun ve dolaysız biçimde taşıyan doğası (Kaya, 2013) da öğrencilerin şiiri bir ifade aracı olarak sahiplenmesini açıklamaktadır. Öte yandan olumsuz deneyim bildiren azımsanmayacak bir kesim de vardır. Nitekim süreç-tür temelli yaratıcı yazma uygulamalarında dahi sınırlı sayıda öğrencinin zorlanma, kaygı ve çekingenlik içeren olumsuz tepkilerini sürdürdüğü rapor edilmiştir (Çiğdemir, 2025).

Araştırmanın asıl dikkat çekici bulgusu, duyuşsal göstergelerden davranışsal aktarım algısına doğru gözlenen kademeli düşüştür. Değerin bilgi, duygu ve eylem bütünlüğünde kişiliğe yerleştiği (Lickona, 1991) ve okulda değer öğrenmesinin etkin, sürekli katılım gerektirdiği (Halstead ve Taylor, 2000) dikkate alındığında, üç ders saatlik tek bir etkinlikten davranış düzeyinde dönüşüm beklemek gerçekçi olmayacaktır. Üstelik bu araştırma davranışın kendisini değil, öğrencilerin buna ilişkin algısını ölçmüştür. Bulgular yine de programın "erdem-değer-eylem" zincirinin (MEB, 2024) eylem halkası için süreklilik gösteren uygulamalara ihtiyaç olduğunu düşündürmektedir. Öğrencilerin %42,5'inin uygun kelime bulmakta zorlanması, yaratıcı düşünme ile dilsel ifade arasındaki boşluğa işaret etmektedir. Bu bulgu, şiir çalışmalarının kelime hazinesi ve imge geliştirme etkinlikleriyle desteklenmesi gerektiği yönündeki değerlendirmelerle (Kıbrıs, 2008; Kaya, 2013) örtüşmektedir. Zaman yetersizliğine ilişkin bulgu, yazmanın planlama, taslak oluşturma ve gözden geçirme aşamalarını içeren süreç temelli doğasıyla (Erdoğan ve Yangın, 2014) birlikte okunmalıdır. Tutumlardaki farklılaşma ise şiire

yönelik tutumun bireysel değişkenlik gösteren bir yapı olduğuna ilişkin çalışmalarla (Kaya ve Bindak, 2017) tutarlıdır.

4.2. Sonuç ve Öneriler

Araştırma, DKAB dersinde uygulanan şiir yazma etkinliğinin öğrenci algıları düzeyinde hayal gücü, yaratıcılık ve kendini ifade etme alanlarında güçlü, ahlaki değerleri anlama ve derse ilgi boyutlarında orta, derinlemesine düşünme ve değerleri günlük yaşama aktarma boyutlarında ise sınırlı bir karşılık bulduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, şiir yazımının değerler eğitiminde duyuşsal kapıyı açan işlevsel bir araç olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte öğrenci bildirimlerine göre değerlerin davranışa aktarımı, tek başına bu tür bir etkinlikle desteklenememektedir.

Bulgulardan hareketle, şiir yazma etkinliklerinin tek seferlik uygulamalar yerine öğretim yılına yayılan bir süreklilik içinde planlanması, yazma öncesinde değer temalı kelime ve imge çalışmalarıyla dilsel destek sağlanması, öğrencilere yazma sürecinin her aşaması için yeterli süre tanınması ve şiiri stresli bulan öğrencilere grup şiiri gibi alternatif katılım biçimleri sunulması önerilmektedir. Gelecek araştırmalarda daha büyük ve çeşitli örneklemlerle çalışılması, aracın yapı geçerliği ile güvenirliğinin sınanması ve öğrenci şiirlerinin içerik analiziyle incelenmesi alanyazına katkı sağlayacaktır. Ön test-son test içeren deneysel desenler ve izleme ölçümleri ise etkinliğin tutum ve davranış üzerindeki etkisini sınama fırsatı verecektir.

KAYNAKLAR

Akyol, C. ve Dikici, A. (2009). Şiirle öğretim tekniğinin öğrencilerin başarı ve tutumlarına etkisi. *İlköğretim Online*, 8(1), 48–56.

Çiğdemir, S. (2025). İlkokul öğrencilerinin süreç-tür temelli yaklaşım ile masal parodisi yazma süreci: Bir karma yöntem çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 50(224), 75–100.

Erdem, C. (2022). Din eğitimi dili olarak sanat ve edebiyatın kullanılması. *Yakın Doğu Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 8(2), 196–208.

Erdoğan, Ö. ve Yangın, B. (2014). Süreç temelli yaratıcı yazma uygulamalarının yazılı anlatıma ve yazmaya ilişkin tutuma etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 438–459.

Halstead, J. M. ve Taylor, M. J. (2000). Learning and teaching about values: A review of recent research. *Cambridge Journal of Education*, 30(2), 169–202.

Kaya, A. İ. ve Bindak, R. (2017). Ortaokul öğrencilerinin şiire yönelik tutumlarının incelenmesi. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi*, 6(3), 1363–1380.

Kaya, M. (2013). Okuma-yazma öğretiminde şiir. *Dil ve Edebiyat Dergisi*, 10(1), 49–96.

Kıbrıs, İ. (2008). Okuma ve yazma çalışmalarında şiir etkinliklerinden nasıl yararlanılabilir? *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 53–66.

Koçoğlu, A. (2024). Yaratıcı yazma etkinlikleri öğretim sürecinde öğrenci tutumlarını nasıl etkilemektedir? Meta-analitik bir değerlendirme. *Uluslararası Dil, Edebiyat, Kültür, Tarih, Sanat ve Eğitim Araştırmaları Dergisi*, (14), 1008–1029.

Lickona, T. (1991). *Educating for character: How our schools can teach respect and responsibility*. Bantam Books.

MEB. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli: Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi Dersi Öğretim Programı*. Millî Eğitim Bakanlığı. https://tymm.meb.gov.tr/

Şeref, İ. (2017). Ortaokul öğrencilerinin şiir çözümleme beceri ve tutumlarının geliştirilmesi ile ilgili öğretmen görüşlerinin incelenmesi. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 5(4), 557–570.

Toraman, M. ve Topçuoğlu Ünal, F. (2022). Kafiye tablosu uygulamasının ortaokul öğrencilerinin şiir yazma tutumlarına etkisi. *Kesit Akademi Dergisi*, 8(33), 427–450. https://doi.org/10.29228/kesit.65791

Yıldız, B. ve Taşkaya, S. M. (2022). Sınıf öğretmenlerinin şiir öğretim uygulamaları ve şiir öğretimine ilişkin görüşleri. *e-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 13(5), 258–274.

GC–MS-BASED CHEMICAL PROFILING OF THE HEXANE EXTRACT OF PLATYCLADUS ORIENTALIS (L.) FRANCO (MAZI)

Lect. Dr. Mesut GÖK[1] / Prof. Dr. İbrahim TEGIN[2]

[1]Siirt University, Science and Technology Application and Research Center, Siirt, Türkiye; Analytical Instrumentation and GC–MS Analysis; mesutgok84@gmail.com; ORCID: 0000-0001-9217-8022

[2]Siirt University, Faculty of Arts and Science, Department of Chemistry, Siirt, Türkiye; Analytical Chemistry; ibrahim.tegin@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5661-7195

Abstract

The aim of this study was to determine the chemical profile of the hexane extract of *Platycladus orientalis* (L.) Franco (Cupressaceae) by gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS). Plant samples were collected from Çetinkol Village, Eruh District, Siirt Province, in southeastern Türkiye (37.728927° N, 42.159993° E). After drying and grinding, the samples were extracted with hexane. The extract was dissolved in methanol, treated with 1 M KOH, and analyzed by GC–MS. A total of 51 components, representing 92.80% of the total chromatographic area, were identified. Fatty acid esters/lipid derivatives were the most abundant chemical class (35.21%), followed by hydrocarbons (26.84%) and nitrogen-containing compounds (9.88%). Alcohols/other oxygenated compounds (5.89%), flavonoids/flavonoid glycosides (5.31%), triterpenoids (4.54%), ketones/aromatic oxygenated compounds (2.18%), other esters/lipid derivatives (1.70%), fatty acids (0.48%), and sesquiterpene lactones/terpenoids (0.46%) were also detected. The main individual components were methyl palmitate (15.26%), methyl stearate (9.21%), 9-octadecenamide (7.69%), methyl linoleate (5.18%), lupeyl acetate (4.54%), 7-octadecenoic acid methyl ester (4.29%), and 2,2-dibenzylethanol (3.91%). In the hydrocarbon fraction, dotriacontane (2.82%), dodecane (2.49%), a docosane derivative (2.49%), octadecane (2.17%), and tritriacontane (2.11%) were the most prominent, while the flavonoid-related compounds included quercetin 7,3′,4′-trimethoxy (1.93%), a flavone glucoside (1.80%), and lucenin-2 (1.58%). The results indicate that the hexane extract of mazı has a chemical profile rich in fatty acid methyl esters, long-chain hydrocarbons, and triterpenoids.

Keywords: *Platycladus orientalis*, mazı, GC–MS, chemical profile, hexane extract, methyl palmitate

1. INTRODUCTION

Platycladus orientalis (L.) Franco is an evergreen, monoecious conifer belonging to the family Cupressaceae. The species is native to China and is widely distributed across Asia and Europe (Ankitha et al., 2026). In the literature it is also cited as *Thuja orientalis* L. and *Biota orientalis* (L.) Endl.; *Thuja orientalis* is currently accepted as a synonym of *P. orientalis* (Tech et al., 2022). Known as "mazı" in some regions of Türkiye, different parts of this plant (leaves, flowers, seeds, bark, and roots) are used in folk medicine to treat various ailments (Ankitha et al., 2026).

1.1. Phytochemistry and biological activity of the species

Phytochemical studies have shown that the species contains flavonoids, terpenoids, phenolic compounds, and volatile oil constituents. Tech et al. (2022) reviewed the secondary metabolites and pharmacological potential of *Thuja orientalis* and *T. occidentalis*, covering findings on antimicrobial and dermatological applications as well as studies on specimens cultivated in the Tokat region of Türkiye. Floares et al. (2026) examined the total polyphenol and flavonoid contents and the antioxidant capacity of ethanolic leaf extracts of *P. orientalis*, emphasizing that the species contains phenolic compounds and flavonoids associated with antioxidant, antimicrobial, and anti-inflammatory effects. Ankitha et al. (2026) presented a comparative GC–MS profile of methanolic and n-hexane leaf extracts and of the essential oil.

Most of these studies focus on leaf extracts and polar solvents. Hexane, an apolar solvent, selectively dissolves lipophilic metabolites such as cuticular wax components, lipids, fatty acid derivatives, hydrocarbons, and triterpenoids (Harborne, 1998). Chemical profile data on the hexane extract of mazı specimens growing in the flora of Siirt (Eruh) are limited.

1.2. Aim of the study

The aim of this study was to determine the chemical composition of the hexane extract of *Platycladus orientalis* (mazı) collected from Eruh District, Siirt Province, by GC–MS; to evaluate the components according to their chemical classes; and to discuss the possible biological significance of the main components in the light of the literature.

2. METHOD

2.1. Plant material

Plant specimens were collected from the village of Çetinkol (37.728927° N, 42.159993° E) in the Eruh District of Siirt Province. The specimens were collected in August and dried in the shade.

2.2. Extraction and sample preparation

The samples were shade-dried, ground, and extracted with hexane ([extraction method, sample-to-solvent ratio, duration, temperature]). After the solvent was removed [by rotary evaporation], the extract was dissolved in methanol and treated with 1 M KOH. Under these basic conditions in methanol, glycerides and other ester-type lipids can be converted into fatty acid methyl esters (transesterification) (Christie, 2003). The prepared sample was subjected to GC–MS analysis.

2.3. GC–MS analysis

The analysis was carried out at the Science and Technology Application and Research Center of Siirt University using [instrument make/model]. Separation was performed on a [column type and dimensions] column with [carrier gas, flow rate] under the following injection conditions: [volume, mode, temperature]. The oven temperature program was [initial temperature – hold time – ramp rate – final temperature]. The mass spectrometer was operated with [ionization mode and energy] in [m/z range] scan mode, with ion source and transfer line temperatures set at [value]. The total ion chromatogram (TIC) was recorded over the range of 6.69–63.74 min.

2.4. Identification and quantification of components

Components were identified by comparing their mass spectra with the [library name and version] spectral library; the identifications are therefore tentative. Percentages were calculated by peak-area normalization of the total ion chromatogram and are semi-quantitative values. Components were grouped according to their chemical structures, and total area percentages were calculated for each class.

3. RESULTS

3.1. Chromatographic profile

In the GC–MS analysis of the mazı hexane extract, numerous peaks were observed in the total ion chromatogram recorded between 6.69 and 63.74 min (Figure 1). The most intense peak appeared at 28.24 min, and most of the peaks were distributed between approximately 10 and 62 min. The normalization level (NL) of the chromatogram was 5.44×10^{7}.

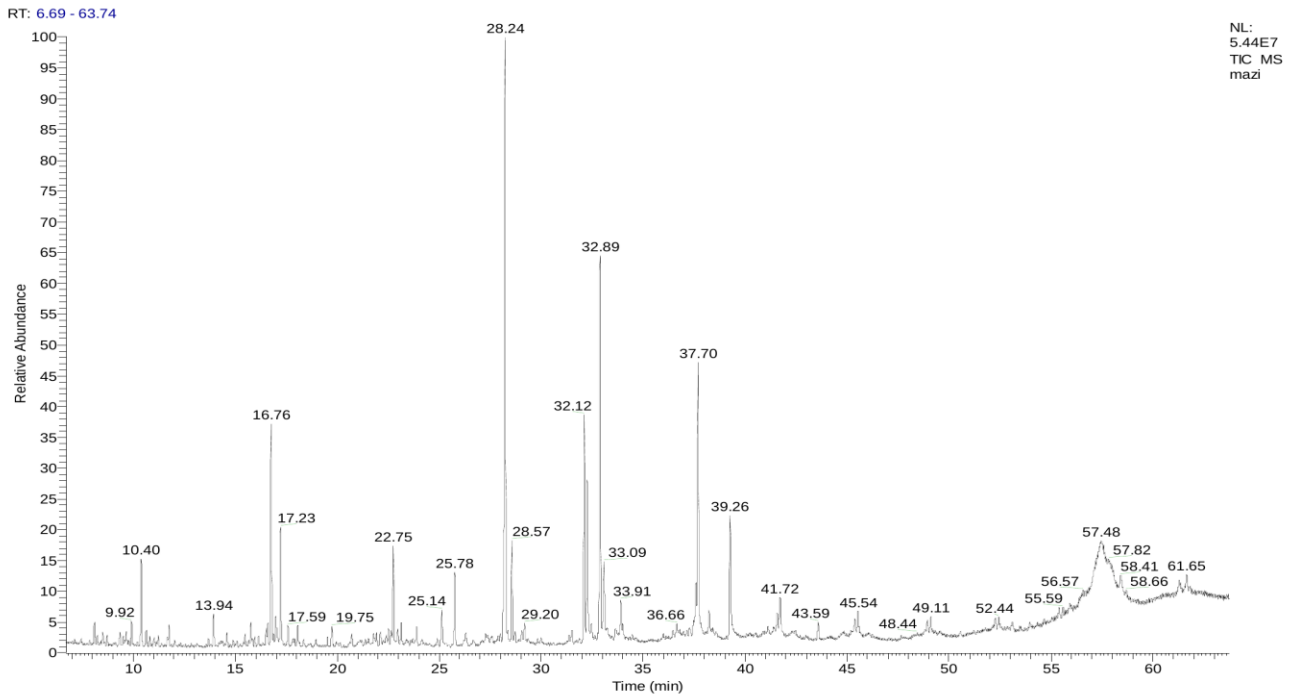


Figure 1. GC–MS total ion chromatogram (TIC) of the hexane extract of *Platycladus orientalis* (mazı)

3.2. Distribution of chemical classes

A total of 51 components, representing 92.80% of the total chromatographic area, were identified. The distribution of the components by chemical class is given in Table 1. Fatty acid esters/lipid derivatives (35.21%) were the most abundant class, followed by hydrocarbons (26.84%) and nitrogen-containing compounds (9.88%). Together, these three classes make up most of the identified area.

Table 1. Distribution of the components identified in the mazı hexane extract by chemical class

Chemical class	Area (%)
Fatty acid esters/lipid derivatives	35.21
Hydrocarbons	26.84
Nitrogen-containing compounds	9.88
Alcohols/other oxygenated compounds	5.89
Flavonoids/flavonoid glycosides	5.31
Triterpenoids	4.54
Ketones/aromatic oxygenated compounds	2.18
Other esters/lipid derivatives	1.70
Fatty acids	0.48
Sesquiterpene lactones/terpenoids	0.46

3.3. Main components

The components present at the highest percentages are presented in Table 2. Methyl palmitate (15.26%) was the major component of the extract, followed by methyl stearate (9.21%), 9-octadecenamide (7.69%), and methyl linoleate (5.18%). The four fatty acid methyl esters (methyl palmitate, methyl stearate, methyl linoleate, and 7-octadecenoic acid methyl ester) together account for 33.94% of the total area. In the hydrocarbon fraction, dotriacontane (2.82%), dodecane (2.49%), a docosane derivative (2.49%), octadecane (2.17%), and tritriacontane (2.11%) were the most prominent. The triterpenoid class was represented by lupeyl acetate (4.54%). The flavonoid-related compounds were quercetin 7,3′,4′-trimethoxy (1.93%), a flavone glucoside (1.80%), and lucenin-2 (1.58%), totaling 5.31%.

Table 2. Main components of the mazı hexane extract

Compound	Chemical class	Area (%)
Methyl palmitate	Fatty acid ester	15.26
Methyl stearate	Fatty acid ester	9.21
9-Octadecenamide	Nitrogen-containing compound	7.69
Methyl linoleate	Fatty acid ester	5.18
Lupeyl acetate	Triterpenoid	4.54
7-Octadecenoic acid methyl ester	Fatty acid ester	4.29
2,2-Dibenzylethanol	Alcohol/other oxygenated compound	3.91
Dotriacontane	Hydrocarbon	2.82
Dodecane	Hydrocarbon	2.49
Docosane derivative	Hydrocarbon	2.49
Octadecane	Hydrocarbon	2.17
Tritriacontane	Hydrocarbon	2.11
Quercetin 7,3′,4′-trimethoxy	Flavonoid	1.93
Flavone glucoside	Flavonoid glycoside	1.80
Lucenin-2	Flavonoid glycoside	1.58

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

In this study, 51 components were identified in the hexane extract of *P. orientalis* (mazı) collected from the Siirt–Eruh region, and the extract was found to consist predominantly of fatty acid esters and long-chain hydrocarbons. This profile is consistent with the selective dissolution of lipophilic metabolites by hexane, an apolar solvent (Harborne, 1998).

Fatty acid esters. The predominance of fatty acid methyl esters such as methyl palmitate, methyl stearate, and methyl linoleate should be interpreted as a result of the methanolic KOH treatment applied during sample preparation. Because glycerides and other ester-type lipids can be converted to methyl esters under these conditions (Christie, 2003), it should not be assumed that all of these compounds occur as native methyl esters in the extract; the findings rather reflect the bound and free fatty acid composition of the extract. The low proportion of free fatty acids (0.48%) also supports this interpretation. The predominance of palmitic (C16:0), stearic (C18:0), and linoleic (C18:2) acid derivatives is consistent with the fatty acid distribution commonly observed in plant lipids.

Hydrocarbons. Long-chain alkanes such as dotriacontane and tritriacontane are common components of the plant cuticular wax layer and are readily extracted with hexane (Harborne, 1998). It should be kept in mind that some short-chain alkanes such as dodecane may originate from sources contaminating the sample during preparation or analysis; comparison with a blank analysis is therefore recommended.

Nitrogen-containing compounds. 9-Octadecenamide (oleamide), the prominent compound in the nitrogen-containing class, is a bioactive lipid identified as an endogenous fatty acid amide associated with sleep (Cravatt et al., 1995). Although this compound is frequently reported in GC–MS analyses of plant extracts, it can also originate from plastic consumables; its source should therefore be confirmed by blank analyses.

Triterpenoids. Lupeyl acetate (lupeol acetate) is a pentacyclic triterpenoid with a lupane skeleton. Anti-inflammatory, antioxidant, and anticancer potential of lupeol has been reported in preclinical studies (Siddique & Saleem, 2011); it would be of interest to investigate lupeol acetate separately in respect of these effects.

Flavonoids. Flavonoids are widespread plant phenolics associated with many biological effects, including antioxidant and anti-inflammatory activities (Panche et al., 2016), and the presence of phenolics and flavonoids in the species has also been reported in earlier studies (Ankitha et al., 2026; Floares et al., 2026). However, glycosylated flavonoids such as lucenin-2 and the flavone glucoside are polar, non-volatile compounds. Their detection in an apolar extract by GC–MS is unusual; the identifications of these compounds should therefore be regarded as tentative, based on spectral matching, and should be confirmed by complementary techniques such as LC–MS.

Limitations and recommendations. In this study, component identifications are based on library matching, and the percentages are semi-quantitative values calculated by peak-area normalization. In addition, the data were obtained from a single location and a single sampling; to determine seasonal, regional, and organ-dependent variation, studying different plant parts and growing environments is recommended. The profile

obtained provides a basis for antimicrobial, antioxidant, and anti-inflammatory activity studies of the mazı hexane extract.

REFERENCES

Ankitha, S., Ullegaddi, S., Shweta, G. M., Deepak Gowda, H. S., Madhu Kumar, D. J., & Manasa, D. J. (2026). Exploring the phytochemical wealth of *Platycladus orientalis* (L.) Franco through solvent-based and essential oil extracts. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 15*(1), 56–65.

Christie, W. W. (2003). *Lipid analysis: Isolation, separation, identification and structural analysis of lipids* (3rd ed.). Oily Press.

Cravatt, B. F., Prospero-Garcia, O., Siuzdak, G., Gilula, N. B., Henriksen, S. J., Boger, D. L., & Lerner, R. A. (1995). Chemical characterization of a family of brain lipids that induce sleep. *Science, 268*(5216), 1506–1509. https://doi.org/10.1126/science.7770779

Floares (Oarga), D., Obistioiu, D., Hulea, A., Popescu, I., Alexa, E., & Radulov, I. (2026). Phytochemical profile and antioxidant activity of *Platycladus orientalis* leaves. *Research Journal of Agricultural Science, 58*(1). https://doi.org/10.59463/RJAS.2026.1.19

Harborne, J. B. (1998). *Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis* (3rd ed.). Chapman & Hall.

Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: An overview. *Journal of Nutritional Science, 5*, e47. https://doi.org/10.1017/jns.2016.41

Siddique, H. R., & Saleem, M. (2011). Beneficial health effects of lupeol triterpene: A review of preclinical studies. *Life Sciences, 88*(7–8), 285–293. https://doi.org/10.1016/j.lfs.2010.11.020

Tech, M. E., Magalhães, C. G., & Vieira Filho, S. A. (2022). Secondary metabolites and pharmacological potential of *Thuja orientalis* and *T. occidentalis*: A short review. *Eclética Química Journal, 47*(4), 17–26. https://doi.org/10.26850/1678-4618eqj.v47.4.2022.p17-26

DETERMINATION OF THE CHEMICAL PROFILE OF VISCUM ALBUM L. FRUITS COLLECTED FROM OAK HOSTS IN ERUH (SİİRT) USING GC–MS

Lect. Dr. Mesut GÖK[1] / Prof. Dr. İbrahim TEGIN[2]/ Prof. Dr. Mehmet FİDAN[3]

[1]Siirt University, Science and Technology Application and Research Center, Siirt, Türkiye; Analytical Instrumentation and GC–MS Analysis; mesutgok84@gmail.com; ORCID: 0000-0001-9217-8022

[2]Siirt University, Faculty of Arts and Science, Department of Chemistry, Siirt, Türkiye; Analytical Chemistry; ibrahim.tegin@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5661-7195

[3]Siirt University, Faculty of Arts and Science, Department of Biology, Siirt, Türkiye; Biology/Botany; mfidan7384@hotmail.com; ORCID: 0000-0002-0255-9727

Abstract

The aim of this study was to determine the lipophilic chemical profile of fruits collected from *Viscum album* L. plants growing on oak (*Quercus* sp.) trees in the village of Çetinkol, Eruh District, Siirt Province, using gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS). Fruit samples were collected at coordinates 37.728927° N and 42.159993° E; after being dried and ground, they were extracted with hexane. The extract was prepared in methanol, treated with 1 M KOH, and analyzed by GC–MS. As a result of the analysis, a total of 46 compounds, distributed across seven chemical classes, were identified. Terpenes/terpenoids constituted the chemical class with the highest proportion at 39.50%; this was followed by aliphatic hydrocarbons (27.47%), fatty acids and fatty acid derivatives (11.90%), and flavonoids/flavonoid glycosides (9.99%). These were followed by aliphatic alcohols/aldehydes/ethers (4.15%), sterols/triterpenoids (4.06%), and other compounds (1.82%). Lupeyl acetate (lupeol acetate; 36.96%) was the most abundant individual component, followed by docosane (18.01%) and lucenin 2 (8.40%). Among the fatty acid-related components, methyl hexadecanoate (4.34%) and methyl octadecanoate (2.39%) stood out. In the hydrocarbon fraction, eicosane (2.13%), dotriacontane (1.48%), and tridecane (1.12%) were identified; while the sterol/triterpenoid fraction contained a stigmast-5-en-3-ol derivative (2.27%) and a β-sitosterol derivative (1.79%). Overall, the results revealed a chemically diverse lipophilic profile dominated by terpenoids and long-chain hydrocarbons, with contributions from fatty acid derivatives, flavonoid-related compounds, and sterols.

Keywords: *Viscum album*, fruit, GC–MS, oak host, lupeyl acetate, chemical profile

1. INTRODUCTION

European mistletoe (*Viscum album* L., Santalaceae) is an evergreen hemiparasitic shrub that grows on a wide range of woody host plants (Szurpnicka et al., 2020; Zuber, 2004); its native range extends from Europe across a broad area that includes Türkiye (Royal Botanic Gardens, Kew, n.d.). The plant attaches to the host xylem through root-like structures called haustoria and takes up water, sugars, amino acids and minerals from the host, while also producing its own primary and secondary metabolites (Jäger et al., 2021). Mistletoe extracts used in traditional and folk medicine have been studied most extensively for their anticancer, immunomodulatory, cardiac, antidiabetic, hepatoprotective, neuropharmacological, antibacterial and antifungal properties (Szurpnicka et al., 2020).

Although lectins and viscotoxins are the best-known active constituents of *V. album*, flavonoids, phenolic acids, sterols, lignans, terpenoids, phenylpropanoids, alkaloids and fatty acids also contribute to its chemical diversity (Nazaruk & Orlikowski, 2016; Szurpnicka et al., 2020). Besides aqueous extracts, the lipophilic fraction has also attracted attention. Bioactivity-guided fractionation of viscin, a lipophilic extract, led to the isolation of betulinic, oleanolic and ursolic acids, which inhibited growth and induced apoptosis in leukaemia cell lines; the same extract was also reported to contain β-amyrin, β-amyrin acetate, lupeol, lupeol acetate, β-sitosterol and stigmasterol, together with oleic, linoleic, palmitic and stearic acids (Urech et al., 2005).

Mistletoe fruits contain a white or yellowish, sticky and mucilaginous pulp when ripe (Zuber, 2004), and the chemical composition differs among plant organs. Stefanucci et al. (2020) identified 32 compounds by HPLC-MS/MS in leaf, fruit and seed extracts of *V. album* and reported caffeoylquinic acids and dimethylated flavonoids as the most important constituents. Yousefvand et al. (2022) compared viscotoxin and lectin contents of immature green and mature white fruits with those of the foliage. However, in the literature screened by the authors, studies addressing the lipophilic fraction of the fruit by GC-MS in detail appear to be limited.

The chemical composition of mistletoe depends not only on the organ but also on host tree species, harvest time and location. In a UHPLC-Q-TOF-based metabolomic study, *V. album* ssp. *album* samples collected from *Malus domestica*, *Quercus robur* and *Ulmus carpinifolia* separated into three host groups according to the metabolite profiles of leaves, stems and berries (Jäger et al., 2021). Similarly, the essential oil compositions of three Sicilian *V. album* populations growing on *Quercus suber*, *Crataegus monogyna* and *Olea europaea* differed markedly by GC-MS (Geraci et al., 2023). The effects of harvest time, harvest place and host species on chemical composition and antioxidant activity have also been demonstrated (Pietrzak & Nowak,

2021). In a study on ethanolic mother tinctures, the highest flavonoid content was found in the tincture prepared from the *Quercus robur* host (Holandino et al., 2020).

The aim of this study was to determine, by GC-MS, the lipophilic chemical profile of *V. album* fruits growing on oak trees in Eruh District, Siirt Province, southeastern Türkiye, and to present a host- and site-documented descriptive chemical fingerprint by grouping the compounds into chemical classes.

1.1. Theoretical Background

GC-MS is widely used for the separation and tentative identification of volatile or derivatizable lipophilic compounds (hydrocarbons, fatty acid methyl esters, terpenes, sterols, long-chain alcohols, etc.) through comparison of mass spectra with spectral libraries. Extraction with hexane, an apolar solvent, selectively recovers waxes, lipids and terpenoids from the plant matrix. Addition of methanolic KOH to the extract converts glycerolipids and other esters into fatty acid methyl esters by base-catalysed transesterification (Christie, 2003); methyl esters observed in the chromatogram should therefore be interpreted in the context of this derivatization step.

Long-chain n-alkanes and related aliphatic alcohols and aldehydes are typical components of the epicuticular wax covering the plant cuticle (Kunst & Samuels, 2003). Among triterpenoids, lupeol and its derivatives are of interest because of their broad spectrum of biological effects, including anti-inflammatory, antimicrobial and antiproliferative activities (Saleem, 2009; Siddique & Saleem, 2011).

2. METHODS

2.1. Plant material and sampling site

Fruits of *Viscum album* L. were collected from plants growing on an oak (*Quercus* sp.) host in Çetinkol Village, Eruh District, Siirt Province, southeastern Türkiye, at 37.728927° N, 42.159993° E. Only the fruit parts were used in this study. The collected fruits were dried and ground before extraction.

2.2. Sample preparation and derivatization

Five grams of dried and ground *V. album* fruit material were transferred to a 50 mL Falcon tube and the volume was brought to 50 mL with hexane. The mixture was kept in a 70 °C water bath for 1 h. Subsequently, 5 mL of the hexane extract were transferred to a screw-cap tube and mixed with 3 mL of 1 M KOH prepared in methanol. The mixture was vortexed to promote the base-catalysed derivatization/transesterification step. The resulting organic fraction was passed through a 0.22 µm PVDF syringe filter and transferred into a 2 mL GC-MS vial for instrumental analysis.

2.3. GC-MS analysis

GC-MS analysis was performed using a TRACE 1310 gas chromatograph coupled to an ISQ mass spectrometer (Thermo Fisher Scientific, Austin, TX, USA). The oven temperature was initially held at 80 °C for 2 min, then increased to 300 °C at 4 °C/min, followed by an increase to 310 °C at 5 °C/min, and finally held at 310 °C for 10 min. The ion source and detector temperature was set at 250 °C. The injection volume was 1.0 µL. Helium was used as the carrier gas at a flow rate of 1.2 mL/min, and chromatographic separation was achieved on a Thermo TG-5MS GC capillary column (30 m × 0.25 mm i.d. × 0.25 µm film thickness). The mass spectral scan range was m/z 55–550. Compounds were tentatively identified by comparing their mass spectra with those in the NIST Demo, Wiley 7, Wiley 9, Redlip, Mainlib and WinRI libraries (Benguedouar et al., 2022; Sırma et al., 2025).

2.4. Data evaluation

The relative amounts of compounds are expressed as % peak area values reported by the GC-MS data system. Compounds were grouped into chemical classes according to their library identifications and listed within each class in ascending retention-time (RT) order; class totals (Σ) were calculated by summing the % area values of the compounds. The % area values are relative and do not represent absolute concentrations.

3. RESULTS

The GC-MS total ion chromatogram of the hexane extract of *V. album* fruits collected from an oak host in Eruh (Siirt) is shown in Figure 1. The most intense peaks were observed at about 56.7 min (lupeol acetate) and 47.72 min (docosane); peaks at 59.10 min (lucenin 2), 28.24 min (hexadecanoic acid methyl ester), 32.89 min (octadecanoic acid methyl ester) and 44.24 min (eicosane) were also prominent. In total, 46 compounds distributed among seven chemical classes were tentatively identified (Table 1 and Table 2).

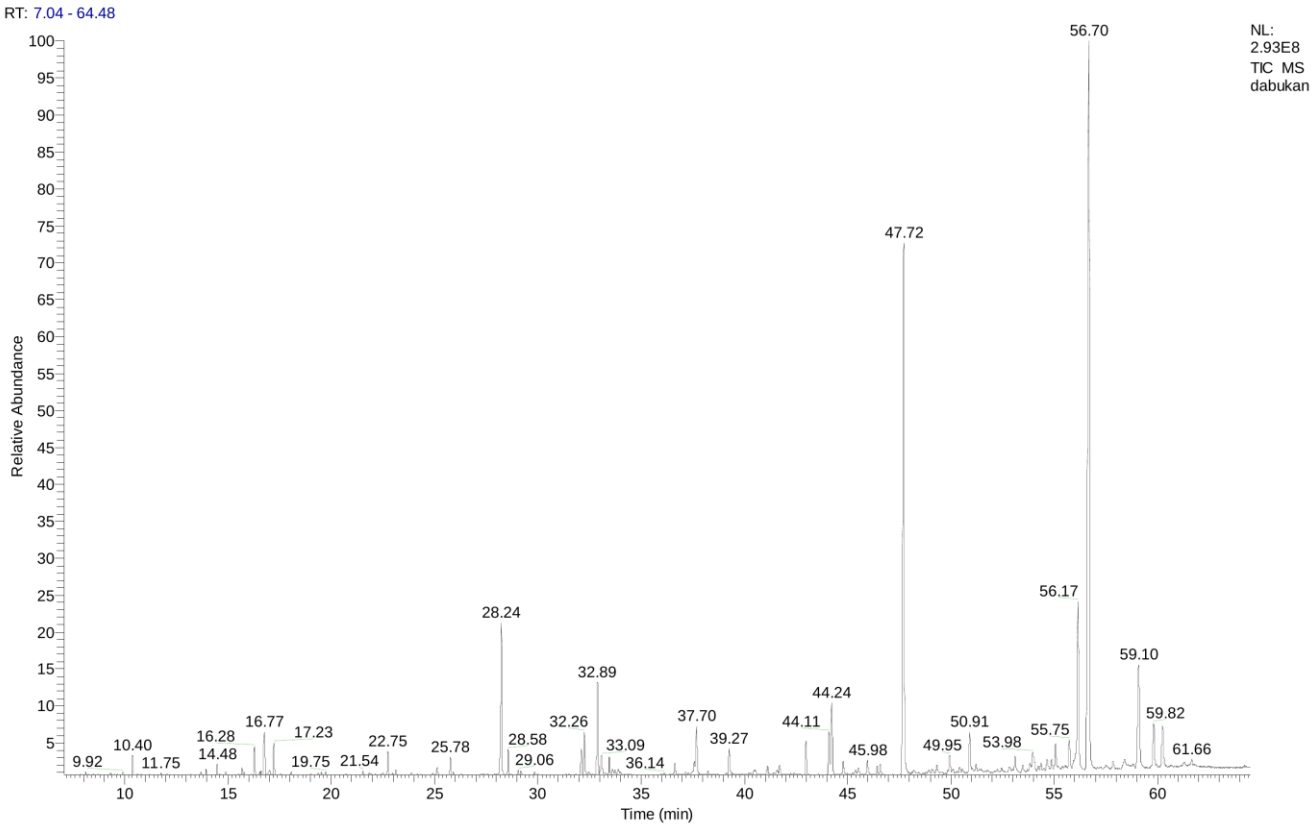


Figure 1. GC-MS total ion chromatogram (TIC) of the *Viscum album* L. fruit extract

3.1. Distribution of chemical classes

The identified compounds were assigned to seven chemical classes according to library matches (Table 1, Figure 2). Terpenes and terpenoids accounted for 39.50% of the total peak area, followed by aliphatic hydrocarbons (27.47%), fatty acids and fatty acid derivatives (11.90%), and flavonoids and flavonoid glycosides (9.99%). Aliphatic alcohols, aldehydes and ethers (4.15%), sterols and triterpenoids (4.06%) and other/miscellaneous compounds (1.82%) had lower shares. Terpenoid and hydrocarbon classes together represented 66.97% of the total area, and all seven classes together 98.89%.

Table 1. Distribution of identified compounds by chemical class

Chemical class	No. of compounds	Total area (%)	Highest-share compound (% area)
Terpenes and terpenoids	7	39.50	Lupeyl acetate (36.96)
Aliphatic hydrocarbons	15	27.47	Docosane (18.01)
Fatty acids and fatty acid derivatives	10	11.90	Hexadecanoic acid, methyl ester (4.34)
Flavonoids and flavonoid glycosides	3	9.99	Lucenin 2 (8.40)
Aliphatic alcohols, aldehydes and ethers	6	4.15	1-Docosanol (1.17)
Sterols and triterpenoids	2	4.06	Stigmast-5-en-3-ol, (3β,24S)- (2.27)
Other / miscellaneous compounds	3	1.82	2-,2-Dibenzylethanol (0.94)
Total	**46**	**98.89**	

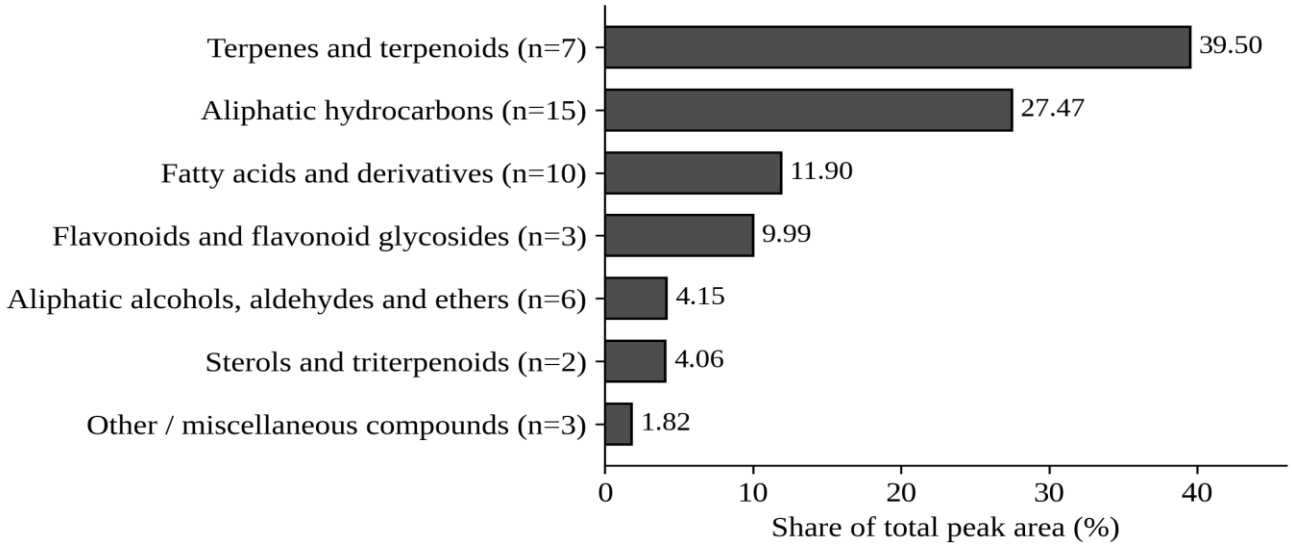


Figure 2. Shares of the chemical classes of compounds identified in the *Viscum album* L. fruit extract within the total peak area

3.2. Terpenoids, sterols and triterpenoids

Among the seven compounds of the terpenoid class, lupeol acetate (library name: lupeyl acetate; 36.96%; RT 56.69 min) was the dominant compound, alone accounting for about 93.6% of the class total and more than one third of the total peak area. In addition, germacrene D (0.67%), 9-desoxo-9-X-acetoxy-3,8,12-tri-

O-acetyl-ingol (0.64%), 2,6,10,14-hexadecatetraen-1-ol, 3,7,11,15-tetramethyl-, acetate, (E,E,E)- (0.43%), caryophyllene (0.32%), 2,6,10,14,18-pentamethyl-2,6,10,14,18-eicosapentaene (0.25%) and (−)-α-selinene (0.23%) were detected at low levels. The sterol and triterpenoid class comprised two compounds, stigmast-5-en-3-ol, (3β,24S)- (2.27%) and β-sitosterol TMS derivative (1.79%), assigned by library matching.

3.3. Aliphatic hydrocarbons, alcohols and fatty acid derivatives

The aliphatic hydrocarbon class consisted of 15 peaks, with docosane (18.01%; RT 47.72 min) clearly predominant, representing about 65.6% of the class total. It was followed by eicosane (2.13%), dotriacontane (1.48%), tridecane (1.12%) and three separate peaks matched to 11-decyldocosane (1.57% in total); the remaining alkanes (undecane, tetradecane, hexadecane, nonadecane, heneicosane, tricosane, tetracosane and 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)octadecane) were each below 1%.

In the fatty acids and derivatives class (10 peaks), hexadecanoic acid methyl ester (4.34%) and octadecanoic acid methyl ester (2.39%) stood out. They were followed by 9-octadecenamide (1.68% in two peaks), hexadecadienoic acid methyl ester (1.18%), 8,11-octadecadienoic acid methyl ester (0.67%), isopropyl tetradecanoate (0.47%), tetracosanoic acid methyl ester (0.47%), methyl 13,16-docosadienoate (0.41%) and oxiraneoctanoic acid, 3-octyl-, methyl ester, cis- (0.29%). In the aliphatic alcohols, aldehydes and ethers class (6 peaks), 1-docosanol (1.75% in two peaks), octadecanal (1.05%), 9-octadecene, 1,1′-[1,2-ethanediylbis(oxy)]bis-, (Z,Z)- (0.68%), 3-hexadecanol (0.35%) and ethanol, 2-(9-octadecenyloxy)-, (Z)- (0.32%) were detected.

3.4. Flavonoids and other compounds

In the flavonoid class, lucenin 2 (8.40%; RT 59.10 min) was the dominant compound, followed by quercetin 7,3′,4′-trimethoxy (1.03%) and flavone 4′-OH,5-OH,7-di-O-glucoside (0.56%). The other/miscellaneous class comprised 2-,2-dibenzylethanol (0.94%), 3,6-bis(t-butyl)fluorenone (0.59%) and 3-(N,N-dimethyllaurylammonio)propanesulfonate (0.29%). Details for all compounds are given in Table 2.

Table **2.** List of compounds tentatively identified by GC-MS, by chemical class

No.	Compound name	RT (min)	Area (%)	CAS No.
Terpenes and terpenoids (n=7; Σ area = 39.50%)				
2	Caryophyllene	14.48	0.32	87-44-5
3	(-)-α-Selinene	15.69	0.23	473-13-2
4	Germacrene D	16.29	0.67	23986-74-5
17	2,6,10,14-Hexadecatetraen-1-ol, 3,7,11,15-tetramethyl-, acetate, (E,E,E)-	33.47	0.43	61691-98-3
32	2,6,10,14,18-Pentamethyl-2,6,10,14,18-eicosapentaene	46.44	0.25	75581-03-2
41	Lupeyl acetate	56.69	36.96	1617-68-1
46	9-Desoxo-9-X-Acetoxy-3,8,12-Tri-O-Acetyl-Ingol	84.67	0.64	NA
Aliphatic hydrocarbons (n=15; Σ area = 27.47%)				
1	Undecane	10.40	0.48	1120-21-4
5	Tridecane	16.77	1.12	629-50-5
7	Tetradecane	22.75	0.63	629-59-4
12	Hexadecane	29.19	0.21	544-76-3
16	Docosane, 11-decyl-	33.09	0.67	55401-55-3
20	Docosane, 11-decyl-	37.59	0.52	55401-55-3
24	Nonadecane	41.59	0.21	629-92-5
25	Docosane, 11-decyl-	41.72	0.38	55401-55-3
28	Eicosane	44.24	2.13	112-95-8
30	Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)-	45.54	0.28	55282-12-7
31	Heneicosane	45.98	0.56	629-94-7
34	Docosane	47.72	18.01	629-97-0
35	Tricosane	49.32	0.34	638-67-5
37	Dotriacontane	50.92	1.48	544-85-4
38	Tetracosane	52.46	0.45	646-31-1
Fatty acids and fatty acid derivatives (n=10; Σ area = 11.90%)				
9	Isopropyl tetradecanoate	25.78	0.47	110-27-0
10	Hexadecanoic acid, methyl ester	28.24	4.34	112-39-0
13	8,11-Octadecadienoic acid, methyl ester	32.12	0.67	56599-58-7
14	Hexadecadienoic acid, methyl ester	32.26	1.18	29961-54-4
15	Octadecanoic acid, methyl ester	32.89	2.39	112-61-8
18	9-Octadecenamide, (Z)-	33.91	0.22	301-02-0
19	Methyl 13,16-docosadienoate	36.64	0.41	NA
21	9-Octadecenamide	37.70	1.46	301-02-0
23	Oxiraneoctanoic acid, 3-octyl-, methyl ester, cis-	41.12	0.29	2566-91-8
29	Tetracosanoic acid, methyl ester	44.79	0.47	2442-49-1
Flavonoids and flavonoid glycosides (n=3; Σ area = 9.99%)				
42	Flavone 4'-OH,5-OH,7-di-O-glucoside	57.86	0.56	NA
43	Lucenin 2	59.10	8.40	29428-58-8
44	Quercetin 7,3',4'-trimethoxy	69.08	1.03	6068-80-0
Aliphatic alcohols, aldehydes and ethers (n=6; Σ area = 4.15%)				

No.	Compound name	RT (min)	Area (%)	CAS No.
8	3-Hexadecanol	25.15	0.35	593-03-3
26	Octadecanal	43.00	1.05	638-66-4
27	1-Docosanol	44.11	1.17	661-19-8
33	Ethanol, 2-(9-octadecenyloxy)-, (Z)-	46.59	0.32	5353-25-3
36	1-Docosanol	49.95	0.58	661-19-8
39	9-Octadecene, 1,1'-[1,2-ethanediylbis(oxy)]bis-, (Z,Z)-	53.11	0.68	17367-13-4
Sterols and triterpenoids (n=2; Σ area = 4.06%)				
40	Stigmast-5-en-3-ol, (3β,24S)-	53.98	2.27	83-47-6
45	β-Sitosterol, TMS derivative	74.34	1.79	2625-46-9
Other / miscellaneous compounds (n=3; Σ area = 1.82%)				
6	3-(N,N-Dimethyllaurylammonio)propanesulfonate	17.01	0.29	14933-08-5
11	3,6-bis(t-Butyl)fluorenone	28.58	0.59	NA
22	2-,2-Dibenzylethanol	39.27	0.94	NA

Note: Compound names are those given by library matching. Peaks with the same library name at different retention times are listed as separate peaks. RT: retention time; NA: no CAS number in the library record; Σ: sum of % area within the class.

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

4.1. Terpenoid and sterol fraction

In the Eruh sample the terpenoid fraction was defined by the predominance of lupeol acetate. Pentacyclic triterpenoids are well documented for the genus *Viscum*; besides betulinic, oleanolic and ursolic acids, β-amyrin, β-amyrin acetate, lupeol, lupeol acetate, β-sitosterol and stigmasterol have been reported in the lipophilic extract (viscin) of *V. album* (Urech et al., 2005). The detection of lupeol acetate and sitosterol-type compounds in the fruit extract is therefore consistent with the previously reported lipophilic composition. Reviews also emphasise terpenoids, sterols and fatty acids among the main biologically relevant compound groups of mistletoe (Nazaruk & Orlikowski, 2016; Szurpnicka et al., 2020). Lupeol is an intensively studied triterpene with anti-inflammatory, antimicrobial and antiproliferative effects (Saleem, 2009; Siddique & Saleem, 2011); the biological effects of lupeol acetate, the dominant compound here, require separate investigation. Caryophyllene, detected at a low level (0.32%), is known as a dietary sesquiterpene that binds the cannabinoid CB2 receptor (Gertsch et al., 2008).

4.2. Hydrocarbon and fatty acid fraction

The prominence of long-chain alkanes (especially docosane, 18.01%) and aliphatic alcohols/aldehydes in the hexane fraction is consistent with selective extraction of wax- and lipid-related constituents by an apolar

solvent; these compound groups are typical components of plant cuticular wax (Kunst & Samuels, 2003). The fatty acid group was led by the methyl esters of hexadecanoic and octadecanoic acids, i.e., methyl palmitate and methyl stearate, and these fatty acids have previously been reported in the lipophilic extract of *V. album* (Urech et al., 2005). However, because methanolic KOH was used in sample preparation, the methyl esters in the chromatogram should be interpreted within the base-catalysed transesterification/methylation step and not regarded directly as native free metabolites (Christie, 2003). Peaks in the other/miscellaneous class (1.82%) are based on library matching, and their plant origin should be evaluated separately.

4.3. Flavonoid fraction

The flavonoid group accounted for 9.99% of the total peak area, with lucenin 2 representing 8.40%. An LC-MS/MS study of *V. album* leaf, fruit and seed extracts reported caffeoylquinic acid derivatives and dimethylated flavonoids as prominent constituents (Stefanucci et al., 2020). The finding that, among tinctures from different host trees, the highest flavonoid content was in the one prepared from the *Quercus robur* host (Holandino et al., 2020) is noteworthy given that flavonoid-related signals were observed in this oak-hosted sample. Nevertheless, direct determination of polar, high-molecular-weight flavonoids, especially glycosides, by GC-MS is limited. The results for this group should therefore be regarded as preliminary, and the flavonoid fraction should be examined with complementary methods such as LC-MS/MS.

4.4. Importance of host tree, location and harvest time

The host tree is an important variable when interpreting mistletoe chemistry. In a metabolomic study *V. album* ssp. *album* samples clustered according to host species (Jäger et al., 2021), and the essential oil compositions of populations growing on three hosts in Sicily, including *Quercus suber*, differed markedly by GC-MS (Geraci et al., 2023). Effects of harvest time, location and host species on chemical composition and antioxidant activity have also been shown (Pietrzak & Nowak, 2021). Documenting that the present sample originates from an oak host at 37.728927° N, 42.159993° E is therefore not merely geographic information but a phytochemical variable that improves reproducibility and permits future comparative chemotaxonomic studies. In this study the host tree was identified only at the *Quercus* sp. level; detailed records of the host species, collection date and phenological stage are recommended for future work.

4.5. Conclusion and recommendations

In the hexane extract of *V. album* fruits collected from oak trees in Eruh (Siirt), 46 compounds distributed among seven chemical classes were tentatively identified by GC-MS. The profile was dominated by terpenes/terpenoids (39.50%) and aliphatic hydrocarbons (27.47%), with lupeol acetate (36.96%) and docosane

(18.01%) as the compounds with the highest shares. Fatty acid derivatives (11.90%), flavonoid-related signals (9.99%), aliphatic alcohols/aldehydes/ethers (4.15%) and sterols/triterpenoids (4.06%) contribute additional chemical diversity. These findings provide a host- and site-documented lipophilic chemical fingerprint for the Eruh material. It should be kept in mind that compound names are tentative identifications based on mass spectral library matching and that percentages are relative peak areas.

The following are recommended for future studies: (i) comparative analysis of fruit samples from different host tree species, regions and maturity stages; (ii) complementing the polar and flavonoid fractions with LC-MS/MS; and (iii) investigation of the biological activities of this lupeol acetate-rich extract, such as antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities.

REFERENCES

Benguedouar, K., Betina, S. B., Erenler, R., Genç, N., Gök, M., Sebti, M., & Madi, N. (2022). Evaluation of the antioxidant properties and total phenolic content of a dairy product (yogurt) supplemented with *Thymus willdenowii* essential oil from Algeria. *Journal of Food Measurement and Characterization, 16*(5), 3568–3577. https://doi.org/10.1007/s11694-022-01455-6

Christie, W. W. (2003). *Lipid analysis: Isolation, separation, identification and structural analysis of lipids* (3rd ed.). Oily Press.

Geraci, A., Schicchi, R., Sgadari, F., Badalamenti, N., & Bruno, M. (2023). The essential oil compositions of three Sicilian accessions of Viscum album L. growing on three different host trees. Natural Product Research, 37(15), 2623–2627. https://doi.org/10.1080/14786419.2022.2058940

Gertsch, J., Leonti, M., Raduner, S., Racz, I., Chen, J.-Z., Xie, X.-Q., Altmann, K.-H., Karsak, M., & Zimmer, A. (2008). Beta-caryophyllene is a dietary cannabinoid. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 105*(26), 9099–9104. https://doi.org/10.1073/pnas.0803601105

Holandino, C., Melo, M. N. O., Oliveira, A. P., Batista, J. V. C., Capella, M. A. M., Garrett, R., Grazi, M., Ramm, H., Dalla Torre, C., Schaller, G., Urech, K., Weissenstein, U., & Baumgartner, S. (2020). Phytochemical analysis and in vitro anti-proliferative activity of *Viscum album* ethanolic extracts. *BMC Complementary Medicine and Therapies, 20*, Article 215. https://doi.org/10.1186/s12906-020-02987-4

Jäger, T., Holandino, C., Melo, M. N. O., Peñaloza, E. M. C., Oliveira, A. P., Garrett, R., Glauser, G., Grazi, M., Ramm, H., Urech, K., & Baumgartner, S. (2021). Metabolomics by UHPLC-Q-TOF reveals host tree-dependent phytochemical variation in *Viscum album* L. *Plants, 10*(8), 1726. https://doi.org/10.3390/plants10081726

Kunst, L., & Samuels, A. L. (2003). Biosynthesis and secretion of plant cuticular wax. *Progress in Lipid Research, 42*(1), 51–80. https://doi.org/10.1016/S0163-7827(02)00045-0

Nazaruk, J., & Orlikowski, P. (2016). Phytochemical profile and therapeutic potential of *Viscum album* L. *Natural Product Research, 30*(4), 373–385.

Pietrzak, W., & Nowak, R. (2021). Impact of harvest conditions and host tree species on chemical composition and antioxidant activity of extracts from *Viscum album* L. *Molecules, 26*(12), 3741. https://doi.org/10.3390/molecules26123741

Royal Botanic Gardens, Kew. (n.d.). *Plants of the World Online: Viscum album L.* Retrieved October 11, 2026, from https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:300881-2

Saleem, M. (2009). Lupeol, a novel anti-inflammatory and anti-cancer dietary triterpene. *Cancer Letters, 285*(2), 109–115. https://doi.org/10.1016/j.canlet.2009.04.033

Siddique, H. R., & Saleem, M. (2011). Beneficial health effects of lupeol triterpene: A review of preclinical studies. *Life Sciences, 88*(7–8), 285–293. https://doi.org/10.1016/j.lfs.2010.11.020

Sırma, E., Fidan, M., Gök, M., Tegin, İ., Yılmaz, M. A., & Yabalak, E. (2025). Chemical profiling and antioxidant potential of propolis from Pervari, Siirt: Discovery of tannic acid and key bioactive compounds. *Natural Product Research*, 1–14. https://doi.org/10.1080/14786419.2025.2456677

Stefanucci, A., Zengin, G., Llorent-Martínez, E. J., Dimmito, M. P., Della Valle, A., Pieretti, S., Ak, G., Sinan, K. I., & Mollica, A. (2020). *Viscum album* L. homogenizer-assisted and ultrasound-assisted extracts as potential sources of bioactive compounds. *Journal of Food Biochemistry, 44*(9), Article e13377. https://doi.org/10.1111/jfbc.13377

Szurpnicka, A., Kowalczuk, A., & Szterk, A. (2020). Biological activity of mistletoe: In vitro and in vivo studies and mechanisms of action. *Archives of Pharmacal Research, 43*(6), 593–629. https://doi.org/10.1007/s12272-020-01247-w

Urech, K., Scher, J. M., Hostanska, K., & Becker, H. (2005). Apoptosis inducing activity of viscin, a lipophilic extract from *Viscum album* L. *Journal of Pharmacy and Pharmacology, 57*(1), 101–109.

Yousefvand, S., Fattahi, F., Hosseini, S. M., Urech, K., & Schaller, G. (2022). Viscotoxin and lectin content in foliage and fruit of *Viscum album* L. on the main host trees of Hyrcanian forests. *Scientific Reports, 12*, Article 10383. https://doi.org/10.1038/s41598-022-14504-3

Zuber, D. (2004). Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L. *Flora, 199*(3), 181–203. https://doi.org/10.1211/0022357055083

A DFT-BASED INVESTIGATION OF THE STRUCTURAL AND ELECTRONIC PROPERTIES OF A BISMUTH(III) CHLORIDE COMPLEX CONTAINING A HETEROCYCLIC THIOAMIDE

Prof. Dr. İbrahim İsmet ÖZTÜRK[1] / Assist. Prof. Dr. Okan UÇAR[2]

[1] Tekirdag Namik Kemal University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, Section of Inorganic Chemistry, Tekirdag, Türkiye; iiozturk@nku.edu.tr; ORCID: 0000-0003-3164-0038

[2] Tekirdag Namik Kemal University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, Section of Inorganic Chemistry, Tekirdag, Türkiye; oucar@nku.edu.tr; ORCID: 0000-0001-5921-3324

Abstract

The structural, electronic, and vibrational properties of a bismuth(III) complex containing 2-mercapto-4-methylthiazole were investigated using density functional theory (DFT) calculations. The molecular geometry was fully optimized at the B3LYP/LANL2DZ level of theory, and the optimized structure was subsequently examined through frontier molecular orbital analysis and global quantum chemical descriptors. The calculated HOMO and LUMO energies were −6.42 and −3.18 eV, respectively, giving a HOMO–LUMO energy gap of 3.24 eV. The calculated global hardness (1.62 eV) and softness (0.62 eV^{-1}) indicate appreciable electronic stability and moderate chemical reactivity, while the electrophilicity index of 7.11 eV suggests a pronounced electron-accepting character. Vibrational analysis was performed by comparing the calculated frequencies with the experimentally reported FT-IR data. The calculated and experimental N–H stretching frequencies were 3194 and 3186 cm^{-1}, respectively, whereas the corresponding C=N stretching frequencies were 1499 and 1417 cm^{-1}. The C=S stretching vibration showed particularly good agreement, with calculated and experimental values of 777 and 767 cm^{-1}, respectively. The preservation of the N–H stretching band and the characteristic C=S vibration supports the proposed neutral coordination behavior of the thioamide-derived ligand and indicates sulfur-based coordination to the bismuth center. Overall, the combined electronic and vibrational analyses provide complementary insight into the structural and coordination characteristics of the bismuth(III) complex and demonstrate the applicability of DFT calculations for elucidating its molecular properties.

Keywords: Bismuth(III); 2-Mercapto-4-methylthiazole; DFT; HOMO–LUMO; FT-IR; Quantum chemical descriptors.

1. INTRODUCTION

Ligands containing electron-donating heteroatoms such as sulfur and nitrogen constitute an important class in coordination chemistry of main-group and transition metals due to their diverse binding capabilities (Mishra et al., 2015; Zhong & Yuan, 2025; Gutmańska et al., 2025). Incorporation of these ligands into heterocyclic frameworks enables the formation of various coordination geometries and molecular architectures around metal centers (Xanthopoulou et al., 2003; Nadeem et al., 2015). In particular, sulfur-containing heterocyclic ligands have attracted considerable attention in coordination chemistry owing to the high polarizability of the sulfur atom and its ability to establish strong interactions with metal centers. Along with the position and electronic characteristics of the heteroatoms within the ligand framework, these properties are among the key factors governing the nature of metal–ligand interactions and the structural features of the resulting complexes (Nadeem et al., 2010).

Heterocyclic thioamides are an important class of sulfur-donor ligands characterized by the presence of a C=S functional group incorporated into a nitrogen-containing heterocyclic system (Varna et al., 2022). These compounds can exist in thione (–NH–C(=S)–) and thiol (–N=C(–SH)–) forms as a result of prototropic tautomerism (Sultana et al., 2010). However, the thione form has been reported to be more stable in the solid state, while the sulfur atom generally acts as the primary donor site during coordination to metal ions (Özdemir & Türkpençe, 2013; Jyothi, 2026). The ability of thioamide ligands to coordinate to metal ions in monodentate, chelating, or bridging modes allows them to exhibit diverse coordination behaviors and to form monomeric, dimeric, or polymeric complexes (Ozturk et al., 2014; Ajaz et al., 2011; Tang et al., 2020; Aulakh et al., 2020; Mahmood et al., 2018). Therefore, investigation of the coordination behavior of heterocyclic thioamides is important not only for understanding metal–ligand bonding but also for elucidating the structural characteristics of the resulting complexes.

Mercaptothiazole-derived ligands represent an important subgroup of heterocyclic thioamides. The presence of thione/thiol tautomerism and a sulfur donor atom in these ligands can give rise to different coordination modes with various metal centers (Figure 1) (Azam & Reshak, 2014). Previous studies have shown that mercaptothiazole ligands can coordinate to metal ions in monodentate or bidentate modes and, in some cases, can act as bridging ligands through the sulfur atom, leading to the formation of higher-dimensional structures (Ozturk et al., 2021; Ozturk et al., 2020). In particular, the methyl substituent attached to the thiazole ring in 2-mercapto-4-methylthiazole (Hmmthz) may influence the approach of the ligand toward the metal center and the resulting coordination environment through its electronic and steric effects. Therefore, complexes

formed by 2-mercapto-4-methylthiazole with main-group metal ions represent interesting systems for evaluating the coordination behavior of heterocyclic sulfur-donor ligands.

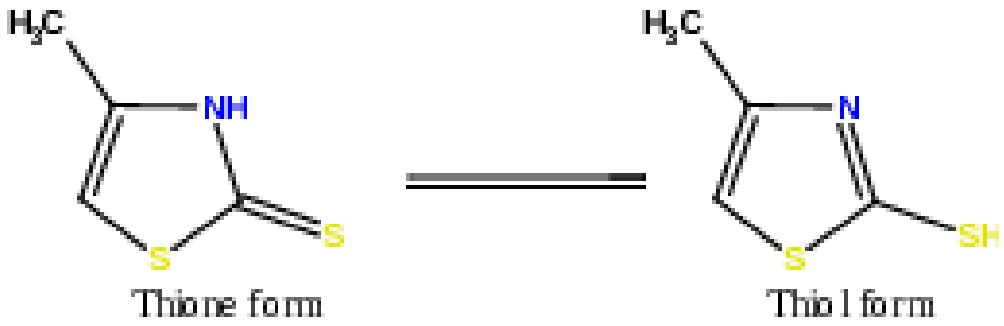


Figure 1. The tautomerism of 2-mercapto-4-methyl-thiazole ligand.

Bismuth(III) halides occupy an important position in the coordination chemistry of sulfur-donor ligands owing to their Lewis acidic character and ability to accommodate different coordination numbers (Ozturk et al., 2021; Shetu et al., 2022). The ability of the Bi(III) center to interact with both relatively hard donor atoms, such as nitrogen, and softer donor atoms, such as sulfur, facilitates the formation of coordination compounds with diverse structural characteristics (Imran et al., 2014). In complexes of heterocyclic thioamides with Bi(III) halides, coordination of the sulfur atom to the metal center is frequently observed, while the complexes may adopt square-pyramidal or octahedral coordination geometries depending on the ligand-to-metal ratio and the halide employed (Cakmak et al., 2018; Yarar et al., 2018). In addition, bridging interactions involving halide or sulfur atoms play an important role in the formation of dimeric and polymeric structures (Ozturk et al., 2021; Ucar et al., 2021). This structural diversity makes Bi(III)–thioamide complexes an attractive area of research in coordination chemistry.

The present work focuses on the theoretical investigation of the physicochemical and electronic features of the previously described polymeric complex $[\{BiCl_2(\mu_2\text{-}Cl)(Hmmthz)_2\}_n]$, in which Hmmthz represents 2-mercapto-4-methylthiazole (Figure 2). Although the molecular structure of this Bi(III) complex has already been identified by spectroscopic methods, further information regarding its molecular and electronic properties was sought through computational analysis. For this purpose, density functional theory (DFT) calculations were carried out with the Gaussian software package, providing a detailed assessment of the structural parameters and electronic properties of the complex.

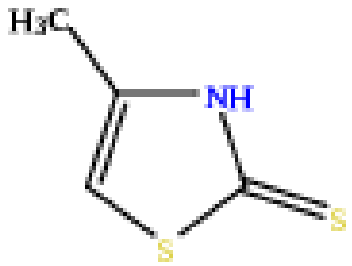


Figure 2. The molecular structure of 2-mercapto-4-methyl-thiazole ligand.

2. METHOD

Density functional theory (DFT) calculations were carried out to investigate the structural and electronic properties of the bismuth(III) chloride complex incorporating 2-mercapto-4-methyl-thiazole. The molecular geometry used as the initial model was obtained from the crystallographic information file (CIF) reported in the literature. This structure was subsequently subjected to full geometry optimization without imposing any symmetry constraints. The calculations were performed with the Gaussian 16W software package, while GaussView 6.0.16 was utilized for visualization and analysis of the optimized molecular geometry, frontier molecular orbitals, and associated electronic properties.

For the quantum chemical calculations, the B3LYP hybrid exchange–correlation functional in combination with the LANL2DZ basis set was employed. This level of theory was selected as a practical compromise between computational cost and an adequate treatment of systems containing heavy elements. Following geometry optimization, the calculated HOMO and LUMO energies were utilized to derive the global reactivity parameters, including ionization potential, electron affinity, chemical hardness, chemical softness, electronegativity, chemical potential, and electrophilicity index, according to Eqs. (1–8) (Ozturk et al., 2020).

$$I = -E_{(HOMO)}$$

$$EA = -E_{(LUMO)}$$

$$\Delta E = E_{(LUMO)} - E_{(HOMO)}$$

$$\eta = (I - EA)/2$$

$$\sigma = 1/\eta$$

$$\chi = (I + EA)/2$$

$$\mu = -\chi$$

$$\omega = \mu^2/(2\eta)$$

Equations 1–8. The formulae of quantum parameters.

3. RESULTS

The optimized molecular structure of the bismuth complex was obtained using the B3LYP/LANL2DZ level of theory, with the aim of identifying its most stable, lowest-energy configuration. The corresponding optimized geometry is presented in Figure 3. The frontier molecular orbital energies, namely those of the highest occupied molecular orbital (HOMO) and lowest unoccupied molecular orbital (LUMO), were subsequently calculated and expressed in electron volts (eV). These values were employed to determine the global reactivity parameters using Eqs. (1–8), namely the ionization potential (I), electron affinity (EA), HOMO–LUMO energy gap (ΔE), electronegativity (χ), chemical potential (μ), global hardness (η), global softness (σ), and electrophilicity index (ω).

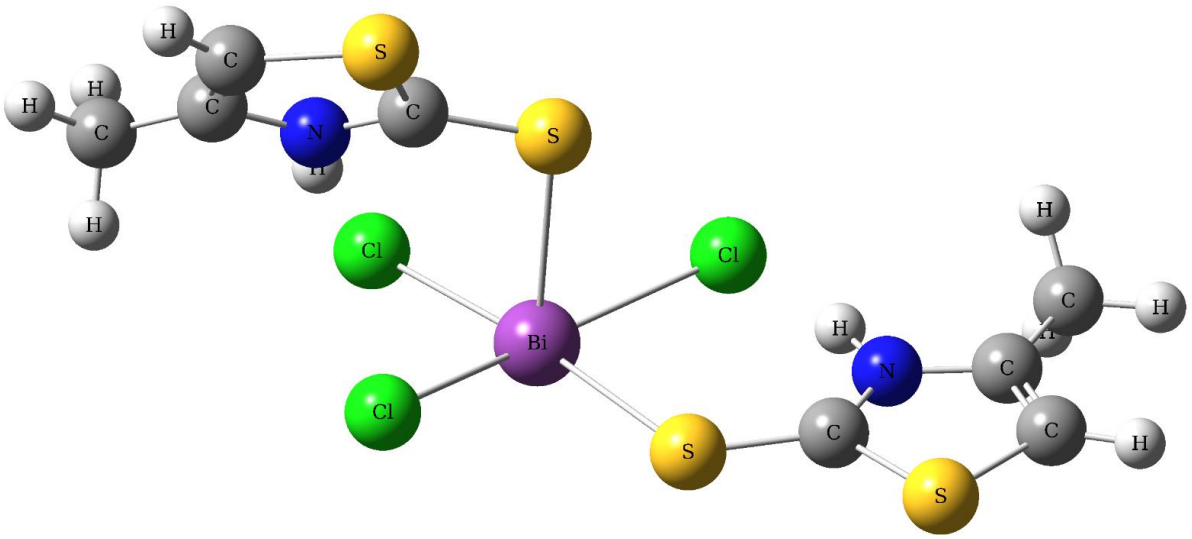


Figure 3. The geometric optimized structure of the bismuth complex.

The calculated frontier molecular orbital energies and the corresponding global quantum chemical descriptors for the Bi complex are summarized in Table 1. The HOMO and LUMO energies were determined to be −6.42 and −3.18 eV, respectively, resulting in a HOMO–LUMO energy gap (ΔE) of 3.24 eV. This relatively high ΔE value suggests that the complex exhibits appreciable kinetic stability while maintaining moderate chemical reactivity. In general, a larger separation between the HOMO and LUMO levels is associated with greater resistance to electronic excitation and electron-transfer processes, which is indicative of enhanced molecular stability and comparatively lower chemical reactivity.

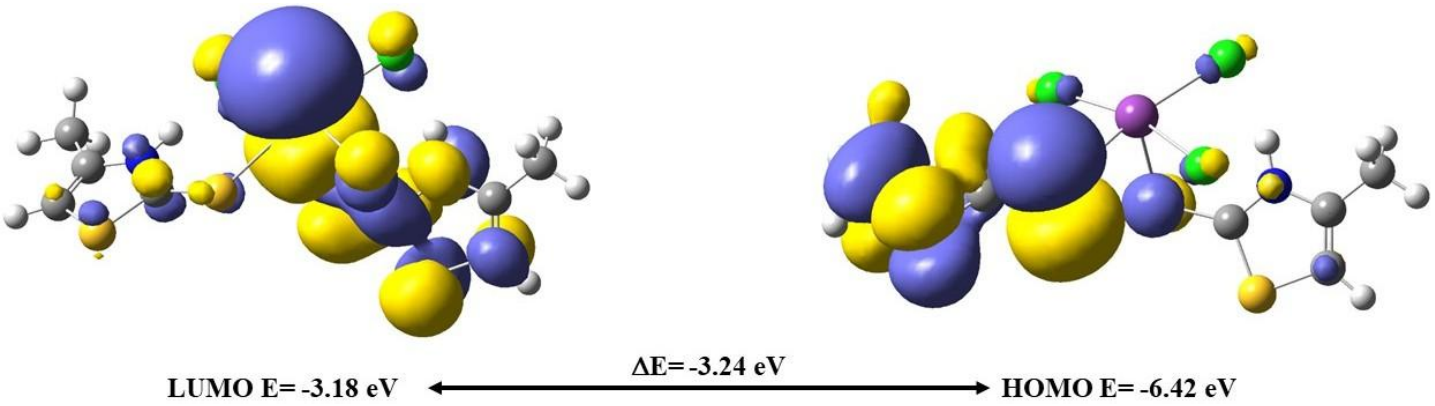


Figure 4. The frontier molecular orbitals of the bismuth complex.

The ionization potential (I = 6.42 eV) indicates that the removal of an electron from the Bi complex requires a relatively high amount of energy, suggesting that its valence electrons are relatively strongly bound. In contrast, the electron affinity (EA = 3.18 eV) reflects a considerable tendency of the complex to accept electrons, indicating that electron uptake from suitable electron-donating species may be favorable. The global hardness (η = 1.62 eV) indicates that the Bi complex possesses a moderate degree of resistance to changes in its electronic distribution, which contributes to its overall stability. According to the Hard and Soft Acids and Bases (HSAB) principle, harder species are generally less susceptible to charge-transfer processes and structural deformation. Correspondingly, the softness value (σ = 0.62 eV^{-1}) indicates a moderate degree of chemical softness and polarizability, suggesting that the complex can undergo electronic redistribution to a certain extent. The electronegativity (χ = 4.80 eV) demonstrates a relatively strong ability of the Bi complex to attract electron density, whereas the chemical potential (μ = −4.80 eV) reflects the thermodynamic tendency of electrons to remain associated with the molecular system. The negative value of the chemical potential indicates that electron loss from the complex is not thermodynamically favored. Finally, the electrophilicity index (ω = 7.11 eV) indicates that the Bi complex exhibits a relatively strong electrophilic character. This relatively high electrophilicity suggests that the complex has a pronounced ability to accept electron density from nucleophilic species, which may contribute to its potential interactions with electron-rich donor molecules.

Table 1. The quantum parameters of the bismuth complex.

Global Reactivity Descriptor	Symbol	Value (eV)
Highest occupied molecular orbital energy	E_{HOMO}	-6.42
Lowest unoccupied molecular orbital energy	E_{LUMO}	-3.18
Frontier orbital energy separation	ΔE	3.24
Ionization potential	I	6.42
Electron affinity	EA	3.18
Global hardness	η	1.62
Global softness	σ	0.62
Electronegativity	χ	4.80
Chemical potential	μ	-4.80
Electrophilicity index	ω	7.11

Infrared spectral analysis was employed to examine the coordination behavior of the thioamide-derived ligand in the bismuth complex. The experimentally observed characteristic vibrational bands were compared with the corresponding frequencies obtained from DFT calculations. The selected vibrational modes are presented in Table 2. The calculated and experimental frequencies of the N–H stretching vibration were found to be 3194 and 3186 cm^{-1}, respectively, showing very close agreement. This band provides important evidence for the presence of the N–H group in the coordinated ligand and supports a neutral coordination mode. The C=N stretching vibration was calculated at 1499 cm^{-1}, while the experimental value was observed at 1417 cm^{-1}. In addition, the C=S stretching vibration appeared at 777 cm^{-1} in the theoretical spectrum and at 767 cm^{-1} experimentally, demonstrating a close correspondence between the calculated and experimental values. The good agreement observed for these characteristic vibrational frequencies supports the reliability of the DFT calculations and, in particular, the proposed coordination behavior of the thioamide-derived ligand toward the bismuth center.

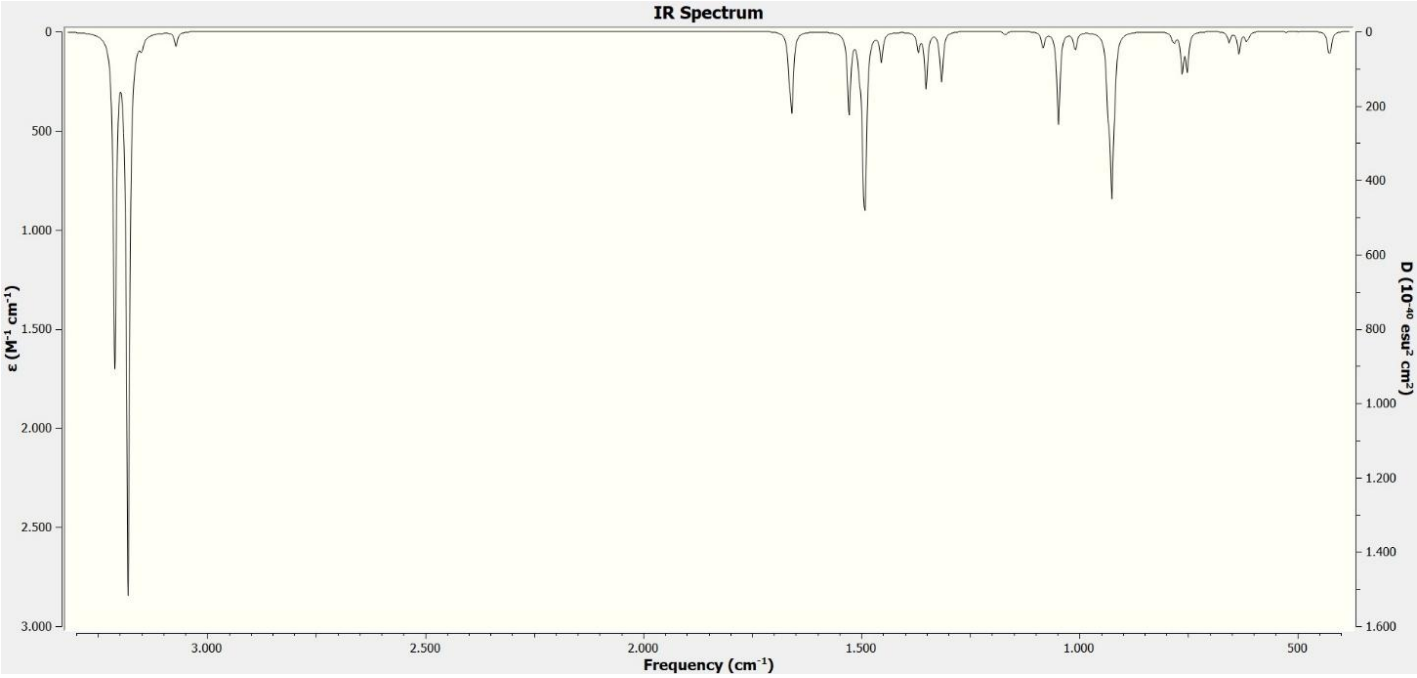


Figure 5. The infrared spectra of the bismuth complex.

Table 2. The infrared peaks of the bismuth complex (theoretically and experimentally).

Compound	ν(N–H)	ν(C=N)	ν(C=S)
Calculation	3194	1499	777
Experimental	3186	1417	767

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

In this study, the structural, electronic, and vibrational properties of the bismuth(III) complex containing 2-mercapto-4-methylthiazole were investigated using density functional theory at the B3LYP/LANL2DZ level of theory. Geometry optimization provided a stable structural model, which was subsequently evaluated through frontier molecular orbital analysis and global quantum chemical descriptors. The calculated HOMO and LUMO energies were −6.42 and −3.18 eV, respectively, resulting in a HOMO–LUMO energy gap of 3.24 eV. This energy gap, together with the calculated global hardness (1.62 eV) and softness (0.62 eV^{-1}), indicates that the complex possesses appreciable electronic stability while retaining a moderate degree of chemical reactivity. The ionization potential (6.42 eV), electronegativity (4.80 eV), and negative chemical potential (−4.80 eV) further support the stability of the electronic structure, whereas the electrophilicity index (7.11 eV) indicates a pronounced tendency of the complex to accept electron density.

The vibrational analysis provided additional insight into the coordination behavior of the thioamide-derived ligand. The calculated and experimental N–H stretching frequencies were found to be 3194 and 3186 cm^{-1}, respectively, while the corresponding C=N frequencies were 1499 and 1417 cm^{-1}. The C=S stretching vibration showed particularly close agreement between the calculated and experimental values, at 777 and 767 cm^{-1}, respectively. The preservation of the N–H stretching band together with the characteristic C=S vibration supports the proposed neutral coordination behavior of the ligand and indicates that coordination occurs through the sulfur donor atom rather than through nitrogen.

Overall, the combined DFT and vibrational analyses provide a consistent description of the structural and electronic characteristics of the bismuth complex. The good correspondence between the calculated and experimentally reported vibrational frequencies also demonstrates that the applied computational approach is suitable for providing complementary information on the bonding and electronic properties of this bismuth-containing coordination system.

REFERENCES

Ajaz, H., Hussain, S., Altaf, M., Stoeckli-Evans, H., Isab, A. A., Mahmood, R., Altaf, S., & Ahmad, S. (2011). Synthesis and characterization of antimony(III) complexes of thioamides, and crystal structure of {[Sb(Imt)2Cl2]2(μ2-Imt)}Cl2 (Imt = imidazolidine-2-thione). Chinese Journal of Chemistry, 29, 254–258.

Aulakh, J. K., Lobana, T. S., Sood, H., Arora, D. S., Garcia-Santos, I., Kaur, M., & Jasinski, J. P. (2020). Synthesis, structures, and novel antimicrobial activity of silver(I) halide complexes of imidazolidine-2-thiones. Polyhedron, 175, 114235. https://doi.org/10.1016/j.poly.2019.114235

Azam, S., & Reshak, A. H. (2014). Electronic structure, effective mass, and optical dispersion of 2-mercapto-5-methyl-1,3,4-thiadiazole: Density functional theory calculations. Materials Science in Semiconductor Processing, 26, 649–656. https://doi.org/10.1016/j.mssp.2014.05.054

Cakmak, M., Ozturk, I. I., Banti, C. N., Manoli, M., Moushi, E., Tasiopoulos, A. J., Grzeskiewicz, A. M., Kubicki, M., & Hadjikakou, S. K. (2018). Bismuth(III) bromide-thioamide complexes: Synthesis, characterization and cytotoxic properties. Main Group Metal Chemistry, 41, 143–154. https://doi.org/10.1515/mgmc-2018-0035

Gutmańska, K., Podborska, A., Mazur, T., Sławek, A., Sivasamy, R., Maximenko, A., Orzeł, Ł., Oszajca, J., Stochel, G., Dev, A. V., Vijayakumar, C., Szaciłowski, K., & Dołęga, A. (2025). From donor-acceptor ligands to smart coordination polymers: Cyanothiazole-Cu(I) complexes for multifunctional electronic devices. Chemistry – A European Journal, 31. https://doi.org/10.1002/chem.202500215

Imran, M., Mix, A., Neumann, B., Stammler, H. G., Monkowius, U., Bleckenwegner, P., & Mitzel, N. W. (2014). Synthesis, structural and photo-physical studies of bismuth(III) complexes with Janus scorpionate and co-ligands. Dalton Transactions, 43, 10956–10968. https://doi.org/10.1039/c4dt00668b

Jyothi, P. (2026). Recent advances in thiosemicarbazone metal complexes: Structure–activity relationship and therapeutic prospects. Discover Chemistry, 3. https://doi.org/10.1007/s44371-026-00538-3

Mahmood, R., Ahmad, S., Fettouhi, M., Roisnel, T., Amjad, M., Mehmood, K., Murtaza, G., & Isab, A. A. (2018). 2D polymeric cadmium(II) complexes containing 1,3-imidazolidine-2-thione (Imt) ligand, [Cd(Imt)(H2O)2(SO4)]n and [Cd(Imt)2(N3)2]n. Journal of Molecular Structure, 1156, 235–242. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2017.11.067

Mishra, C. B., Kumari, S., & Tiwari, M. (2015). Thiazole: A promising heterocycle for the development of potent CNS active agents. European Journal of Medicinal Chemistry, 92, 1–34. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2014.12.031

Nadeem, S., Rauf, M. K., Bolte, M., Ahmad, S., Tirmizi, S. A., Asma, M., & Hameed, A. (2010). Synthesis, characterization and antibacterial activity of palladium(II) bromide complexes of thioamides; X-ray structure of [Pd(tetramethylthiourea)4]Br2. Transition Metal Chemistry, 35, 555–561. https://doi.org/10.1007/s11243-010-9363-0

Nadeem, S., Tirmizi, S. A., Ali, M. I., Ahmad, S., Sirajuddin, M., & Hameed, A. (2015). Synthesis, spectral characterization and in vitro antibacterial evaluation and Petra/Osiris/Molinspiration analyses of new palladium(II) iodide complexes with thioamides. Alexandria Journal of Medicine, 52, 279–288. https://doi.org/10.1016/j.ajme.2015.10.003

Ozturk, I. I., Urgut, O. S., Banti, C. N., Kourkoumelis, N., Owczarzak, A. M., Kubicki, M., & Hadjikakou, S. K. (2014). Synthesis, structural characterization and cytostatic properties of N,N-dicyclohexyldithiooxamide complexes of antimony(III) halides (SbX3, X: Br or I). Polyhedron, 70, 172–179. https://doi.org/10.1016/j.poly.2013.12.025

Ozturk, I. I., Yarar, S., Gürgan, M., Ceyhan, D., Panagiotou, N., Tasiopoulos, A. J., Demirkesen, S., & Aral, C. (2020). Novel binuclear antimony(III) halide complexes of 5-methoxy-2-mercaptobenzimidazole: Synthesis, structural characterization, and biological studies. Journal of Coordination Chemistry, 73, 485–505. https://doi.org/10.1080/00958972.2020.1735003

Ozturk, I. I., Sirinkaya, E. T., Cakmak, M., Gürgan, M., Ceyhan, D., Panagiotou, N., & Tasiopoulos, A. J. (2021). Structural and biological features of bismuth(III) halide complexes with heterocyclic thioamides. Journal of Molecular Structure, 1227, 129730. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.129730

Özdemir, N., & Türkpençe, D. (2013). Theoretical investigation of thione-thiol tautomerism, intermolecular double proton transfer reaction and hydrogen bonding interactions in 4-ethyl-5-(2-hydroxyphenyl)-2H-1,2,4-triazole-3(4H)-thione. Computational and Theoretical Chemistry, 1025, 35–45. https://doi.org/10.1016/j.comptc.2013.10.001

Shetu, S. A., Sanchez-Palestino, L. M., Rivera, G., & Bandyopadhyay, D. (2022). Medicinal bismuth: Bismuth-organic frameworks as pharmaceutically privileged compounds. Tetrahedron, 129, 133117. https://doi.org/10.1016/j.tet.2022.133117

Sultana, R., Lobana, T. S., Sharma, R., Castineiras, A., Akitsu, T., Yahagi, K., & Aritake, Y. (2010). Heterocyclic thioamide derivatives of coinage metals (Cu, Ag): Synthesis, structures and spectroscopy. Inorganica Chimica Acta, 363, 3432–3441. https://doi.org/10.1016/j.ica.2010.06.051

Tang, H., Saunders, G. C., Raymond, O., Ma, X., & Henderson, W. (2020). Pyrrole thioamide complexes of organo-rhodium(III) and -iridium(III). Inorganica Chimica Acta, 506, 119545. https://doi.org/10.1016/j.ica.2020.119545

Ucar, O., Grześkiewicz, A. M., Banti, C., Hadjikakou, S. K., & Ozturk, I. I. (2021). Structural characterization and biological evaluation of antimony(III) and bismuth(III) complexes with imidazolidine-2-thione. Journal of Molecular Structure, 1235, 130270. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.130270

Varna, D., Geromichalou, E., Hatzidimitriou, A. G., Papi, R., Psomas, G., Dalezis, P., Aslanidis, P., Choli-Papadopoulou, T., Trafalis, D. T., & Angaridis, P. A. (2022). Silver(I) complexes bearing heterocyclic thioamide ligands with NH2 and CF3 substituents: Effect of ligand group substitution on antibacterial and anticancer properties. Dalton Transactions, 51, 9412–9431. https://doi.org/10.1039/d2dt00793b

Xanthopoulou, M. N., Hadjikakou, S. K., Hadjiliadis, N., Schürmann, M., Jurkschat, K., Michaelides, A., Skoulika, S., Bakas, T., Binolis, J., Karkabounas, S., & Charalabopoulos, K. (2003). Synthesis, structural characterization and in vitro cytotoxicity of organotin(IV) derivatives of heterocyclic thioamides, 2-mercaptobenzothiazole, 5-chloro-2-mercaptobenzothiazole, 3-methyl-2-mercaptobenzothiazole and 2-mercaptonicotinic acid. Journal of Inorganic Biochemistry, 96, 425–434. https://doi.org/10.1016/S0162-0134(03)00178-8

Yarar, S., Ozturk, I. I., Banti, C. N., Panagiotou, N., Papatriantafyllopoulou, C., Manoli, M., Manos, M. J., Tasiopoulos, A. J., & Hadjikakou, S. K. (2018). Synthesis, characterization and cytotoxic properties of bismuth(III) chloride complexes with heterocyclic thioamides. Inorganica Chimica Acta, 471, 23–33. https://doi.org/10.1016/j.ica.2017.10.026

Zhong, M., & Yuan, M. (2025). Recent advances in the use of N-heterocyclic carbene adducts of N, P, C elements as supporting ligands in organometallic chemistry. RSC Advances, 15, 15052–15085. https://doi.org/10.1039/d5ra02549d

THEORETICAL STUDY OF 2-ACETYLTHIOPHENE-N-PHENYL THIOSEMICARBAZONE: STRUCTURAL, VIBRATIONAL AND ELECTRONIC PROPERTIES

Prof. Dr. İbrahim İsmet ÖZTÜRK[1] / Assist. Prof. Dr. Okan UÇAR[2]

[1]Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, iiozturk@nku.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3164-0038

[2]Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, oucar@nku.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5921-3324

Abstract

The structural, vibrational, and electronic properties of 2-acetylthiophene-N-phenyl thiosemicarbazone (Hatphtsc) were investigated using Density Functional Theory (DFT). The molecular geometry was optimized at the B3LYP/6-31G(d,p) level using the Gaussian 16W software package. Frontier molecular orbital analysis yielded HOMO and LUMO energies of −5.667 and −2.027 eV, respectively, corresponding to a HOMO–LUMO energy gap of 3.64 eV. The calculated global quantum chemical descriptors, including ionization energy, electron affinity, electronegativity, chemical hardness, softness, chemical potential, and electrophilicity index, were used to evaluate the electronic stability and chemical reactivity of the ligand. The moderate HOMO–LUMO energy gap and global hardness value indicate that Hatphtsc possesses a relatively stable electronic structure while retaining appreciable chemical reactivity. The calculated vibrational frequencies were compared with the experimental FT-IR data reported in the literature, showing reasonable agreement and supporting the reliability of the computational approach. The vibrational analysis also confirmed the presence of the thione form of the ligand through the characteristic N–H, C=N, and C=S stretching vibrations. Furthermore, molecular electrostatic potential (MEP) analysis revealed pronounced electron-rich regions around the sulfur and nitrogen atoms of the thiosemicarbazone moiety, indicating their potential involvement in interactions with metal ions. Overall, the present theoretical investigation provides detailed insight into the structural, vibrational, and electronic characteristics of Hatphtsc and demonstrates its favorable electronic properties for coordination chemistry and further metal-complex studies.

Keywords: Thiosemicarbazone; 2-Acetylthiophene; Density Functional Theory; HOMO–LUMO; Molecular Electrostatic Potential; FT-IR Spectroscopy.

1. INTRODUCTION

Thiosemicarbazones constitute an important class of ligands that have attracted considerable attention in recent years owing to their rich coordination chemistry and diverse biological activities (Nyawade et al., 2021; Shahsavani et al., 2015; Ozturk et al., 2023). These compounds are generally synthesized through the condensation of thiosemicarbazide with aldehydes or ketones and represent a significant subclass of Schiff bases (Figure 1) (Öztürk et al., 2014). The presence of azomethine (–C=N–), thione (C=S), and amino functional groups within their molecular framework provides both high chemical stability and a remarkable ability to coordinate with a wide range of metal ions (Ajudiya et al., 2026). Their straightforward synthesis, tunable electronic properties through structural modification, and adaptability to various applications make thiosemicarbazones highly attractive compounds for chemical and biomedical research (Abou-Hussen et al., 2005; Tarasconi et al., 2000).

One of the most distinctive features of thiosemicarbazones is their ability to act as mono-, bi-, or polydentate ligands through the nitrogen, sulfur, and, in some derivatives, oxygen donor atoms present in their structures (Hegde et al., 2022; Ezzat et al., 2022; Ucar et al., 2024; Ozturk et al., 2021) This coordination versatility enables the formation of stable complexes with numerous metal ions, while significantly influencing the geometric structures, electronic properties, and chemical reactivity of the resulting complexes. Consequently, thiosemicarbazone-based metal complexes have been extensively investigated not only in coordination chemistry but also in materials science, analytical chemistry, and environmental chemistry because of their broad functional potential (Ebrahimi et al., 2015).

Thiosemicarbazones and their metal complexes have also emerged as promising candidates in medicinal chemistry owing to their remarkable pharmacological properties. Numerous studies have demonstrated that these compounds exhibit a broad spectrum of biological activities, including antibacterial, antifungal, antiviral, antimalarial, antitumor, cytotoxic, and anticancer effects (Chandra & Tyagi, 2009; Paiva et al., 2014; Atasever-Arslan et al., 2025; Zhang et al., 2012; George et al., 2022). A substantial proportion of these biological activities is attributed to the strong metal-chelating ability of thiosemicarbazones. Upon coordination, the resulting metal complexes can promote the generation of reactive oxygen species (ROS), inhibit biologically important metalloenzymes, and interact with nucleic acids, thereby suppressing cellular proliferation. Furthermore, the incorporation of aromatic or heterocyclic substituents into the molecular framework can enhance target selectivity and bioavailability, leading to improved biological performance (Hosseini-Yazdi et al., 2017; Ozturk et al., 2026).

To gain insight into the electronic structure and molecular properties of 2-acetylthiophene-N-phenyl thiosemicarbazone (Hatphtsc), quantum chemical calculations were performed within the framework of Density Functional Theory (DFT). The calculations were carried out using the B3LYP exchange-correlation functional in combination with the 6-31G(d,p) basis set. All computational analyses were conducted with the Gaussian 16W software package, while molecular geometries and electronic properties were visualized and analyzed using GaussView 6.0.16.

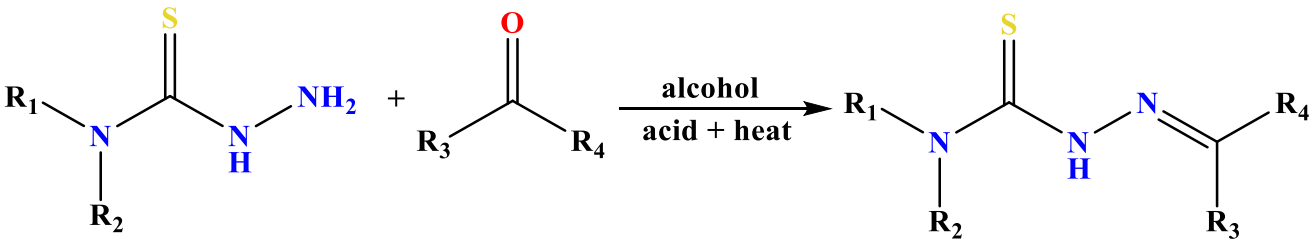


Figure 1. Synthesis procedure of thiosemicarbazone compounds

2. METHOD

Density Functional Theory (DFT) calculations were performed to investigate the structural and electronic properties of 2-acetylthiophene-N-phenyl thiosemicarbazone. The initial molecular geometry was constructed from the crystallographic information file (CIF) reported in the literature and subsequently optimized without imposing any symmetry constraints. All calculations were carried out using the Gaussian 16W software package, while molecular orbitals and other electronic properties were visualized with GaussView 6.0.16. The B3LYP hybrid exchange-correlation functional in combination with the 6-31G(d,p) basis set was selected because it provides reliable results for organic compounds with a reasonable computational cost. Global quantum chemical descriptors, including ionization potential, electron affinity, chemical hardness, softness, electronegativity, chemical potential, and electrophilicity index, were subsequently derived from the frontier molecular orbital energies according to Eqs. (1–8) (Belazghem et al., 2026).

$$I = -E_{HOMO}$$

$$EA = -E_{LUMO}$$

$$\Delta E = E_{HOMO} - E_{LUMO}$$

$$\chi = \frac{I + EA}{2}$$

$$\chi = -\mu$$

$$\eta = \frac{I - EA}{2}$$

$$\sigma = \frac{1}{\eta}$$

$$\omega = \frac{\chi^2}{2\eta}$$

Equation 1-8. The formulae of quantum parameters.

3. RESULTS

The geometry optimization of 2-acetylthiophene-N-phenyl thiosemicarbazone was carried out using the B3LYP exchange-correlation functional in conjunction with the 6-31G(d,p) basis set. The optimized molecular structure corresponding to the minimum energy configuration is presented in Figure 2. The HOMO and LUMO energy levels of the optimized structure were calculated in electron volts (eV), and these values were subsequently employed to determine the global quantum chemical descriptors using the equations given in Eqs. (1–8). Accordingly, the ionization potential (I), electron affinity (EA), HOMO–LUMO energy gap (ΔE), electronegativity (χ), chemical potential (μ), global hardness (η), global softness (σ), and electrophilicity index (ω) were calculated.

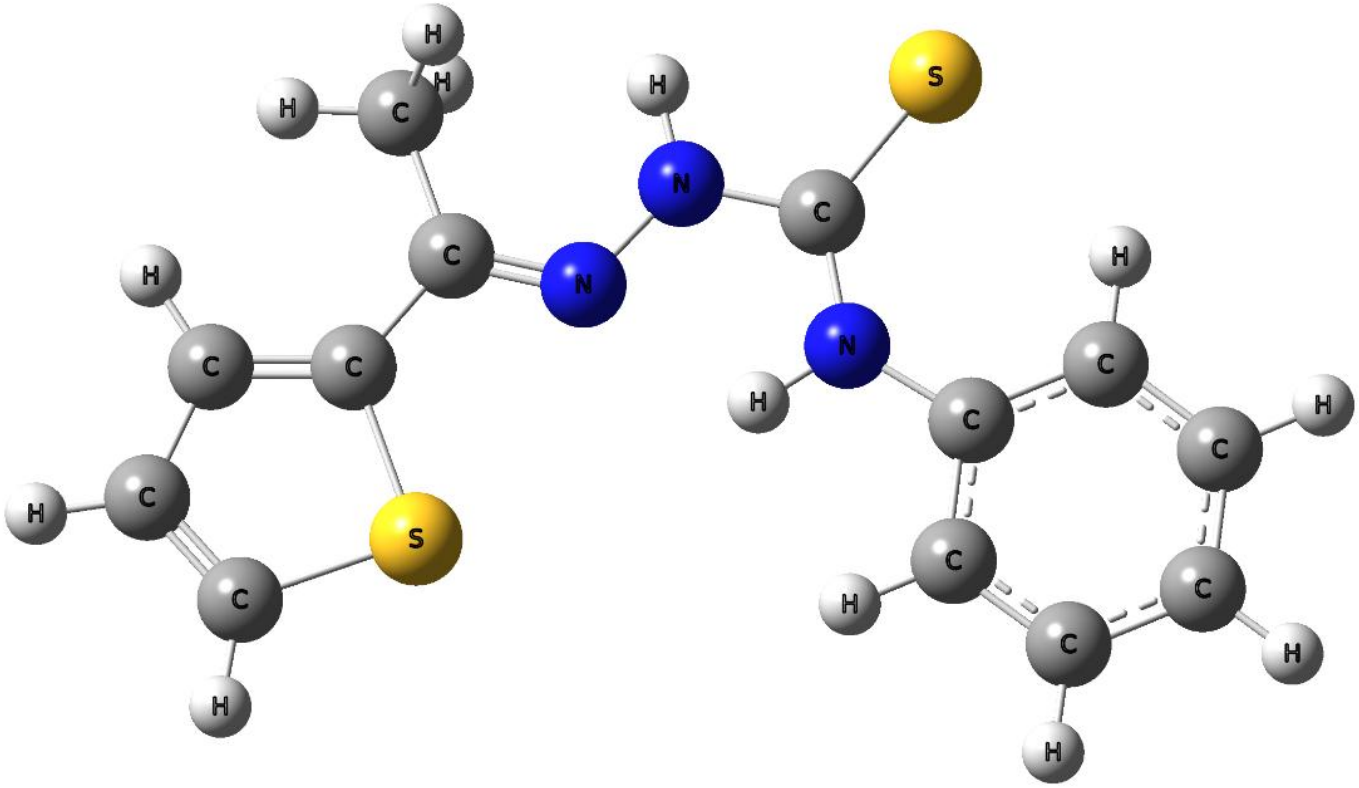


Figure 2. The geometric optimized structure of the 2-acetylthiophene-N-phenyl thiosemicarbazone (Hatphtsc).

The frontier molecular orbital energies and global quantum chemical descriptors of Hatphtsc are presented in Table 1. The quantum chemical parameters calculated for Hatphtsc provide valuable information about its electronic structure, chemical stability, and reactivity. The calculated HOMO and LUMO energies were found to be −5.667 and −2.027 eV, respectively, resulting in a HOMO–LUMO energy gap (ΔE) of 3.64 eV (Figure 3). The HOMO energy is associated with the electron-donating ability of a molecule, whereas the LUMO energy reflects its electron-accepting tendency. The negative values obtained for both frontier molecular orbitals indicate the electronic stability of Hatphtsc. The moderate HOMO–LUMO energy gap suggests that the molecule possesses a relatively stable electronic structure while retaining a certain degree of chemical reactivity. In general, a smaller energy gap facilitates electronic transitions and is associated with enhanced chemical reactivity, whereas a larger energy gap is indicative of greater molecular stability.

The calculated ionization energy (I) and electron affinity (EA) values were 5.667 and 2.027 eV, respectively. The relatively high ionization energy indicates that a certain amount of energy is required to remove an electron from the HOMO, supporting the stability of the ligand toward electron loss. On the other

hand, the positive electron affinity value indicates that Hatphtsc has an appreciable tendency to accept electron density. This electron-accepting character may be particularly relevant to its coordination behavior and electronic interactions with metal centers.

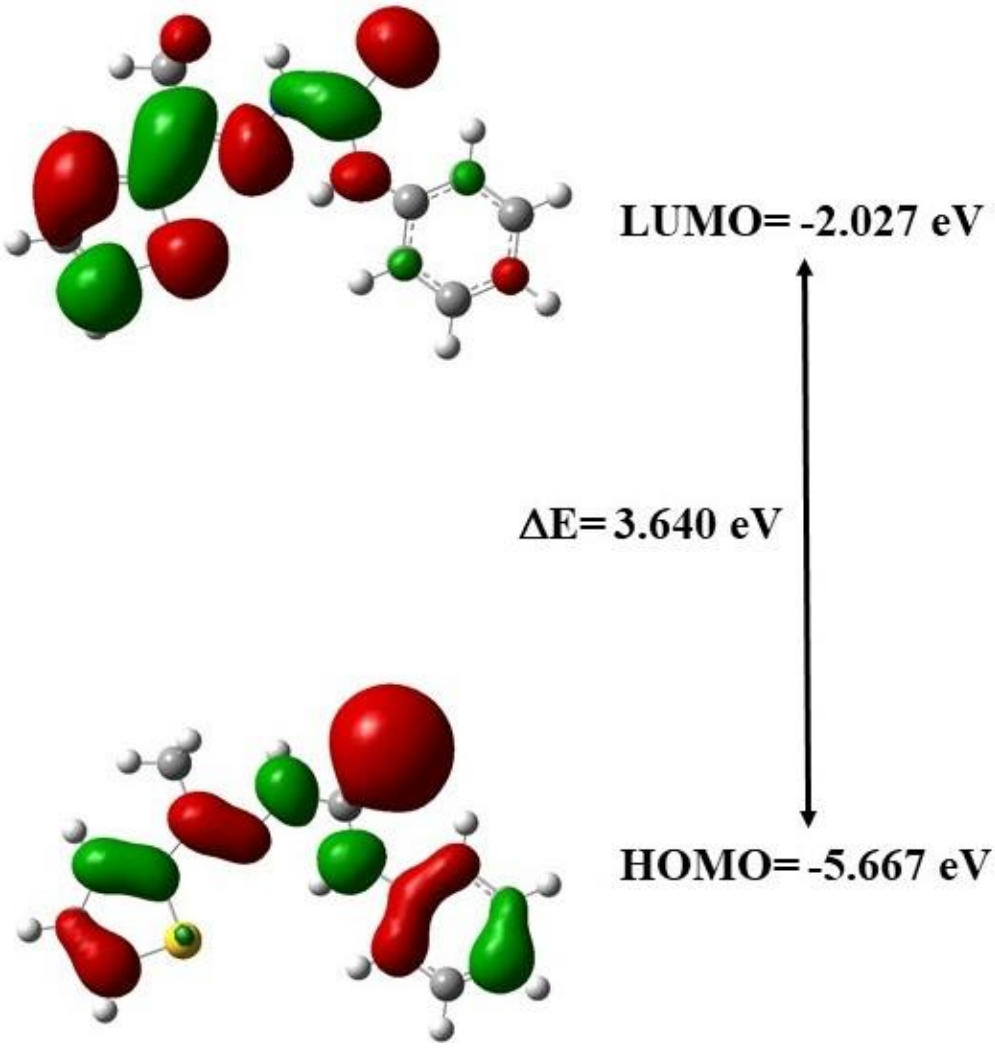


Figure 3. The frontiers molecular orbital of the 2-acetylthiophene-N-phenyl thiosemicarbazone (Hatphtsc).

The global hardness (η) and global softness (σ) values were calculated as 1.820 and 0.549 eV^{-1}, respectively. The moderate hardness value indicates that Hatphtsc can be considered a moderately hard chemical system. Since chemical hardness is generally associated with resistance to changes in electron density, the obtained value suggests that the ligand possesses a reasonable degree of electronic stability while remaining capable of undergoing electronic redistribution during chemical interactions. The corresponding softness value is consistent with this interpretation and indicates a moderate ability of the electron density to respond to an interacting species.

The electronegativity (χ) of Hatphtsc was calculated as 3.847 eV, indicating a pronounced tendency to attract electron density. The chemical potential (μ) was obtained as −3.847 eV, which is consistent with the calculated electronegativity because the chemical potential is defined as the negative of electronegativity. The negative chemical potential further supports the thermodynamic tendency of the molecule to maintain its electronic configuration. Furthermore, the electrophilicity index (ω) was calculated to be 4.065 eV. This relatively high value indicates a significant electrophilic character and suggests that Hatphtsc has a considerable tendency to accept electron density from suitable donor species.

Table 1. The quantum parameters of the 2-acetylthiophene-N-phenyl thiosemicarbazone (Hatphtsc).

Quantum Parameters (eV)	Hatphtsc
E_{HOMO}	-5.667
E_{LUMO}	-2.027
ΔE	3.64
I	5.667
EA	2.027
η	1.820
σ	0.549
χ	3.847
μ	-3.847
ω	4.065

The vibrational characteristics of the compound were previously described in the corresponding experimental study reported in the literature (Vikneswaran et al., 2015). The amine group N–H stretching band experimentally observed in the region of 3400 cm^{-1} was theoretically calculated at 3270 cm^{-1}. Similarly, the N–H stretching vibration associated with the azomethine group was theoretically predicted at 3225 cm^{-1}, compared with the experimental band observed in the region of 3100 cm^{-1}. The presence of these vibrational modes confirms that the ligand exists predominantly in its thione form (Figure 4). The characteristic strong C=N stretching vibration was observed at 1617 cm^{-1}, while the C=S stretching vibration band was detected at 847 cm^{-1}. The close agreement between the theoretical and experimental vibrational data provides further support for the reliability and accuracy of the computational method employed.

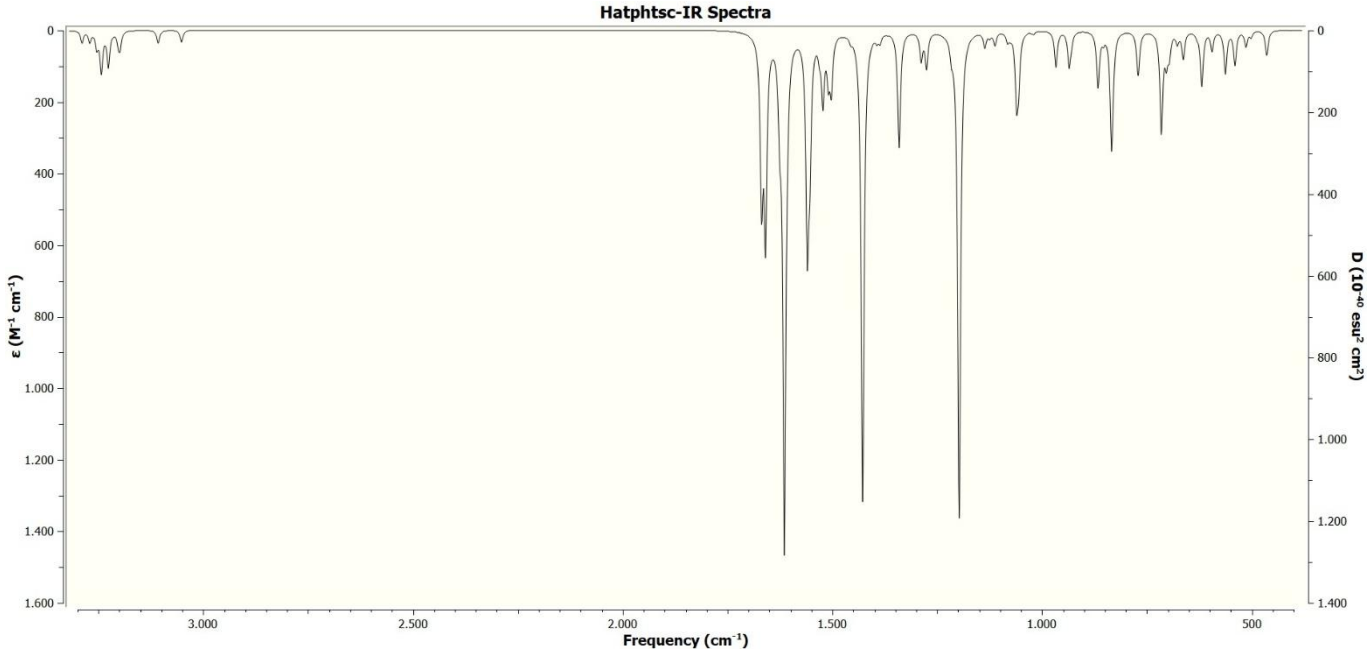


Figure 4. The infrared spectra of 2-acetylthiophene-N-phenyl thiosemicarbazone (Hatphtsc).

The molecular electrostatic potential (MEP) map of Hatphtsc was calculated to visualize the distribution of electrostatic potential over the molecular surface (Figure 5). The color scale ranges from −0.0457 to +0.0457 a.u., where the red and orange regions correspond to negative electrostatic potential and the blue regions represent positive electrostatic potential(Sert, 2025). The most pronounced negative electrostatic potential is localized around the thione sulfur atom, indicating a relatively high electron density at this site. This feature identifies the thione sulfur as one of the major nucleophilic centers of the molecule and is consistent with its potential role as a donor atom in metal–ligand coordination. The nitrogen atoms of the thiosemicarbazone moiety also contribute to the electron-rich regions, although the negative potential around the thione sulfur is more pronounced. In contrast, the blue regions are mainly localized around the hydrogen atoms of the N–H groups, indicating relatively electron-deficient sites that may participate as hydrogen-bond donor regions. The MEP distribution therefore demonstrates the coexistence of electron-rich and electron-deficient regions within Hatphtsc, suggesting that the molecule possesses suitable sites for both metal coordination and intermolecular hydrogen-bonding interactions. Overall, the MEP analysis supports the electronic characteristics of Hatphtsc and highlights the thione sulfur as a particularly favorable site for electrophilic interactions and metal coordination.

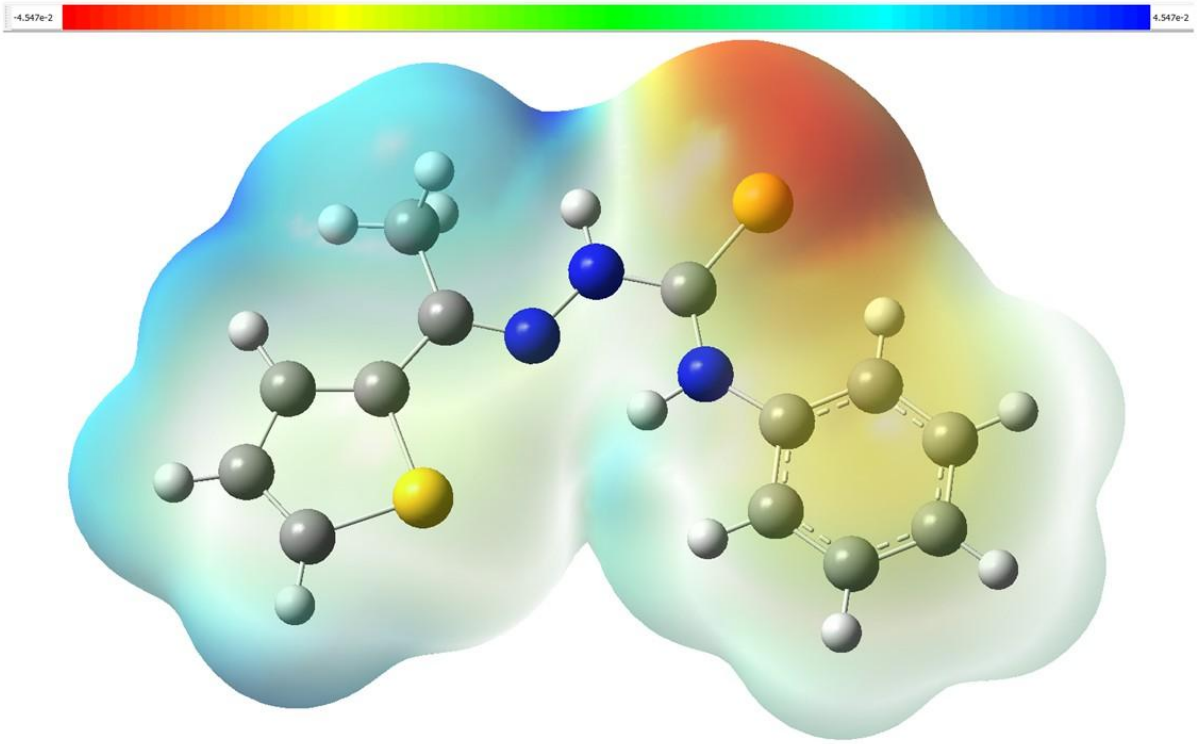


Figure 5. The molecular electrostatic potential map of 2-acetylthiophene-N-phenyl thiosemicarbazone (Hatphtsc).

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

In this study, the structural, vibrational, and electronic properties of 2-acetylthiophene-N-phenyl thiosemicarbazone (Hatphtsc) were investigated using Density Functional Theory at the B3LYP/6-31G(d,p) level. Geometry optimization provided a stable molecular structure, while frontier molecular orbital analysis yielded HOMO and LUMO energies of −5.667 and −2.027 eV, respectively, with a HOMO–LUMO energy gap of 3.64 eV. This moderate energy gap indicates that Hatphtsc possesses a balance between electronic stability and chemical reactivity. The calculated global descriptors, particularly the chemical hardness (1.820 eV), softness (0.549 eV^{-1}), electronegativity (3.847 eV), chemical potential (−3.847 eV), and electrophilicity index (4.065 eV), further support the presence of a stable yet electronically responsive molecular system.

The vibrational analysis showed reasonable agreement between the calculated and experimentally reported FT-IR bands. The theoretically calculated N–H stretching vibrations at 3270 and 3225 cm^{-1}, together with the experimentally observed bands in the corresponding regions, support the proposed thione form of the ligand. The characteristic C=N and C=S stretching vibrations were also identified, providing additional evidence for the preservation of the characteristic thiosemicarbazone functional groups.

The MEP analysis demonstrated that the electron density is preferentially localized around the sulfur and nitrogen atoms of the thiosemicarbazone moiety. These electron-rich regions indicate that these donor atoms may represent favorable sites for interactions with metal centers. In particular, the thione sulfur exhibits a pronounced electron-rich character, supporting its potential role in metal coordination. The N–H groups, on the other hand, provide electron-deficient regions that may contribute to intermolecular hydrogen-bonding interactions.

Overall, the obtained theoretical results provide a comprehensive description of the structural, vibrational, and electronic properties of Hatphtsc. The combination of a moderate HOMO–LUMO gap, appreciable electrophilicity, and electron-rich sulfur and nitrogen donor sites indicates that Hatphtsc is a promising ligand for coordination studies. The present results therefore provide a useful theoretical basis for understanding the coordination behavior of Hatphtsc and for future investigations involving its metal complexes and their potential chemical and biological properties.

REFERENCES

Abou-Hussen, A. A., El-Metwally, N. M., Saad, E. M., & El-Asmy, A. A. (2005). Spectral, magnetic, thermal and electrochemical studies on phthaloyl bis(thiosemicarbazide) complexes. Journal of Coordination Chemistry, 58, 1735–1749. https://doi.org/10.1080/00958970500262270

Ajudiya, J. H., Patel, D. M., Pandya, P., Agheda, K., Chakrabarty, B. S., Shah, H., Shah, H., & Shah, M. C. (2026). Computational and biological insights into furan-2-carbaldehyde based thiosemicarbazone and DFT analysis of its Cu(II) complex: XRD, molecular docking, and anticancer activity. Polyhedron, 289, 117965. https://doi.org/10.1016/j.poly.2026.117965

Atasever-Arslan, B., Kaya, B., Şahin, O., & Ülküseven, B. (2025). A square planar cobalt(II)-thiosemicarbazone complex: Synthesis, characterization, antiviral and anti-inflammatory potential. Journal of Molecular Structure, 1321, 140109. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.140109

Belazghem, N.-E., Ulu, Ö. D., Serin, S., Sekkoum, K., Yıldırım, İ., Özdemir, N., & Özdemir, İ. (2026). Integrated experimental–computational elucidation of a new Ag(I)-NHC complex: Synthesis, spectroscopic profiling, DFT/TD-DFT calculations, and QTAIM topological analysis. Journal of Molecular Structure, 1364, 145884. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2026.145884

Chandra, S., & Tyagi, M. (2009). Synthesis, structural, and antibacterial studies of some transition metal complexes derived from thiosemicarbazone and semicarbazone. Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements, 184, 778–789. https://doi.org/10.1080/10426500802274450

Ebrahimi, H. P., Hadi, J. S., Alsalim, T. A., Ghali, T. S., & Bolandnazar, Z. (2015). A novel series of thiosemicarbazone drugs: From synthesis to structure. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 137, 1067–1077. https://doi.org/10.1016/j.saa.2014.08.146

Ezzat, A., Mohamed, M. B. I., Mahmoud, A. M., Farag, R. S., El-Tabl, A. S., & Ragab, A. (2022). Synthesis, spectral characterization, antimicrobial evaluation and molecular docking studies of new Cu(II), Zn(II) thiosemicarbazone based on sulfonyl isatin. Journal of Molecular Structure, 1251, 132004. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.132004

George, J., Lekha, V. S., G, R. N., Mary, Y. S., Al-Otaibi, J. S., & K, R. (2022). Synthesis, crystal structure and anti-tumour activity studies of 4-tertiarybutylcyclohexanonethiosemicarbazone. Journal of Molecular Structure, 1265, 133490. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.133490

Hegde, P. L., Bhat, S. S., Revankar, V. K., Shaikh, S. A., Kumara, K., & NK, L. (2022). Syntheses, structural characterization and evaluation of the anti-tubercular activity of copper(II) complexes containing 3-

methoxysalicylaldehyde-4-methylthiosemicarbazone. Journal of Molecular Structure, 1257, 132589. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.132589

Hosseini-Yazdi, S. A., Mirzaahmadi, A., Khandar, A. A., Mahdavi, M., Rahimian, A., Eigner, V., Dušek, M., & Zarrini, G. (2017). Copper, nickel and zinc complexes of a new water-soluble thiosemicarbazone ligand: Synthesis, characterization, stability and biological evaluation. Journal of Molecular Liquids, 248, 658–667. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2017.10.068

Nyawade, E. A., Sibuyi, N. R. S., Meyer, M., Lalancette, R., & Onani, M. O. (2021). Synthesis, characterization and anticancer activity of new 2-acetyl-5-methyl thiophene and cinnamaldehyde thiosemicarbazones and their palladium(II) complexes. Inorganica Chimica Acta, 515, 120036. https://doi.org/10.1016/j.ica.2020.120036

Ozturk, I. I., Banti, C. N., Hadjikakou, S. K., Panagiotou, N., & Tasiopoulos, A. J. (2021). Bismuth(III) halide complexes of aromatic thiosemicarbazones: Synthesis, structural characterization and biological evaluation. Polyhedron, 208, 115388. https://doi.org/10.1016/j.poly.2021.115388

Ozturk, I. I., Turk, K., Grześkiewicz, A. M., Kubicki, M., Banti, C. N., & Hadjikakou, S. K. (2023). Heteroleptic six-coordinate bismuth(III) complexes with 2-acetylthiophene thiosemicarbazones: Synthesis, characterization, and biological properties. New Journal of Chemistry, 47, 12779–12789. https://doi.org/10.1039/D3NJ01411H

Ozturk, I. I., Ucar, O., Grześkiewicz, A. M., Kubicki, M., Banti, C. N., & Hadjikakou, S. K. (2026). Antimony(III) complexes of benzaldehyde thiosemicarbazones: Synthesis, structural analysis, and biological evaluation. Polyhedron, 285, 117912. https://doi.org/10.1016/j.poly.2025.117912

Öztürk, N., Yaman, P. K., Yavuz, M., Öter, Ö., Timur, S., & Subaşi, E. (2014). Synthesis, structural characterization, oxygen sensitivity, and antimicrobial activity of ruthenium(II) carbonyl complexes with thiosemicarbazones. Journal of Coordination Chemistry, 67, 2688–2700. https://doi.org/10.1080/00958972.2014.948433

Paiva, R. de O., Kneipp, L. F., Goular, C. M., Albuquerque, M. A., & Echevarria, A. (2014). Atividade antifúngica de tiosemicarbazonas e semicarbazonas frente a fungos micotoxigênicos. Ciência e Agrotecnologia, 38, 531–537. https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000600001

Sert, Y. (2025). Exploring the structural and electronic features of quinethazone using DFT. Bozok Journal of Science, 3, 60–65. https://doi.org/10.70500/bjs.1678446

Shahsavani, E., Khalaji, A. D., Feizi, N., Kučeráková, M., & Dušek, M. (2015). Synthesis, characterization, crystal structure and antibacterial activity of new sulfur-bridged dinuclear silver(I) thiosemicarbazone complex [Ag2(PPh3)2(μ-S-Brcatsc)2(η1-S-Brcatsc)2](NO3)2. Inorganica Chimica Acta, 429, 61–66. https://doi.org/10.1016/j.ica.2015.01.043

Tarasconi, P., Capacchi, S., Pelosi, G., Cornia, M., Albertini, R., Bonati, A., Dall'Aglio, P. P., Lunghi, P., & Pinelli, S. (2000). Synthesis, spectroscopic characterization and biological properties of new natural aldehydes thiosemicarbazones. Bioorganic & Medicinal Chemistry, 8, 157–162. https://doi.org/10.1016/S0968-0896(99)00260-6

Ucar, O., Ozturk, I. I., Grześkiewicz, A. M., Kubicki, M., Banti, C. N., & Hadjikakou, S. K. (2024). Synthesis, characterization, and biological investigation of antimony(III) halide complexes with different coordination architectures constructed from thiophene thiosemicarbazones. Applied Organometallic Chemistry, 38, e7858. https://doi.org/10.1002/aoc.7858

Vikneswaran, R., Eltayeb, N. E., Ramesh, S., & Yahya, R. (2015). DNA interactions and cytotoxicity of the aryls-vertexed zinc(II) thiosemicarbazone complex. Bulletin of the Chemical Society of Japan, 88, 1156–1158. https://doi.org/10.1246/bcsj.20150084

Zhang, L. Z., An, G. Y., Yang, M., Li, M. X., & Zhu, X. F. (2012). Synthesis, characterization, crystal structure and biological activities of the unusual main group 8-coordinate bismuth(III) complex derived from 2-acetylpyrazine N4-pyridylthiosemicarbazone. Inorganic Chemistry Communications, 20, 37–40. https://doi.org/10.1016/j.inoche.2012.02.009

AYLIK HASAT ZAMANININ *SALVİA OFFİCİNALİS* L. YAPRAKLARININ UÇUCU YAĞ ORANI VE KİMYASAL BİLEŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Hasan MARAL[1]/ Doç. Dr. Musa TÜRKMEN[2]/ Dr. Yılmaz EREN[3]

[1]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, hasmaral@kmu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9074-1109

[2]Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, musaturkmen@mku.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9914-9523

[3]Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, eren47959@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7636-2193

Özet

Bu çalışmada *Salvia officinalis* L. yapraklarının uçucu yağ oranı ve uçucu yağının kimyasal bileşiminin Mart-Aralık dönemindeki aylık değişimi araştırılmıştır. Uçucu yağlar hidrodistilasyon yöntemiyle elde edilmiş ve kimyasal bileşimleri gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) ile belirlenmiştir. Uçucu yağ oranları üç tekerrürün ortalaması olarak değerlendirilmiştir. Uçucu yağ oranı aylara bağlı olarak %1,20–3,22 arasında değişmiş; en düşük değer mart ayında (%1,20), en yüksek değer ise Eylül ayında (%3,22) belirlenmiştir. Eylül ayından sonra uçucu yağ oranı azalarak aralık ayında %2,40'a gerilemiştir. GC-MS analizlerinde aylara göre 36–40 bileşen tanımlanmış ve tanımlanan bileşenlerin toplamı %99,42–99,92 arasında gerçekleşmiştir. Uçucu yağın başlıca bileşenleri 1,8-cineole, α-thujone, camphor, veridiflorol, trans-caryophyllene, α-humulene ve sclareol/manool olarak belirlenmiştir. Bu bileşenlerin oranlarında aylar arasında belirgin değişimler gözlenmiştir. Veridiflorol mart ayında %41,80 ile en yüksek değerine ulaşırken aralık ayında %5,20'ye gerilemiştir. Buna karşılık α-thujone mart ayında %2,87 iken aralık ayında %22,93'e yükselmiştir. 1,8-Cineole ağustos ayında %20,44, camphor ise Ekim ayında %25,94 ile maksimum değer göstermiştir. Sonuçlar, *S. officinalis* yapraklarında uçucu yağ oranı ile kimyasal bileşimin aynı aylık eğilimi izlemediğini göstermiştir. Bu nedenle hasat zamanının belirlenmesinde yalnızca toplam uçucu yağ oranının değil, hedeflenen kimyasal bileşenlerin de dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Salvia officinalis*, adaçayı, uçucu yağ, GC-MS, aylık değişim

EFFECT OF MONTHLY HARVESTING TIME ON THE ESSENTIAL OIL CONTENT AND CHEMICAL COMPOSITION OF *SALVIA OFFICINALIS* L. LEAVES

In this study, the monthly variation in the essential oil content and chemical composition of *Salvia officinalis* L. leaves was investigated from March to December. Essential oils were obtained by hydrodistillation, and their chemical compositions were determined by gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS). Essential oil contents were evaluated as the means of three replicates. The essential oil content varied from 1.20% to 3.22% depending on the month, with the lowest value recorded in March (1.20%) and the highest in September (3.22%). Following September, the essential oil content decreased and reached 2.40% in December. GC–MS analyses identified 36–40 compounds depending on the month, with the identified compounds accounting for 99.42–99.92% of the total essential oil composition. The major constituents of the essential oil were 1,8-cineole, α-thujone, camphor, veridiflorol, trans-caryophyllene, α-humulene, and sclareol/manool. Pronounced monthly variations were observed in the proportions of these constituents. Veridiflorol reached its highest proportion in March (41.80%) and subsequently decreased to 5.20% in December. In contrast, α-thujone increased from 2.87% in March to 22.93% in December. 1,8-Cineole showed its maximum proportion in August (20.44%), whereas camphor reached its highest value in October (25.94%). The results demonstrated that the essential oil content and chemical composition of S. officinalis leaves did not follow the same monthly pattern. Therefore, it was concluded that harvest time should be determined not only based on the total essential oil content but also by considering the target chemical constituents.

Keywords: *Salvia officinalis*, sage, essential oil, GC–MS, monthly variation

1. GİRİŞ

S. officinalis (Lamiaceae), Akdeniz kökenli önemli tıbbi ve aromatik bitkilerden biridir. Yapraklarından elde edilen uçucu yağ; gıda, kozmetik, parfümeri ve çeşitli farmasötik uygulamalarda değerlendirilen önemli bir doğal üründür. Türün uçucu yağı genel olarak monoterpenler ve seskiterpenler bakımından zengin olup α-thujone, camphor, 1,8-cineole, β-thujone, borneol, α-humulene, β-caryophyllene ve viridiflorol gibi bileşikler sıklıkla temel bileşenler arasında yer almaktadır (Santos-Gomes ve Fernandes-Ferreira, 2001; Verma ve ark., 2015).

S. officinalis uçucu yağının kimyasal bileşiminin sabit olmadığı ve genetik yapı, yetişme ortamı, iklim, bitki organı, gelişme dönemi ve hasat zamanından etkilendiği bilinmektedir. Santos-Gomes ve Fernandes-Ferreira (2001), Portekiz'de iki farklı yetişme alanında yürüttükleri çalışmada *S. officinalis* uçucu yağının ana bileşen sınıflarında yıl boyunca önemli değişimler meydana geldiğini göstermiştir. Araştırıcılar, özellikle α-thujone ve camphor gibi oksijenli monoterpenler ile α-humulene, β-caryophyllene ve viridiflorol gibi seskiterpenlerin yıllık kimyasal varyasyonun önemli belirleyicileri olduğunu bildirmiştir. Bu sonuç, uçucu yağ bileşiminin yalnızca tür veya kemotip düzeyinde değil, aynı zamanda yıl içerisindeki zamansal değişim açısından da değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmalar da *Salvia* türlerinin uçucu yağ verimi ve kimyasal bileşimi bakımından belirgin bir türler arası varyabilite gösterdiğini ortaya koymuştur. Maral (2023), Türkiye'den dokuz *Salvia* türünün uçucu yağlarını karşılaştırdığı çalışmasında uçucu yağların ana bileşenlerinin türlere göre önemli ölçüde farklılaştığını ve camphor, β-pinene, α-pinene ve eucalyptol gibi bileşiklerin bazı türlerde baskın hale gelebildiğini bildirmiştir. Bu bulgular, *Salvia* cinsinde uçucu yağ kimyasal profilinin tür düzeyinde önemli bir varyasyon gösterdiğini ve aynı tür içerisindeki zamansal değişimlerin değerlendirilmesinin de gerekli olduğunu desteklemektedir (Maral, 2023).

Hasat döneminin *S. officinalis* uçucu yağının hem miktarını hem de kalitesini etkilediği farklı araştırmalarla da ortaya konmuştur. Benzer şekilde, Türkiye'de farklı *Salvia* türleri üzerinde yürütülen çalışmalar, uçucu yağ oranı ve kimyasal bileşimin genetik farklılıklara bağlı olarak önemli ölçüde değişebildiğini göstermiştir (Maral, 2023; Maral ve ark., 2024). Özellikle aynı lokalitede yetişen *Salvia* × *karamanensis* ve ebeveyn türleri üzerinde yapılan çalışmada uçucu yağ oranları ve ana bileşenlerin oranları arasında belirgin farklılıklar bulunması, genetik yapının uçucu yağ profili üzerindeki önemini ortaya koymuştur (Maral ve ark., 2024). Verma ve ark., (2015), *S. officinalis* üzerinde yaptıkları çalışmada uçucu yağ veriminin hasat mevsimine ve bitki organına bağlı olarak değiştiğini bildirmiştir. Aynı çalışmada cis-thujone, (E)-caryophyllene, manool, viridiflorol, 1,8-cineole

ve camphor başlıca bileşenler olarak belirlenmiş ve bileşenlerin oranlarının hasat sezonuna göre önemli ölçüde değiştiği ortaya konmuştur. Benzer şekilde Ben Farhat ve ark., (2016), farklı fenolojik dönemlerde yetiştirilen *S. officinalis* bitkilerinde uçucu yağ verimi ve bileşiminin hasat zamanından önemli ölçüde etkilendiğini ve özellikle 1,8-cineole, α-thujone, camphor ve viridiflorol oranlarının gelişme dönemine göre değiştiğini bildirmiştir.

S. officinalis uçucu yağının kimyasal profilinde özellikle α-thujone, camphor ve 1,8-cineole arasındaki oranlar türün karakterizasyonunda da önem taşımaktadır. Nitekim farklı coğrafi kökenlerden elde edilen adaçayı uçucu yağlarının değerlendirilmesinde α-thujone, 1,8-cineole ve camphorun çoğunlukla baskın monoterpenoidler olduğu bildirilmiştir (Craft ve ark., 2017). Bununla birlikte, aynı tür içerisinde farklı yetişme koşullarında ve farklı hasat zamanlarında bu bileşenlerin baskınlık sıralamasının değişebilmesi, hasat zamanının kimyasal standardizasyon açısından önemini artırmaktadır.

Uçucu yağ çalışmalarında yalnızca toplam yağ miktarının değerlendirilmesi, ürünün kimyasal kalitesi hakkında yeterli bilgi vermeyebilir. Örneğin yüksek uçucu yağ oranına sahip bir dönemde hedeflenen bileşenin düşük oranda bulunması mümkündür. Buna karşılık toplam yağ oranının daha düşük olduğu bir dönemde belirli bir bileşen yüksek düzeye ulaşabilir. Bu nedenle uçucu yağ verimi ile kimyasal bileşimin zamansal değişiminin birlikte değerlendirilmesi, özellikle ticari amaçlı üretimde optimum hasat zamanının belirlenmesi açısından önemlidir. Bu yaklaşım, Türkiye'de farklı *Salvia* türleri üzerinde gerçekleştirilen yakın tarihli bir çalışmanın sonuçlarıyla da desteklenmektedir. Kayıcılar ve Maral (2026), 12 yabani *Salvia* türünde uçucu yağ oranlarının %0,66–2,02 arasında değiştiğini ve türlere bağlı olarak baskın uçucu yağ bileşenlerinin önemli farklılıklar gösterdiğini bildirmiştir. Araştırıcılar, tür kimliğinin yanı sıra çevresel ve edafik faktörlerin de uçucu yağ özelliklerinin şekillenmesinde rol oynayabileceğini göstermiştir.

Bu çalışmanın amacı, *S. officinalis* yapraklarının Mart–Aralık döneminde uçucu yağ oranındaki aylık değişimi belirlemek ve uçucu yağın kimyasal bileşimini GC-MS ile analiz ederek başlıca bileşenlerin aylık değişimlerini ortaya koymaktır. Böylece toplam uçucu yağ oranı ile kimyasal bileşimin aynı dönemlerde maksimum değerlere ulaşıp ulaşmadığının belirlenmesi ve hasat zamanı açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM VE YÖNTEM

2.1. Bitki Materyali ve Örnekleme

S. officinalis yaprakları, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Alanı'nda yetiştirilen bitkilerden Ocak–Aralık döneminde aylık olarak örneklenmiştir. Böylece çalışma toplam 12 aylık bir örnekleme dönemini kapsamıştır. Her örnekleme döneminde bitkilerin gelişimini temsil edecek şekilde yaprak örnekleri

toplanmış ve uçucu yağ oranı ile uçucu yağ bileşiminin aylık değişimi incelenmiştir. Ocak ve Şubat aylarında toplanan yaprak örneklerinden uygulanan hidrodistilasyon işlemi sonucunda ölçülebilir miktarda uçucu yağ elde edilememiştir. Bu nedenle söz konusu aylara ait uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşimi verileri değerlendirmeye alınmamış, analizler uçucu yağ elde edilen Mart–Aralık dönemine ait örnekler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Uçucu yağ oranının belirlenmesi her örnekleme ayı için üç bağımsız tekerrür halinde gerçekleştirilmiştir.

2.2. Uçucu Yağların Elde Edilmesi

Aylık olarak toplanan *S. officinalis* yapraklarından uçucu yağ, Clevenger tipi hidrodistilasyon cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Hidrodistilasyon işlemi, her örnekleme döneminde aynı miktarda kurutulmuş yaprak materyali kullanılarak ve tüm örnekler için aynı distilasyon koşulları uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Her örnekleme ayına ait uçucu yağ izolasyonu üç bağımsız tekerrür halinde gerçekleştirilmiş ve elde edilen değerlerin ortalaması alınmıştır. Elde edilen uçucu yağ örnekleri, kimyasal bileşim analizleri gerçekleştirilinceye kadar ışık geçirmeyen, hava geçirmez cam viallerde ve düşük sıcaklıkta muhafaza edilmiştir.

2.3. GC-MS Analizi

Bitkilerden elde edilen uçucu yağların bileşenleri gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) yöntemiyle belirlenmiştir. Uçucu yağ bileşenlerinin analizi, Thermo Scientific ISQ Single Quadrupole model gaz kromatografisi-kütle spektrometresi cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde, %5 fenil polisilfenilen-siloksan sabit fazına sahip TR-FAME MS model kapiler kolon (60 m uzunluk × 0,25 mm iç çap × 0,25 µm film kalınlığı) kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak %99,9 saflıkta helyum kullanılmış ve akış hızı 1 mL/dak olarak ayarlanmıştır. Kütle spektrumları 70 eV iyonizasyon enerjisinde, 1,2–1200 m/z kütle aralığında ve tarama (Scan) modunda kaydedilmiştir. Kütle spektrometresinin transfer hattı sıcaklığı 250 °C, iyonlaşma kaynağı sıcaklığı 220 °C ve enjeksiyon portu sıcaklığı 220 °C olarak ayarlanmıştır. GC fırın sıcaklığı başlangıçta 50 °C olarak belirlenmiş ve sıcaklık 3 °C/dak ısıtma hızıyla 220 °C'ye yükseltilmiştir. Uçucu yağ bileşenlerinin tanımlanması, elde edilen kütle spektrumlarının Xcalibur veri sistemi kullanılarak Wiley 9 kütüphanesinde yer alan referans spektrumlarla karşılaştırılması yoluyla gerçekleştirilmiştir (Türkmen ve ark., 2022).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Uçucu Yağ Oranı

S. officinalis yapraklarının uçucu yağ oranında Mart–Aralık döneminde belirgin bir aylık değişim gözlenmiştir (Tablo 1). Uçucu yağ oranı mart ayında %1,20 olarak belirlenmiş ve Nisan (%1,31) ile Mayıs (%1,50) aylarında kademeli olarak yükselmiştir. Haziran ayında %1,92'ye ulaşan uçucu yağ oranı temmuz ayında %2,83'e, ağustos

ayında %3,12'ye ve Eylül ayında %3,22'ye yükselerek çalışma dönemindeki en yüksek değerine ulaşmıştır. Eylül ayından sonra ise uçucu yağ oranında azalma meydana gelmiş ve değerler Ekim, Kasım ve Aralık aylarında sırasıyla %2,58, %2,52 ve %2,40 olarak belirlenmiştir.

Buna göre uçucu yağ oranı Mart–Eylül döneminde düzenli bir artış eğilimi göstermiş, Eylül ayından sonra ise azalmıştır. Mart ayında belirlenen %1,20'lik değer ile Eylül ayında belirlenen %3,22'lik maksimum değer arasında yaklaşık 2,7 katlık bir fark bulunmaktadır. Bu sonuç, bitkinin yıl içerisindeki gelişme sürecinin uçucu yağ birikimi üzerinde belirgin bir etkisi olduğunu göstermektedir. Bu tür bir varyasyonun *Salvia* cinsinde genel bir özellik olduğu görülmektedir. Nitekim Maral (2023), Türkiye'de incelenen dokuz *Salvia* türünde uçucu yağ oranlarının ve kimyasal profillerin türlere göre önemli ölçüde değiştiğini bildirmiştir. Daha geniş kapsamlı bir çalışmada ise Kayıcılar ve Maral (2026), 12 yabani *Salvia* türünde uçucu yağ oranlarının %0,66–2,02 arasında değiştiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, uçucu yağ birikiminin *Salvia* cinsinde hem genotip hem de yetişme koşulları bakımından yüksek düzeyde değişkenlik gösterebildiği anlaşılmaktadır.

S. officinalis uçucu yağ veriminde hasat zamanına bağlı değişimler daha önce de bildirilmiştir. Verma ve ark., (2015), kuzey Hindistan koşullarında uçucu yağ veriminin hasat mevsimine göre değiştiğini ve tüm toprak üstü aksamda %0,22–0,43 arasında değerler aldığını bildirmiştir. Araştırıcılar en yüksek uçucu yağ veriminin yaz döneminde elde edildiğini ve hasat mevsiminin uçucu yağ verimi açısından önemli bir değişken olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Ben Farhat ve ark., (2016), *S. officinalis* bitkilerinde en yüksek uçucu yağ üretiminin çiçeklenme döneminde gerçekleştiğini ve hasat zamanının uçucu yağ verimini önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuştur.

Mevcut çalışmada en yüksek uçucu yağ oranının Eylül ayında belirlenmesi, literatürde bildirilen sonuçlarla genel eğilim bakımından uyumludur; ancak maksimum değerin ortaya çıktığı ayın farklı olması beklenen bir durumdur. Çünkü uçucu yağ verimi yalnızca takvim ayına bağlı değildir. Genotip, yetişme ortamı, sıcaklık, yağış, ışık şiddeti, bitkinin gelişme durumu ve hasat materyalinin niteliği gibi faktörler uçucu yağ birikimini etkileyebilmektedir (Santos-Gomes ve Fernandes-Ferreira, 2001; Ben Farhat ve ark., 2016). Dolayısıyla farklı araştırmalarda maksimum uçucu yağ oranının farklı aylarda veya fenolojik dönemlerde ortaya çıkması, çalışmalar arasındaki bir çelişkiden ziyade çevre × genotip × gelişme dönemi etkileşiminin bir sonucu olarak değerlendirilmelidir.

Çalışmada uçucu yağ oranının Eylül ayında maksimuma ulaşmasından sonra sonbahar aylarında azalması da dikkat çekicidir. Bu durum, bitkinin gelişme döneminin ilerlemesiyle birlikte uçucu yağ biyosentezi ve/veya salgı tüylerinde uçucu bileşiklerin birikiminde değişiklikler meydana gelebileceğini düşündürmektedir. Ancak

yalnızca uçucu yağ oranlarından hareketle belirli bir biyokimyasal mekanizmanın ileri sürülmesi mümkün değildir. Bu nedenle söz konusu değişimin fizyolojik temelinin farklı yıllarda tekrarlanan hasat çalışmaları ve bitkinin fenolojik özelliklerinin birlikte izlenmesiyle araştırılması gerekmektedir.

Öte yandan, maksimum uçucu yağ oranının Eylül ayında belirlenmesi, bu ayın yalnızca toplam uçucu yağ üretimi açısından değerlendirilmesi durumunda en uygun hasat dönemi olabileceğini göstermektedir. Ancak GC-MS sonuçları, toplam uçucu yağ oranının tek başına hasat zamanını belirlemek için yeterli olmadığını ortaya koymaktadır. Nitekim sonraki bölümde görüleceği üzere, uçucu yağın ana bileşenleri farklı aylarda maksimum düzeylere ulaşmıştır.

3.2. Uçucu Yağ Bileşenleri

GC-MS analizleri sonucunda Mart, Nisan, Mayıs ve Temmuz aylarında 40'ar bileşen; Haziran ve Ekim aylarında 38'er bileşen; Ağustos, Eylül, Kasım ve Aralık aylarında ise 36'şar bileşen tanımlanmıştır. Tanımlanan bileşenlerin toplam oranları aylara göre %99,42–99,92 arasında değişmiştir. Bu değerler, GC-MS analizlerinde uçucu yağ bileşiminin büyük bölümünün tanımlandığını göstermektedir.

S. officinalis uçucu yağının kimyasal profili literatürde oldukça değişken olmakla birlikte, α-thujone, camphor ve 1,8-cineole çoğu örnekte karakteristik bileşenler arasında yer almaktadır. Craft ve ark., (2017), farklı kaynaklardan elde edilen *S. officinalis* yaprak uçucu yağlarını kemotaksonomik açıdan değerlendirdikleri çalışmalarında α-thujone (%17–27), 1,8-cineole (%12–27) ve camphorun (%13–21) baskın bileşikler olduğunu bildirmiştir. Tunus kökenli bir çalışmada da camphor (%25,14), α-thujone (%18,83) ve 1,8-cineole (%14,14) başlıca bileşenler olarak belirlenmiş, ayrıca viridiflorolün %7,98 oranında bulunduğu bildirilmiştir (Khedher ve ark., 2017). Türkiye'deki *Salvia* türleri üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar da uçucu yağ bileşiminin türler arasında belirgin farklılık gösterebildiğini ortaya koymuştur. Maral (2023), dokuz *Salvia* türünün uçucu yağlarında camphor, β-pinene, α-pinene, eucalyptol ve diğer oksijenli monoterpenlerin türlere bağlı olarak farklı oranlarda baskınlaştığını bildirmiştir. Benzer şekilde Maral ve ark., (2024), *Salvia* × *karamanensis* ve ebeveyn türlerinde uçucu yağların ana bileşenlerinin büyük ölçüde ortak olmakla birlikte oranlarının farklı olduğunu göstermiştir. Mevcut çalışmada da söz konusu bileşiklerin önemli düzeylerde bulunması, elde edilen uçucu yağ profilinin *S. officinalis* için daha önce bildirilen karakteristik kimyasal yapı ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte, mevcut çalışmanın en önemli bulgusu, başlıca bileşenlerin oranlarının aylara göre oldukça farklı yönlerde değişmesidir. Özellikle 1,8-cineole, α-thujone, camphor ve veridiflorolün aylık profilleri

birbirinden belirgin şekilde ayrılmıştır. Bu durum, uçucu yağın toplam miktarı ile kimyasal kalitesinin aynı biyolojik süreç tarafından aynı yönde kontrol edilmediğini düşündürmektedir.

1,8-Cineole oranı Mart ayında %3,54 olarak belirlenmiş, Nisan ve Mayıs aylarında sırasıyla %1,97 ve %2,42'ye gerilemiştir. Haziran ayında %9,37'ye yükselen bileşen Temmuz ayında %16,17 ve Ağustos ayında %20,44 ile maksimum değerine ulaşmıştır. Daha sonra Eylül ayında %18,53, Ekim ayında %16,26 ve Kasım ayında %8,37 olarak belirlenmiş, Aralık ayında ise yeniden %18,47'ye yükselmiştir.

1,8-Cineole için özellikle Ağustos ayında elde edilen %20,44'lük değer dikkat çekicidir. Ben Farhat vd. (2016), S. officinalis'te 1,8-cineole oranının fenolojik döneme göre önemli ölçüde değiştiğini ve çiçeklenme döneminde yaklaşık %20 düzeylerine ulaşabildiğini bildirmiştir. Araştırıcıların bildirdiği %17,64–20,44 aralığı, mevcut çalışmada Ağustos ayında belirlenen %20,44'lük değerle oldukça yakın bir düzeydedir. Bu benzerlik, 1,8-cineole birikiminin bitkinin gelişme dönemindeki belirli fizyolojik koşullarla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

α-Thujone ise çalışmanın özellikle yaz sonu ve sonbahar döneminde baskınlaşan bileşenlerinden biri olmuştur. Mart ayında %2,87 olan α-thujone oranı Nisan ayında %4,27 ve Mayıs ayında %2,37 olarak belirlenmiştir. Haziran ayında belirgin bir artış göstererek %23,87'ye ulaşan bileşen Temmuz ayında %22,79, Ağustos ayında %26,47 ve Eylül ayında %26,33 olarak belirlenmiştir. Ekim ayında %24,75'e gerileyen α-thujone, Kasım ayında %18,82 olmuş ve Aralık ayında %29,69 ile çalışma dönemindeki en yüksek değerine ulaşmıştır.

Bu sonuçlar, α-thujone bakımından yaz sonu ve sonbahar döneminin önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca dikkat çekici olan husus, α-thujone oranının maksimum olduğu Aralık ayında toplam uçucu yağ oranının (%2,40) Eylül ayındaki maksimum uçucu yağ oranından (%3,22) daha düşük olmasıdır. Başka bir ifadeyle, maksimum toplam uçucu yağ oranı ile maksimum α-thujone oranı aynı aya karşılık gelmemiştir. Bu bulgu, hasat zamanının yalnızca toplam uçucu yağ miktarına göre belirlenmesinin kimyasal kalite açısından yanıltıcı olabileceğini göstermektedir.

Literatürde de α-thujone, *S. officinalis* uçucu yağındaki en önemli değişkenlerden biri olarak bildirilmiştir. Santos-Gomes ve Fernandes-Ferreira (2001), α-thujone ve camphorun yıl içerisindeki kimyasal değişimin önemli belirleyicileri olduğunu göstermiştir. Verma ve ark., (2015) ise farklı hasat sezonlarında cis-thujone oranını %19,8–42,5 arasında bildirmiştir. Mevcut çalışmada α-thujone için belirlenen %2,37–29,69 aralığı bu literatür değerleriyle aynı genel kimyasal varyasyon çerçevesi içerisinde değerlendirilebilir.

Camphor içeriği de belirgin bir aylık değişim göstermiştir. Mart ayında %4,90 olan camphor oranı Nisan ayında %4,83 ve Mayıs ayında %3,49 olarak belirlenmiştir. Haziran ayında %8,55'e yükselen camphor, Temmuz

ayında %18,94, Ağustos ayında %21,93 ve Eylül ayında %22,46 değerlerine ulaşmıştır. Ekim ayında %25,94 ile maksimum düzeyini gösteren camphor, Kasım ayında %12,31'e gerilemiş ve Aralık ayında yeniden %19,73'e yükselmiştir.

Camphorun özellikle Temmuz–Ekim döneminde yüksek oranlarda bulunması, yaz sonu ve sonbahar döneminin bu bileşen bakımından önemli olduğunu göstermektedir. Ben Farhat ve ark., (2016), camphor *içeriğinin S. officinalis*'in fenolojik gelişimi sırasında önemli ölçüde değiştiğini ve meyve oluşumu döneminde maksimum düzeye ulaşabildiğini bildirmiştir. Aynı çalışmada camphor ve viridiflorolün gelişme döngüsü boyunca zıt eğilimler gösterebildiği belirtilmiştir. Mevcut çalışmada da camphorun yaz sonu ve sonbaharda yükselmesine karşılık veridiflorolün özellikle yaz aylarında belirgin biçimde azalması bu açıdan dikkat çekici bir benzerlik göstermektedir.

Veridiflorol, çalışmada en yüksek aylık değişim gösteren bileşenlerden biri olmuştur. Mart ayında %41,80 gibi oldukça yüksek bir oranda bulunan veridiflorol, Nisan ayında %33,25 ve Mayıs ayında %35,06 olarak belirlenmiştir. Haziran ayında %21,18'e gerileyen bileşen, Temmuz ayında %8,88 ve Ağustos ayında %2,16'ya kadar düşmüştür. Eylül ayında %3,79, Ekim ayında %5,53 olarak belirlenen veridiflorol, Kasım ayında %19,34'e yükselmiş ve Aralık ayında %5,20 olarak tespit edilmiştir.

Mart ayında veridiflorolün %41,80 gibi yüksek bir orana ulaşması çalışmanın özgün bulgularından biridir. Verma ve ark., (2015), *S. officinalis* uçucu yağlarında viridiflorolü %3,1–12,8 arasında bildirmiştir. Ben Farhat ve ark., (2016) ise farklı fenolojik dönemlerde viridiflorol oranının %3,10–16,32 arasında değiştiğini bildirmiştir. Mevcut çalışmada Mart ayında belirlenen %41,80'lik değer bu aralıkların oldukça üzerindedir. Bu nedenle söz konusu yüksek değerin özellikle örnek materyalinin genetik yapısı, yetişme koşulları, örnekleme zamanı ve GC-MS tanımlama kriterleri bakımından dikkatle değerlendirilmesi gerekir. Bununla birlikte, tablodaki toplam alanın %99'un üzerinde olması ve bileşenin aynı dönemlerde yüksek bir pik olarak ortaya çıkması, bu değerin veri setinin önemli bir özelliği olduğunu göstermektedir.

Veridiflorolün aylık değişimindeki en dikkat çekici özellik, ilkbaharda yüksek olan oranının yaz aylarında keskin biçimde azalmasıdır. Bu sırada 1,8-cineole, α-thujone ve camphor oranlarının yükselmesi, uçucu yağ profilinde belirgin bir kimyasal yeniden yapılanma meydana geldiğini göstermektedir. Santos-Gomes ve Fernandes-Ferreira (2001) de viridiflorolü yıl boyunca uçucu yağ bileşimindeki değişimin önemli belirleyicilerinden biri olarak tanımlamış ve oksijenli seskiterpenlerin mevsimsel olarak önemli farklılıklar gösterdiğini bildirmiştir. Dolayısıyla mevcut çalışma, daha önce bildirilen mevsimsel kimyasal varyasyon olgusunu aylık düzeyde desteklemektedir.

Trans-caryophyllene ve α-humulene de özellikle ilkbahar döneminde dikkat çeken seskiterpen hidrokarbonlardır. Trans-caryophyllene Mart ayında %7,68, Nisan ayında %9,29 ve Mayıs ayında %14,77 ile yükselmiş; Haziran ayında %13,90 olarak belirlenmiştir. Temmuz ayından itibaren ise keskin biçimde azalarak Aralık ayında %0,31'e gerilemiştir. α-Humulene de Mart–Haziran döneminde %5,57–6,85 arasında değişirken Temmuz ayından itibaren %1'in altında kalmıştır.

Bu sonuç, seskiterpen hidrokarbonların özellikle ilkbahar ve yaz başında uçucu yağ profilinde daha önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Santos-Gomes ve Fernandes-Ferreira (2001), S. officinalis uçucu yağında seskiterpen hidrokarbonların yıl içerisinde belirgin dalgalanmalar gösterdiğini ve α-humulene ile β-caryophyllene'nin bu değişimin önemli bileşenleri olduğunu bildirmiştir. Verma vd. (2015) de (E)-caryophyllene oranının hasat sezonuna bağlı olarak %1,2–16,1 arasında değiştiğini bildirmiştir. Mevcut çalışmada trans-caryophyllene için belirlenen %0,31–14,77 aralığı bu literatür bulgularıyla genel olarak uyumludur.

Sclareol/manool bileşeni de belirgin aylık değişim göstermiştir. Mart ayında %10,14 olan bu bileşen Nisan ayında %11,06'ya ve Mayıs ayında %14,60'a yükselmiştir. Haziran ayında %3,32'ye gerileyen sclareol/manool, Temmuz ayında %1,10 ve Ağustos ayında %0,14 olarak belirlenmiştir. Eylül ayında %0,96 ve Ekim ayında %2,23 olan bileşen, Kasım ayında yeniden %10,76'ya yükselmiş ve Aralık ayında %1,89 olarak belirlenmiştir. Verma ve ark., (2015), manool oranının farklı hasat sezonları ve bitki organlarına göre %3,6–15,1 arasında değiştiğini bildirmiştir. Mevcut çalışmada özellikle Mart–Mayıs döneminde belirlenen %10,14–14,60 değerleri bu aralıkla uyumludur.

Diğer bileşenler değerlendirildiğinde de aylık kimyasal profilin oldukça dinamik olduğu görülmektedir. Monoterpen hidrokarbonlardan α-pinene, camphene, β-pinene ve limonene genel olarak ilkbaharda düşük oranlarda bulunurken yaz sonu ve sonbahar döneminde bazı bileşenlerin oranlarında artış meydana gelmiştir. Örneğin D-limonene Mart ayında %0,21 iken Aralık ayında %2,27'ye yükselmiştir. Benzer şekilde γ-terpinene Kasım ayında %1,85 ile diğer aylardan belirgin şekilde yüksek bulunmuştur. Bu küçük miktarlı bileşenlerdeki değişimler toplam uçucu yağın karakteristik profilinin oluşmasına katkıda bulunmakla birlikte, çalışmanın kimyasal varyasyonunu esas olarak yüksek oranlarda bulunan oksijenli monoterpenler ve seskiterpenler belirlemiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, çalışmada uçucu yağ bileşenlerinin aylık değişimi üç temel özellik göstermiştir. Birincisi, veridiflorol, trans-caryophyllene, α-humulene ve sclareol/manool gibi bazı seskiterpen bileşenleri özellikle ilkbahar döneminde daha yüksek oranlara ulaşmıştır. İkincisi, 1,8-cineole, α-thujone ve

camphor gibi oksijenli monoterpenler özellikle yaz sonu ve sonbahar döneminde belirginleşmiştir. Üçüncüsü, uçucu yağ oranındaki maksimum değer Eylül ayında ortaya çıkarken, ana bileşenlerin maksimum değerleri farklı aylarda gerçekleşmiştir. Bu durum, uçucu yağ miktarı ile kimyasal bileşimin aynı zamansal eğilimi izlemediğini açıkça ortaya koymaktadır.

Bu sonuç, *S. officinalis* için hasat zamanının hedef ürüne göre belirlenmesi gerektiğini göstermektedir. Toplam uçucu yağ oranı bakımından Eylül ayı öne çıkarken, 1,8-cineole açısından Ağustos, camphor açısından Ekim, α-thujone açısından Aralık ve veridiflorol açısından Mart ayı dikkat çekmektedir. Dolayısıyla "en yüksek uçucu yağ verimi" ile "en uygun kimyasal kalite" kavramlarının birbirinden ayrılması gerekmektedir. Literatürde de hasat zamanının hem uçucu yağ verimini hem de ana bileşenlerin oranlarını önemli ölçüde değiştirdiği bildirilmiştir (Santos-Gomes ve Fernandes-Ferreira, 2001; Verma ve ark., 2015; Ben Farhat ve ark., 2016).

Tablo 1. *Salvia officinalis* yapraklarının aylık uçucu yağ oranları ve uçucu yağ bileşimi

RT	Bileşen Adı	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
6.60	α-Pinene	0.12	0.11	0.09	0.35	0.98	1.24	1.80	0.89	0.30	1.59
7.61	Camphene	0.13	0.14	0.11	0.25	1.25	1.74	2.64	1.55	0.43	2.09
8.44	β-Pinene	0.12	0.22	0.10	0.67	1.59	1.60	1.77	1.17	0.61	2.11
8.76	Sabinene	0.10	0.16	0.19	0.04	0.06	0.06	-	0.05	0.34	0.18
9.06	β-Myrcene	0.17	1.20	0.20	1.04	2.45	1.60	1.81	1.31	1.60	1.77
10.07	D-Limonene	0.21	0.11	0.16	0.25	1.13	1.28	2.12	2.18	2.23	2.27
11.20	γ-Terpinene	0.11	0.36	0.21	0.30	0.49	0.31	0.44	0.34	1.85	0.45
12.02	1,8-Cineole	3.54	1.97	2.42	9.37	16.17	20.44	18.53	16.26	8.37	18.47
12.72	p-Cymene	0.10	0.10	0.11	0.11	0.19	0.25	0.50	0.47	0.30	0.71
17.28	1-Octen-3-ol	0.13	0.14	0.16	-	0.07	0.12	0.11	0.13	0.21	0.12
20.70	Linalool	1.07	2.67	0.72	0.51	0.47	5.58	2.41	0.51	2.82	0.33
21.81	α-Thujone	2.87	4.27	2.37	23.87	22.79	26.47	26.33	24.75	18.82	29.69
22.93	Trans-sabinene hydrate	-	0.85	0.19	0.64	0.43	0.65	0.42	0.75	0.77	1.07
23.17	Aromadendrene	0.46	-	1.50	0.26	0.11	0.25	-	-	-	-
24.09	trans-Caryophyllene	7.68	9.29	14.77	13.90	5.71	1.52	1.75	1.97	1.64	0.31
24.24	4-Terpineol	0.47	1.21	1.63	0.36	0.30	1.58	0.34	0.26	0.76	0.12

24.93	Ledene	0.68	-	0.62	0.04	-	-	-	-	-	-
25.30	Myrtenyl acetate	0.37	1.30	0.42	2.15	7.15	4.39	3.63	1.99	0.54	0.96
25.93	Camphor	4.90	4.83	3.49	8.55	18.94	21.93	22.46	25.94	12.31	19.73
26.21	Sabinyl acetate	0.12	0.14	0.56	-	0.14	0.53	0.65	1.04	0.43	0.75
26.46	α-Humulene	5.57	5.10	6.81	6.85	1.64	0.35	0.41	0.65	0.29	0.72
26.81	Thujyl alcohol	-	-	0.22	-	0.07	0.14	0.15	0.18	0.30	0.13
27.10	Elemol	0.56	0.53	0.76	0.22	0.18	0.44	0.37	0.20	0.18	0.18
27.50	Borneol	3.82	3.94	1.26	1.15	1.50	2.91	3.25	4.89	4.08	3.31
28.48	γ-Elemene	0.17	0.11	0.09	0.21	0.41	0.20	0.05	0.05	-	-
30.70	Calamenene	0.49	0.52	0.87	0.07	0.07	0.05	0.14	0.05	0.66	0.05
33.63	Junipene	0.12	0.14	-	-	-	-	0.05	0.07	-	-
38.52	Palustrol	0.20	0.53	0.15	0.20	-	-	-	-	-	0.19
38.78	Veridiflorol	41.80	33.25	35.06	21.18	8.88	2.16	3.79	5.53	19.34	5.20
39.36	Globulol	0.28	0.21	0.29	0.06	0.09	-	0.10	0.04	0.30	0.04
40.12	Caryophyllene oxide	5.63	5.51	2.86	0.50	0.89	0.38	0.80	2.74	2.12	3.82
40.40	Spathulenol	1.49	1.60	1.41	0.31	0.85	-	0.71	0.22	0.48	0.22
40.61	α-Selinene	0.30	0.26	-	0.07	0.26	-	-	0.04	0.64	0.04
40.94	Eugenol	-	0.09	-	-	0.08	0.23	0.26	0.05	1.48	0.30
41.37	Methyl palmitate	0.13	0.26	0.28	0.05	0.10	0.14	0.04	-	0.05	-
41.61	Humuladienone	1.73	1.64	1.11	1.29	0.64	-	0.17	0.31	2.06.	-
42.27	α-Cadinol	0.12	0.14	0.19	0.04	0.13	0.24	-	-	-	-
43.01	Guaiol	0.22	0.15	0.17	0.04	0.54	0.40	-	0.07	0.14	0.06
43.6	β-Eudesmol	0.57	0.63	0.49	0.09	0.86	0.11	0.25	0.26	0.75	0.23

3											
44.57	Aromadendrene oxide	1.78	1.58	0.82	0.26	0.35	0.20	0.30	0.42	0.55	0.37
46.88	Methyl oleate	0.59	2.17	0.95	0.22	0.45	0.10	0.10	0.06	-	0.04
52.51	Sclareol/Manool	10.14	11.06	14.60	3.32	1.10	0.14	0.96	2.23	10.76	1.89
53.48	α-Selinene	0.69	1.17	1.01	0.78	0.16	0.19	0.20	0.20	1.16	0.14
TOPLAM (%)		99.75	99.66	99.42	99.57	99.67	99.92	99.81	99.82	99.67	99.65
Bileşen sayısı		40	40	40	38	40	36	36	38	36	36
Uçucu yağ oranı		1.20	1.31	1.50	1.92	2.83	3.12	3.22	2.58	2.52	2.40

4. SONUÇ

Bu çalışmada *S. officinalis* yapraklarının uçucu yağ oranı ve kimyasal bileşiminin Mart–Aralık döneminde önemli aylık değişimler gösterdiği belirlenmiştir. Uçucu yağ oranı %1,20–3,22 arasında değişmiş ve maksimum değer Eylül ayında elde edilmiştir. Bununla birlikte, uçucu yağın kimyasal bileşimi toplam uçucu yağ oranındaki değişimden bağımsız olarak önemli aylık farklılıklar göstermiştir.

GC-MS analizlerinde aylara göre 36–40 bileşen tanımlanmış ve tanımlanan bileşenlerin toplamı %99,42–99,92 arasında gerçekleşmiştir. 1,8-Cineole, α-thujone, camphor ve veridiflorol uçucu yağın temel bileşenleri arasında yer alırken trans-caryophyllene, α-humulene ve sclareol/manool da önemli aylık değişimler göstermiştir.

Özellikle veridiflorolün Mart ayında %41,80'e ulaşması ve yaz döneminde %2,16'ya kadar gerilemesi; buna karşılık 1,8-cineole, α-thujone ve camphorun yaz sonu ve sonbahar döneminde yüksek oranlara ulaşması, S. officinalis uçucu yağının kimyasal profilinin yıl içerisinde önemli ölçüde değiştiğini göstermiştir. 1,8-Cineole Ağustos ayında %20,44, camphor Ekim ayında %25,94 ve α-thujone Aralık ayında %29,69 ile maksimum değerlere ulaşmıştır.

Sonuç olarak, maksimum uçucu yağ oranı ile maksimum ana bileşen oranlarının aynı ayda gerçekleşmediği belirlenmiştir. Bu nedenle *S. officinalis* için hasat zamanının belirlenmesinde yalnızca toplam uçucu yağ oranının dikkate alınması yeterli değildir. Hedeflenen kimyasal bileşene göre hasat zamanının değiştirilmesi, uçucu yağın standardizasyonu ve belirli kalite özelliklerinin elde edilmesi açısından daha rasyonel bir yaklaşım olacaktır.

KAYNAKLAR

Ben Farhat, M., Jordán, M. J., Chaouech-Hamada, R., Lerin, J. P., Sotomayor, J. A., & Marzougui, N. (2016). Phenophase effects on sage (Salvia officinalis L.) yield and composition of essential oil. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 3(3), 87–93. https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2016.02.001

Craft, J. D., Satyal, P., & Setzer, W. N. (2017). The chemotaxonomy of common sage (Salvia officinalis) based on the volatile constituents. Medicines, 4(3), 47. https://doi.org/10.3390/medicines4030047

Kayıcılar, F. R., & Maral, H. (2026). Variability in Essential Oil Composition and Antioxidant Activity of Twelve Wild-Growing Salvia Species From Türkiye. Flavour and Fragrance Journal, 41(3), 603–616. https://doi.org/10.1002/ffj.70056

Khedher, M. R. B., Khedher, S. B., Chaieb, I., Tounsi, S., & Hammami, M. (2017). Chemical composition and biological activities of Salvia officinalis essential oil from Tunisia. EXCLI journal, 16, 160. https://doi.org/10.17179/excli2016-832

Maral, H. (2023). Chemical and antioxidant diversity of essential oils of some Salvia species from Turkey. Biochemical Systematics and Ecology, 106, 104575.https://doi.org/10.1016/j.bse.2022.104575

Maral, H., Çeçen, Ö., Türk Baydır, A., & Türkmen, M. (2024). Determination of essential oil constituents and antioxidant activities of hybrid species Salvia × karamanensis Celep & B. T. Drew and its parents (Salvia aucheri Benth. subsp. canescens ... × Salvia heldreichiana Boiss. ex Benth.). Biochemical Systematics and Ecology, 113, 104795. https://doi.org/10.1016/j.bse.2024.104795.

Santos-Gomes, P. C., & Fernandes-Ferreira, M. (2001). Organ- and season-dependent variation in the essential oil composition of Salvia officinalis L. cultivated at two different sites. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(6), 2908–2916. https://doi.org/10.1021/jf001102b

Türkmen, M., Kara, M., Maral, H., & Soylu, S. (2022). Determination of chemical component of essential oil of Origanum dubium plants grown at different altitudes and antifungal activity against Sclerotinia sclerotiorum. Journal of Food Processing and Preservation, 46(6), e15787. https://doi.org/10.1111/jfpp.15787

Verma, R. S., Padalia, R. C., & Chauhan, A. (2015). Harvesting season and plant part dependent variations in the essential oil composition of Salvia officinalis L. grown in northern India. Journal of Herbal Medicine, 5(3), 165–171. https://doi.org/10.1016/j.hermed.2015.04.004

GÜNLÜK HASAT ZAMANI VE HASAT SONRASI KURUTMANIN SALVİA TOMENTOSA MİLL. YAPRAKLARININ UÇUCU YAĞ ORANI VE KİMYASAL BİLEŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Doç. Dr. Hasan MARAL[1]/ Doç. Dr. Musa TÜRKMEN[2]/ Dr. Yılmaz EREN[3]

[1]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, hasmaral@kmu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9074-1109

[2]Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, musaturkmen@mku.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9914-9523

[3]Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, eren47959@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7636-2193

ÖZET

Bu çalışmada, *Salvia tomentosa* Mill. yapraklarında hasat zamanının ve hasat sonrası kurutmanın uçucu yağ oranı ve kimyasal bileşim üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yaprak örnekleri günün dört farklı saatinde (06:00, 12:00, 18:00 ve 00:00) toplanmış ve taze ve gölgede kurutulmuş materyal olarak değerlendirilmiştir. Uçucu yağlar hidrodistilasyon yöntemiyle elde edilmiş ve kimyasal bileşimleri GC-MS ile belirlenmiştir. Uçucu yağ oranı taze yapraklarda %0,53–0,92, kurutulmuş yapraklarda ise %1,30–1,93 arasında değişmiştir. Taze yapraklarda en yüksek uçucu yağ oranı 18:00'de (%0,92), kurutulmuş yapraklarda ise 06:00'da (%1,93) belirlenmiştir. Ortalama olarak, kurutulmuş materyalin uçucu yağ oranının taze materyale kıyasla yaklaşık 2,3 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir. GC-MS analizlerinde taze yapraklarda 40–49, kurutulmuş yapraklarda ise 43–47 bileşen tanımlanmış ve tanımlanan bileşenlerin toplamı %99,24–99,98 arasında değişmiştir. α-Pinene, β-pinene, 1,8-cineole, linalool, (S)-cis-verbenol, verbenol, camphor, methyl cinnamate, methyl oleate ve methyl linoleate gibi bazı önemli bileşenlerde belirgin günlük değişimler gözlenmiştir. Sonuçlar hem hasat zamanının hem de hasat sonrası materyalin durumunun *S. tomentosa* yapraklarından elde edilebilecek uçucu yağ miktarını ve uçucu yağın nispi kimyasal profilini önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermiştir. Bu nedenle, uçucu yağ üretiminde kullanılacak ham maddenin standardizasyonunda hasat zamanı ve materyalin kurutulmuş veya taze olma durumunun dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Salvia tomentosa*, adaçayı, uçucu yağ, hasat zamanı, kurutma, GC-MS

EFFECTS OF DIURNAL HARVESTING TIME AND POST-HARVEST DRYING ON THE ESSENTIAL OIL CONTENT AND CHEMICAL COMPOSITION OF *SALVIA TOMENTOSA* MILL. LEAVES

ABSTRACT

The present study investigated the effects of diurnal harvesting time and post-harvest drying on essential oil content and chemical composition of *Salvia tomentosa* Mill. leaves. Leaf samples were collected at four different times of the day (06:00, 12:00, 18:00, and 00:00) and evaluated as fresh and shade-dried materials. Essential oils were obtained by hydrodistillation and their chemical compositions were determined by GC–MS. Essential oil content varied from 0.53 to 0.92% in fresh leaves and from 1.30 to 1.93% in dried leaves. The highest essential oil content was observed at 18:00 in fresh leaves (0.92%), whereas the highest value in dried leaves was obtained at 06:00 (1.93%). On average, the essential oil content of dried material was approximately 2.3-fold higher than that of fresh material. GC–MS analysis identified 40–49 compounds in fresh leaves and 43–47 compounds in dried leaves, with total identified constituents ranging from 99.24 to 99.98%. Considerable diurnal changes were observed in several major constituents, including α-pinene, β-pinene, 1,8-cineole, linalool, (S)-cis-verbenol, verbenol, camphor, methyl cinnamate, methyl oleate, and methyl linoleate. The results demonstrate that both harvesting time and post-harvest material condition can substantially influence the recoverable essential oil content and relative chemical profile of *S. tomentosa* leaves. Therefore, harvesting time and drying status should be considered when standardizing the raw material for essential oil production.

Keywords: *Salvia tomentosa*, sage, essential oil, harvesting time, drying, GC–MS

1. INTRODUCTION

The genus Salvia L. (Lamiaceae) comprises numerous aromatic species characterized by chemically diverse essential oils and is widely recognized for its medicinal, culinary, cosmetic, and industrial importance. Essential oil composition in Salvia species is affected by genetic background, geographical origin, environmental conditions, phenological stage, plant organ, harvesting time, post-harvest processing, and extraction conditions. Consequently, the same species may exhibit substantial variation in both essential oil content and chemical composition among populations and production conditions (Kayıcılar and Maral, 2026).

Salvia tomentosa Mill. is a Mediterranean species naturally distributed in Türkiye and neighboring regions. Previous investigations have demonstrated considerable variation in the essential oil profile of this species. Aşkın et al. (2010) reported α-pinene (25.1%), camphor (14.9%), and borneol (13.2%) as the major constituents of S. tomentosa oil collected in Türkiye. Özcan et al. (2002) similarly identified 1,8-cineole and camphor among the principal constituents. In another Turkish study, Avcı (2013) reported an essential oil content of 2.36% in air-dried S. tomentosa material, with borneol (29.32%) and α-pinene (24.65%) as major components.

Geographical variation may be particularly important in S. tomentosa. Hanlidou et al. (2014), investigating 19 populations in Greece, found essential oil contents ranging from 1.1 to 3.3% on a dry-weight basis and substantial differences in α-pinene, β-pinene, 1,8-cineole, camphor, borneol, and cis-thujone among populations. Their multivariate analyses indicated that geographical and environmental factors contributed to the observed chemical variation. More recently, Kayıcılar and Maral (2026) also reported marked interspecific variation among 12 wild-growing Salvia species from Türkiye, with S. tomentosa showing the highest essential oil yield in their collection.

In addition to environmental and genetic effects, harvesting and post-harvest handling may modify the recoverable essential oil and its chemical profile. Studies on Salvia officinalis have shown that dried plant material may yield more essential oil than fresh material and that drying can alter the relative abundance of individual constituents (Sellami et al., 2012; Mohammed et al., 2021). Similarly, differences between fresh and dried material have been demonstrated in other Salvia species, including S. cadmica and S. palaestina (Bağcı et al., 2018; Al-Jaber et al., 2012).

However, information concerning the combined effect of diurnal harvesting time and fresh versus dried material on the essential oil profile of S. tomentosa remains limited. Therefore, the objective of this study was to determine changes in essential oil content and chemical composition of S. tomentosa leaves harvested at four different times of day and analyzed as fresh and shade-dried materials.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Plant Material and Experimental Design

The study was conducted at the Research Area of the Faculty of Agriculture, Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye. Salvia tomentosa plants grown under experimental conditions were used as plant material. Leaf samples were collected at four different times of the day (06:00, 12:00, 18:00, and 00:00) during the vegetation period to determine the effects of diurnal harvesting time and material condition on essential oil content and chemical composition.

At each harvesting time, the collected leaves were divided into two groups. One group was used immediately as fresh material, whereas the other group was dried at room temperature under shaded conditions and protected from direct sunlight until constant weight was reached. The dried samples were subsequently stored in airtight containers under dark conditions until essential oil extraction. The experiment was established in a completely randomized design with three replications. The treatments consisted of four harvesting times and two material conditions, resulting in eight treatment combinations. Essential oil extractions were performed separately for each replicate.

2.2. Essential Oil Extraction

Essential oils were obtained separately from fresh and dried leaves collected at each harvesting time. For each extraction, 50 g of plant material was placed in a 2-L round-bottom flask and covered with distilled water. Hydrodistillation was performed for 3 h using a Clevenger-type apparatus. All extractions were conducted in triplicate following the procedure described by Maral et al., (2025). Essential oil content was calculated based on the amount of oil obtained from the corresponding plant material and expressed as a percentage.

2.3. GC–MS Analysis

The chemical composition of the essential oils was analyzed using a Thermo Scientific ISQ Single Quadrupole GC–MS system. Separation was performed on a TR-FAME MS capillary column (5% phenyl polysilphenylene-siloxane; 60 m × 0.25 mm i.d.; 0.25 µm film thickness). Helium (99.9%) was used as the carrier gas at a constant flow rate of 1 mL min^{-1}. Mass spectra were recorded at 70 eV in scan mode over the range of 1.2–1200 m/z. The injector, ion source, and transfer line temperatures were 220, 220, and 250°C, respectively. The oven temperature was initially set at 50°C and increased to 220°C at a rate of 3°C min^{-1}.

The constituents of the essential oils were identified by comparing their mass spectra with those in the Wiley 9 and NIST spectral libraries using the Xcalibur data system. Retention indices were also considered for

compound identification by comparison with reported values where applicable. The relative percentages of the identified compounds were calculated from the corresponding chromatographic peak areas (Maral et al., 2025).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Essential Oil Content

The essential oil content of S. tomentosa leaves varied considerably according to both harvesting time and material condition (Table 1). In fresh leaves, essential oil content ranged from 0.53 to 0.92%, whereas the corresponding values in dried leaves ranged from 1.30 to 1.93%. The highest essential oil content in fresh leaves was obtained at 18:00 (0.92%), followed by 12:00 (0.75%), 00:00 (0.65%), and 06:00 (0.53%). In contrast, dried leaves exhibited their highest value at 06:00 (1.93%), followed by 18:00 (1.83%), 12:00 (1.50%), and 00:00 (1.30%).

When the four harvesting times were considered together, the mean essential oil content was approximately 0.71% for fresh leaves and 1.64% for dried leaves. Thus, the value calculated from dried material was approximately 2.3-fold higher than that obtained from fresh leaves. This difference should primarily be interpreted in relation to the different moisture status of the materials rather than as evidence of an actual increase in essential oil biosynthesis during drying. Removal of water changes the mass basis of the plant material and may also modify the accessibility and recovery of volatile constituents during hydrodistillation.

The higher essential oil content obtained from dried material agrees with observations reported for other Salvia species. Sellami et al. (2012) reported higher essential oil yields from dried S. officinalis than from fresh material, while Mohammed et al. (2021) similarly observed the lowest oil yield in fresh sage and higher yields following room-temperature drying. Katar et al. (2019) reported 0.483% essential oil in fresh S. officinalis leaves compared with 1.263–1.837% after drying at different temperatures. Comparable differences have also been reported for S. fruticosa, where drying increased the measured essential oil percentage relative to fresh leaves (Doğan Aydın et al., 2019).

The magnitude of the values observed in the present study is also consistent with the broad variation previously reported for S. tomentosa. Avcı (2013) reported an average essential oil content of 2.36% in air-dried flowering branches from Isparta, whereas Hanlidou et al. (2014) found values of 1.1–3.3% among Greek populations. Türkmen (2021) reported 1.68% essential oil for S. tomentosa leaves from Hatay. Differences among these studies may reflect plant organ, developmental stage, geographical origin, environmental conditions, drying status, and extraction procedures. Therefore, direct numerical comparison should be made cautiously.

An important finding of the present study is that the effect of harvest time differed between fresh and dried material. In fresh leaves, the highest oil content occurred at 18:00, whereas the highest value in dried material occurred at 06:00. This contrasting pattern indicates that the response cannot be explained solely by a simple diurnal increase or decrease in oil accumulation. Physiological processes, environmental conditions during the day, leaf water status, temperature, and post-harvest changes may all contribute to the observed pattern. The recent study of Soltanbeigi (2026) also demonstrated that essential oil characteristics in Salvia species are influenced jointly by plant state and extraction conditions, emphasizing that volatile-oil measurements represent the combined outcome of biological and processing factors.

Accordingly, the present findings suggest that the timing of harvest should be considered together with the intended post-harvest processing method. For maximum measured oil content in fresh S. tomentosa leaves under the present conditions, the 18:00 harvest gave the highest value, whereas 06:00 produced the highest value after drying. These observations are descriptive because no statistical significance values are provided in the present dataset.

3.2. Essential Oil Compounds

GC–MS analysis demonstrated a chemically diverse essential oil profile in S. tomentosa leaves. Between 40 and 49 compounds were identified in fresh samples and between 43 and 47 compounds in dried samples. The identified compounds accounted for 99.24–99.98% of the total chromatographic profile, indicating very high coverage of the analyzed volatile fraction.

The number of identified compounds also varied with harvesting time. In fresh leaves, 46, 46, 49, and 40 compounds were identified at 06:00, 12:00, 18:00, and 00:00, respectively. In dried leaves, the corresponding numbers were 43, 43, 47, and 45. Thus, the greatest chemical diversity based on the number of identified constituents occurred at 18:00 in both material conditions, while the lowest number occurred at 00:00 in fresh leaves and at 06:00 and 12:00 in dried leaves.

The chemical profile observed in the present study differs markedly from several previously reported S. tomentosa chemotypes. Aşkın et al. (2010) identified α-pinene, camphor, and borneol as major constituents, whereas Özcan et al. (2002) reported 1,8-cineole and camphor as dominant compounds. Avcı (2013) found borneol and α-pinene at particularly high levels, and Türkmen (2021) reported 1,8-cineole (44.70%) as the principal constituent of S. tomentosa oil from Hatay. In contrast, the present samples showed substantial temporal changes among several compounds, with no single constituent maintaining the same dominant position across all eight treatment combinations.

Among the monoterpene hydrocarbons, α-pinene and β-pinene showed particularly pronounced temporal variation. In fresh leaves, α-pinene decreased from 7.95% at 06:00 to 3.50% at 12:00, increased to 4.81% at 18:00, and decreased sharply to 0.29% at 00:00. β-Pinene showed a similar but more pronounced pattern, decreasing from 12.25% at 06:00 to 0.33% at 00:00. In dried leaves, the corresponding ranges were narrower for α-pinene (1.85–2.98%) but β-pinene still varied from 3.67 to 5.32%. These values demonstrate that drying did not simply preserve the fresh-leaf proportions of these compounds.

The 1,8-cineole profile was also strongly dependent on harvesting time. Fresh leaves contained 7.49% at 06:00, 2.60% at 12:00, 10.51% at 18:00, and 3.58% at 00:00. Dried leaves showed 6.38, 6.97, 7.87, and 2.58%, respectively. The maximum value in the fresh material occurred at 18:00, while drying produced a comparatively more stable profile from 06:00 to 18:00. This compound is particularly relevant for S. tomentosa, because 1,8-cineole has been reported as a major constituent in several populations and studies of the species (Özcan et al., 2002; Türkmen, 2021).

Marked variation was also observed in oxygenated monoterpenes. Linalool increased from 2.59% at 06:00 to 21.78% at 00:00 in fresh leaves, representing one of the most pronounced temporal changes in the dataset. In dried leaves, its highest value was 11.36% at 12:00, followed by 6.02% at 18:00. Likewise, (S)-cis-verbenol decreased from 11.16% to 1.83% between 06:00 and 18:00 in fresh leaves and was not detected at 00:00, whereas dried leaves showed 8.78%, 6.66%, 12.72%, and 3.53%, respectively. Verbenol showed another contrasting response: its content in dried leaves was particularly high at 06:00 (19.54%) and 12:00 (14.86%), followed by lower values at 18:00 and 00:00.

Camphor also varied considerably among harvesting times. Its concentration in fresh leaves ranged from 1.17 to 8.06%, with the highest value at 18:00. In dried leaves, the range was 2.61–6.84%, again with the highest value at 18:00. Camphor is a characteristic constituent of S. tomentosa, although its relative concentration varies substantially among populations. Aşkın et al. (2010) reported 14.9% camphor, while Hanlidou et al. (2014) found considerably higher values in some Greek populations. Such differences reinforce the importance of geographical and environmental factors in determining the chemotype of S. tomentosa.

The sesquiterpene fraction also exhibited substantial changes. For example, germacrene D increased in dried leaves from 2.89% at 06:00 to 5.85% at 18:00, while it was not detected at 00:00. Nerolidol reached 7.25% in dried leaves at 18:00 but was absent at 12:00 and was also absent from most fresh-leaf treatments. Caryophyllene oxide ranged from 0.61 to 2.42% in fresh leaves and from 0.93 to 3.84% in dried leaves. Such changes are consistent with previous observations that drying can modify the relative distribution of

monoterpenes and sesquiterpenes in Salvia essential oils. In S. palaestina, for example, Al-Jaber et al. (2012) reported an increase in sesquiterpene hydrocarbons following air drying, while Mohammed et al. (2021) observed shifts in the balance between monoterpene and sesquiterpene constituents following drying of S. officinalis.

A particularly important feature of the present dataset is the strong variation in several methyl ester compounds. Methyl cinnamate reached 28.04% in fresh leaves at 00:00, while methyl oleate reached 28.75% at 12:00 in fresh leaves and 37.54% at 00:00 in dried leaves. Methyl linoleate also reached 12.26% in fresh leaves at 12:00 and 8.80% in dried leaves at 00:00. These constituents therefore made a substantial contribution to the chromatographic profiles at particular harvest times. Because the values represent relative chromatographic percentages, an increase in the proportion of one compound necessarily affects the relative percentages of the others. Therefore, these changes should not be interpreted directly as absolute increases in biosynthesis or accumulation without quantitative measurements against authentic standards.

The presence or absence of individual compounds also differed between fresh and dried samples. Several constituents were detected only at particular harvesting times or material conditions. This pattern is consistent with previous studies showing that drying can cause the appearance or disappearance of individual constituents from the detectable essential oil profile. Bağcı et al. (2018), for example, found clear differences between fresh and dried S. cadmica material, including constituents detected only in one material condition. Jonas et al. (2021) likewise demonstrated that drying can substantially modify the aroma-active chemical profile of sage leaves.

Nevertheless, the changes observed in the present study should not be interpreted exclusively as chemical transformation caused by drying. Essential oils are complex mixtures in which relative percentages are interdependent. In addition, differences in leaf moisture content, volatility, extraction efficiency, and the relative recovery of compounds during hydrodistillation can alter the final chromatographic profile. Soltanbeigi (2026) recently demonstrated that even hydrodistillation duration can alter the relative abundance of major volatile constituents in fresh and dried Salvia leaves. Therefore, the present results emphasize the importance of controlling both the biological sampling time and the analytical processing conditions when comparing essential oil profiles.

Overall, the results demonstrate that S. tomentosa leaves exhibit substantial diurnal plasticity in their essential oil composition. The observed variation is not restricted to a single compound or chemical class; rather, monoterpene hydrocarbons, oxygenated monoterpenes, sesquiterpenes, and several other chromatographic constituents changed according to harvest time and drying status. This finding is important for raw-material

standardization because a sample collected at one time of day and analyzed fresh may provide a markedly different chemical fingerprint from a sample collected at another time and analyzed after drying.

Tablo 1. Essential oil content and compounds of fresh and dry leaves of *S. tomentosa* affected by various harvest times

			Fresh leaves				Dried leaves			
No	RT	Compounds	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00
1	6.59	α-Pinene	7.95	3.50	4.81	0.29	2.91	2.11	1.85	2.98
2	7.61	Camphene	1.40	0.37	1.93	1.02	0.74	0.82	0.75	0.35
3	8.42	β-Pinene	12.25	5.28	7.65	0.33	4.93	3.70	3.67	5.32
4	9.03	β-Myrcene	4.63	1.55	2.62	1.98	1.52	1.03	1.30	1.80
5	10.10	Limonene	1.17	0.39	0.93	0.63	0.49	0.48	0.55	0.40
6	11.03	α-Phellandrene	0.48	0.14	0.29	-	0.45	-	0.34	0.25
7	11.20	γ-Terpinene	0.31	0.17	0.68	-	-	-	0.20	0.12
8	12.03	1,8-Cineole	7.49	2.60	10.51	3.58	6.38	6.97	7.87	2.58
9	17.67	α-Cubebene	0.30	0.25	0.31	-	-	0.33	0.92	0.28
10	19.69	Sabinene hydrate	1.03	0.64	0.80	0.78	0.68	1.21	1.13	0.50
11	20.69	Linalool	2.59	1.77	5.38	21.78	2.01	11.36	6.02	3.84
12	21.82	α-Bisabolol	0.30	-	0.34	-	0.49	0.28	0.31	0.09
13	22.32	α-Thujone	0.37	-	0.43	0.57	-	0.17	0.25	0.16
14	24.05	trans-Caryophyllene	1.33	0.95	0.27	0.41	1.36	1.66	2.33	0.11
15	24.27	Terpinen-4-ol	0.56	0.51	1.28	0.29	0.80	0.77	1.45	1.04
16	24.76	(S)-cis-Verbenol	11.16	6.68	1.83	-	8.78	6.66	12.72	3.53
17	24.82	Verbenol	4.52	3.82	1.65	0.75	19.54	14.86	6.71	4.86
18	25.18	trans-Pinocarveol	2.08	1.29	1.71	1.93	2.73	2.14	3.07	1.71
19	25.93	Camphor	5.65	2.41	8.06	1.17	4.31	4.70	6.84	2.61
20	26.42	Nerolidol	4.46	-	-	-	5.07	-	7.25	2.26
21	26.44	α-Humulene	-	3.02	2.97	2.76	1.28	3.06	-	-
22	26.63	α-Terpineol	0.40	-	2.21	2.86	2.84	3.87	-	1.07
23	26.97	α-Fenchyl alcohol	4.48	1.64	1.49	1.36	0.20	0.54	3.83	-
24	27.23	Aromadendrene	0.71	0.61	0.93	0.97	0.62	3.87	2.03	1.85
25	27.47	δ-Cadinol	3.41	1.96	0.80	0.74	0.19	0.82	0.90	-
26	27.49	Borneol	0.19	0.18	2.81	0.76	0.28	0.21	0.39	0.11
27	28.46	Germacrene D	0.17	0.46	0.49	0.31	2.89	2.73	5.85	-
28	29.52	Myrtenol	0.79	0.59	0.29	0.28	1.23	1.00	0.65	0.36
29	31.17	Germacrene B	0.53	0.73	0.38	-	0.75	0.45	1.35	0.20
30	33.49	Pinocarvone	0.71	0.92	0.56	-	1.80	1.60	0.29	0.39
31	33.76	Cubenol	0.63	0.44	0.93	0.76	0.78	0.46	1.43	0.27
32	35.71	Ledene	3.05	1.65	1.94	3.96	3.84	1.96	4.44	1.59
33	38.75	Aromadendrene oxide	0.68	0.24	0.48	0.51	0.37	-	0.36	0.20
34	38.71	Elemol	-	0.39	3.81	-	0.22	0.31	0.26	0.17
35	40.11	Caryophyllene oxide	2.42	1.58	1.53	0.61	3.84	2.44	1.72	0.93
36	40.35	Spathulenol	1.63	0.26	1.13	0.37	0.17	0.95	0.65	0.20
37	40.43	Methyl cinnamate	-	0.16	0.98	28.04	6.01	6.15	0.56	0.27

38	40.81	Methyleugenol	0.75	0.49	0.53	-	-	4.23	0.52	0.13
39	41.36	Methyl palmitate	-	4.97	1.75	2.26	0.26	0.29	0.33	4.77
40	41.59	Humuladienone	2.95	1.76	1.62	1.54	3.43	-	2.21	1.23
41	42.24	α-Cadinol	0.25	0.17	1.42	0.63	-	0.21	0.34	0.61
42	42.74	Tricyclo	0.82	0.48	0.66	0.83	-	0.53	0.37	0.31
43	42.97	α-Eudesmol	0.31	0.30	1.79	1.86	0.22	-	0.21	0.44
44	43.59	β-Eudesmol	0.29	0.19	2.91	1.07	0.80	0.21	1.01	0.17
45	46.05	Methyl stearate	0.22	1.48	0.64	1.81	0.67	0.53	0.22	0.47
46	46.88	Methyl oleate	2.17	28.75	9.55	4.28	0.44	1.04	0.83	37.54
47	48.27	Methyl linoleate	0.54	12.26	2.47	2.40	2.16	2.30	1.60	8.80
48	49.96	Methyl linolenate	0.24	0.19	0.38	1.13	0.20	0.55	1.51	1.76
49	50.35	Methyl arachidate	0.89	0.50	0.51	1.82	0.58	0.42	0.25	0.61
50	54.32	Methyl behenate	0.68	0.70	0.54	0.11	-	-	-	-
Number of identified compounds			46	46	49	40	43	43	47	45
Total (%)			99.94	99.39	99.98	99.54	99.26	99.98	99.64	99.24
Essential oil content (%)			0.53	0.75	0.92	0.65	1.93	1.50	1.83	1.30

4. CONCLUSION

The present study demonstrated that both diurnal harvesting time and post-harvest drying condition substantially influenced the essential oil content and chemical composition of Salvia tomentosa leaves. Essential oil content ranged from 0.53 to 0.92% in fresh leaves and from 1.30 to 1.93% in dried leaves. The average value calculated across harvesting times was approximately 0.71% for fresh leaves and 1.64% for dried leaves. The highest fresh-leaf value was obtained at 18:00, whereas the highest dried-leaf value occurred at 06:00.

GC–MS analysis revealed a highly diverse chemical profile, with 40–49 constituents identified in fresh leaves and 43–47 in dried leaves. Major temporal changes were observed in α-pinene, β-pinene, 1,8-cineole, linalool, (S)-cis-verbenol, verbenol, camphor, germacrene D, methyl cinnamate, methyl oleate, and methyl linoleate. The results indicate that the chemical profile of S. tomentosa cannot be adequately characterized without considering the time of harvest and the post-harvest state of the plant material.

From an applied perspective, these findings indicate that harvesting time should be standardized according to the intended use of S. tomentosa raw material. In particular, the differences between fresh and dried samples demonstrate that essential oil yield and chemical composition should not be compared across studies without considering the moisture status and processing history of the plant material. Further studies combining diurnal sampling with quantitative statistical analysis, absolute compound concentrations, and repeated seasonal measurements would help clarify the physiological basis of the observed variation.

KAYNAKLAR

Al-Jaber, H. I., Al-Qudah, M. A., Barhoumi, L. M., Abaza, I. F., & Afifi, F. U. (2012). Essential oil composition of the aerial parts of fresh and air-dried *Salvia palaestina* Benth. (Lamiaceae) growing wild in Jordan. Natural Product Research, 26(13), 1179–1187. https://doi.org/10.1080/14786419.2010.543901

Aşkın, T., Başer, K. H. C., Tümen, G., & Kürkçüoğlu, M. (2010). Characterization of essential oils of some *Salvia* species and their antimycobacterial activities. Turkish Journal of Biology, 34(1), 89–95. https://doi.org/10.3906/biy-0809-2

Avcı, A. B. (2013). Essential oil content and composition of *Salvia tomentosa* Mill. from Gölcük, Isparta. Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences, 17(1), 1–4.

Bağcı, Y., Doğu, S., Çelik, S. A., & Kan, Y. (2018). Comparison of essential oil compositions of fresh and dried plant of endemic *Salvia cadmica* Boiss. var. *bozkiriensis* Celep, Kahraman & Doğan, in Turkey. Biological Diversity and Conservation, 11(1), 160–164.

Doğan Aydın, N., Katar, N., Katar, D., & Olgun, M. (2019). Determination of the effect of different drying temperatures on the content and chemical composition of essential oil of Greek sage (*Salvia fruticosa* Mill. = *Salvia triloba* L.). International Journal of Agriculture and Wildlife Sciences, 5(1). https://doi.org/10.24180/ijaws.450195

Hanlidou, E., Karousou, R., & Lazari, D. (2014). Essential-oil diversity of *Salvia tomentosa* Mill. in Greece. Chemistry & Biodiversity, 11(8), 1205–1215. https://doi.org/10.1002/cbdv.201300408

Jonas, M., Schieberle, P. (2021). Characterization of the key aroma compounds in fresh leaves of garden sage (*Salvia officinalis* L.) by means of the sensomics approach: Influence of drying and storage and comparison with commercial dried sage. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 69(17), 5113–5124. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c01275

Katar, N., Aydın, D., & Katar, D. (2019). Farklı kurutma sıcaklıklarının tıbbi adaçayının (*Salvia officinalis* L.) uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerine etkisinin belirlenmesi. Biological Diversity and Conservation, 12(1).

Kayıcılar, F. R., & Maral, H. (2026). Variability in essential oil composition and antioxidant activity of twelve wild-growing *Salvia* species from Türkiye. Flavour and Fragrance Journal, 41(3), 603-616. https://doi.org/10.1002/ffj.70056

Maral, H., Oğuz, M., Türkmen, M., & Soylu, S. (2025). Chemical profile and bioactivity of essential oils from five Turkish thyme species against white mold fungal disease agent Sclerotinia sclerotiorum. Scientific Reports, 15(1), 35699. https://doi.org/10.1038/s41598-025-19622-2

Mohammed, H. A., Eldeeb, H. M., Khan, R. A., Al-Omar, M. S., Mohammed, S. A. A., Sajid, M. S. M., Aly, M. S. A., Ahmad, A. M., Abdellatif, A. A. H., Eid, S. Y., & El-Readi, M. Z. (2021). Sage, *Salvia officinalis* L., constituents, hepatoprotective activity, and cytotoxicity evaluations of the essential oils obtained from fresh and differently timed dried herbs: A comparative analysis. Molecules, 26(19), 5757. https://doi.org/10.3390/molecules26195757

Özcan, M., Akgül, A., & Chalchat, J. C. (2002). Volatile constituents of essential oils of *Salvia aucheri* Benth. var. *canescens* Boiss. et Heldr. and *S. tomentosa* Mill. grown in Turkey. Journal of Essential Oil Research, 14(5), 339–341. https://doi.org/10.1080/10412905.2002.9699875

Sellami, I. H., Rebey, I. B., Sriti, J., Rahali, F. Z., Limam, F., & Marzouk, B. (2012). Drying sage (*Salvia officinalis* L.) plants and its effects on content, chemical composition, and radical scavenging activity of the essential oil. Food and Bioprocess Technology, 5(8), 2978–2989. https://doi.org/10.1007/s11947-011-0661-0

Soltanbeigi, E. (2026). Hydrodistillation time-dependent variations in the volatile oil characteristics of fresh and dried *Salvia* species. Scientific Reports, 16, 9645. https://doi.org/10.1038/s41598-026-42109-7

Türkmen, M. (2021). Chemical composition of the essential oils of *Salvia* spp. leaves. Bangladesh Journal of Botany, 50(4), 1173–1180. https://doi.org/10.3329/bjb.v50i4.57086

AÇIKTA SATILAN İSOT BAHARATLARINDA MİKROBİYAL KONTAMİNASYONUN VE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*'UN ENZİMATİK-ANTİBİYOTİK DİRENÇ ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Lisans Öğrencisi, Nisa DÜNDAR[1]/ Prof.Dr., Pınar YILMAZ[2]

[1]Marmara Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, nisadundar@marun.edu.tr,

ORCID ID:0009-0004-1295-9152

[2] Marmara Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, pinar.yilmaz@marmara.edu.tr,

ORCID ID:0009-0008-5797-0397

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında sağlanan destekle (Başvuru No. 1919B012521058) yürütülmüştür.

Özet

Bu çalışmada, beş adet rastgele seçilmiş baharatçıdan temin edilen isot baharatı örneklerindeki toplam bakteri sayılarının; Polisorbat 80 ile desteklenmiş Triptik Soy Agar, Eozin Metilen Mavisi Laktoz Sükroz Agar, Pseudomonas Seçici (Setrimid) Agar, Bizmut Sülfit Agar ve MacConkey Agar kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, patojenite riski taşıyan *Staphylococcus aureus*'un Mannitol Tuz Fenol Kırmızısı Agar (MSPRA) kullanılarak izole edilmesi hedeflenmiştir. *Staphylococcus aureus*'un katalaz, oksidaz aktiviteleri ve antibiyotik direnç profilleri test edilmiştir. Açıkta satılan baharatlarda çeşitli çevresel faktörlere bağlı olarak bakteri gelişmesi yaygın bir durumdur. Bununla birlikte, bakteri sayıları insan sağlığı açısından risk oluşturan seviyelere ulaşabilmektedir. İnsan sağlığı üzerindeki etkileri göz önüne alındığında, açıkta satılan baharatlardaki *Staphylococcus aureus* popülasyonlarının, toplam bakteri sayısının, katalaz ve oksidaz aktivitelerinin ve klindamisin (2 µg), gentamisin (10 µg) ve sefoksitin (30 µg) antibiyotiklerine karşı direnç veya duyarlılık durumlarının da incelenmesi önemlidir. İncelenen beş adet isot örneğinin pH değerleri sırasıyla ISOT1 için 5,41, ISOT2 için 5,33, ISOT3 için 5,12, ISOT4 için 5,20 ve ISOT5 için 5,03 olarak bulunmuştur. ISOT2 ve ISOT3 için MSPR Agar üzerinde herhangi bir üreme gözlenmemiştir; bu nedenle, söz konusu örnekler deneyin sonraki aşamalarına dahil edilmemiştir. ISOT1, ISOT4 ve ISOT5 örneklerinden MSPR Agardan üç adet *Staphylococcus aureus* izolatı (1-ISOT1, 2-ISOT4 ve 3-ISOT5) elde edilmiştir. 1-ISOT1, 2-ISOT4 ve 3-ISOT5 için oksidaz testi negatif sonuç verirken, katalaz testi ve Gram reaksiyonu için pozitif sonuçlar elde edilmiştir. 1-ISOT1 için inhibisyon zonu çapları sefoksitin için 10 mm, gentamisin için 23 mm ve klindamisin için 18 mm olarak ölçülmüştür. 2-ISOT4 için sefoksitin, gentamisin ve klindamisin için sırasıyla 9 mm, 22 mm ve 11 mm'lik inhibisyon zonları ölçülmüştür. 3-ISOT5 için ise inhibisyon zonu çapları sefoksitin için 13 mm, gentamisin için 26 mm ve klindamisin için 31 mm olarak bulunmuştur. İsot örnekleri risk oluşturacak bakteri yükü bulunmamıştır.

Anahtar kelimeler: İsot baharatı, *Staphylococcus aureus*, Antibiyotik, katalaz, oksidaz

INVESTIGATION OF MICROBIAL CONTAMINATION, ENZYMATIC- ANTIBIOTIC RESISTANCE CHARACTERISTICS OF STAPHYLOCOCCUS AUREUS IN ISOT SPICES SOLD LOOSE

This study was carried out with the support provided by the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK) under the 2209-A University Students Research Projects Support Program (Application No. 1919B012521058).

Abstract

In the present study, we aimed to determine the total bacterial counts in isot spice samples obtained from five randomly selected spice shops using Tryptic Soy Agar (supplemented with Polysorbate 80), Eosin Methylene Blue Lactose Sucrose Agar, Pseudomonas Selective (Cetrimide) Agar, Bismuth Sulfite Agar, and MacConkey Agar. Then, *Staphylococcus aureus*—a bacterium posing risk of pathogenicity—was isolated using Mannitol Salt Phenol Red Agar (MSPRA). Its enzymatic (catalase, oxidase) activities and antibiotic resistance profiles were tested. Bacterial growth in spices sold in bulk is common due to various environmental factors. However, bacterial counts can reach levels that pose a risk to human health. Considering the implications for human health, it is important to investigate not only the total bacterial counts and catalase and oxidase activities of *Staphylococcus aureus* isolates in spices sold in bulk, but also their resistance or susceptibility to clindamycin (2µg), gentamicin (10µg), and cefoxitin (30µg). The pH values of the samples were 5,41 for ISOT1, 5,33 for ISOT2, 5,12 for ISOT3, 5,20 for ISOT4, and 5,03 for ISOT5, respectively. No growth was observed on MSPR Agar for ISOT2 and ISOT3; therefore, the samples were not included in the subsequent stages of the experiment. Three isolates, designated 1-ISOT1, 2-ISOT4, and 3-ISOT5, were obtained from the ISOT1, ISOT4, and ISOT5 samples, respectively. The oxidase test was negative for 1-ISOT1, 2-ISOT4, and 3-ISOT5, whereas the catalase test and Gram reaction were positive. For 1-ISOT1, the inhibition zone diameters were 10 mm for cefoxitin, 23 mm for gentamicin, and 18 mm for clindamycin. For 2-ISOT4, inhibition zones of 9 mm, 22 mm, and 11 mm were measured for cefoxitin, gentamicin, and clindamycin, respectively. For 3-ISOT5, the corresponding inhibition zone diameters were 13 mm for cefoxitin, 26 mm for gentamicin, and 31 mm for clindamycin. No bacterial load posing a risk was found in the isot samples.

Keywords: Isot spice, *Staphylococcus aureus*, Antibiotic, catalase, oxidase.

1. INTRODUCTION

While there are various etymological explanations regarding the origin of spice, it is generally accepted that the Turkish word “baharat” is derived from the Arabic word “baharat”. In Arabic, the word “bahar” is associated with pleasant scents and aromatic substances, while “baharat” represents the plural form of this word. The term “baharat”, which has come into widespread use in Turkish over time, generally refers to various substances of plant origin used to enhance the taste, scent, and aroma of food and beverages. In the Turkish Language Association’s “Current Turkish Dictionary”, “baharat” is defined as a term for substances such as cinnamon, cloves, ginger, and black pepper, used to improve the scent and flavor characteristics of food and beverages (Turkish Language Association, 2026). There is a theory regarding the etymology of the word “baharat” (spice): Indians refer to their country as ‘‘bharat’’, and this commercial product originating from India was named ‘‘baharat’’; alternatively, the word “bahar” means ‘‘pleasant scent’’ in Arabic, so “baharat” signifies ‘‘things with a pleasant scent’’ (Küçük, 2024).

The use of spices dates back to ancient times. Throughout history, these products have been utilized not only to impart flavor, scent, and aroma to food and beverages but also for purposes such as food preservation, aiding in the treatment of various diseases, producing pleasant fragrances, and use in religious ceremonies. In particular, the antimicrobial and antioxidant properties of certain spices have been leveraged to enhance the shelf life of foods (Akgül, 1993; Arslan, 2017). The earliest written record regarding the use of spices in food was discovered during excavations in Egypt (Başoğlu, 1982). Humans have continued to use spices in the time that has elapsed since then. Over this period, spices have been cultivated extensively. Their quality has improved, and they have become affordable enough to be sold even on supermarket shelves (Gürsoy, 2012). For centuries, spices were so valuable that they were kept in drawers secured by locks requiring the key to be turned three times. It is well known that spices became symbols of status and power, and were even the cause of major wars (Gürsoy, 2012). Although advancements in food preservation technologies have limited the use of spices for preservation purposes compared to the past, they remain significant in the nutrition and food sectors, even as their role has shifted away from preservation. Spices are widely used to impart distinctive tastes, scents, aromas, and colors to food and beverages, to enhance flavor characteristics, and to create unique flavor profiles. Furthermore, the antioxidant and antimicrobial properties of spices—stemming from their various bioactive components—as well as their potential health effects, are subjects of scientific research (Akgül, 1993; Tayar, 2012). Spices are classified in various ways. In his book “Lezzetin Tarihi” (The History of Flavor), Tez (2012) categorized spices into primary and secondary groups based on the intensity of their usage. In this context, red

pepper, black pepper, cardamom, ginger, and turmeric are cited as examples of primary spices, while cumin, anise seed, coriander, dill seed, fennel, saffron, fenugreek, and vanilla are listed as examples of secondary spices. Paksoy (2016), on the other hand, classifies them as follows: leaf and vegetable spices (red pepper, green pepper, ornamental pepper, mint, dill, watercress, thyme, etc.), root spices (soapwort, salep), fruit and seed spices (fennel, black pepper, black cumin, coriander, mustard, vanilla, nutmeg, mahleb, cumin, allspice, sumac), and flower and twig spices (clove, cinnamon, linden).

Spices are derived from various shrubs, wooded areas, trees, aromatic mosses and roots, flowers, seeds, and the fruits of herbaceous plants. While the plants themselves are often fresh, the spices are typically dried (Sherman and Billing, 1999). Spices exhibit great diversity, depending on the plant species used and the geographical regions where they are grown. Akgül (1993) notes that while the International Organization for Standardization (ISO) defines approximately 70 different spices, a far greater number of plants are utilized as spices across various regions and localities worldwide. Each spice possesses a distinctive aroma and flavor derived from its composition of plant-based chemicals, in other words phytochemicals. These chemicals evolve within plants to protect them against insects, vertebrates, fungi, pathogens, and parasites. Many spices contain phytochemicals; phytochemicals are the plants' survival strategies (Sherman and Billing, 1999). While some spice components exhibit volatile properties—contributing to the formation of aroma and scent—non-volatile components play a key role in determining taste and color characteristics. Essential oils, alkaloids, and carotenoids are considered the primary components involved in the formation of aroma, taste, and color, respectively. The chemical composition of spices is not solely determined by the plant species; it can vary depending on various environmental factors such as climate and cultivation conditions (Akgül, 1993). Garlic, cinnamon, ginger, and red pepper have been used for centuries to combat various ailments such as kidney stones, dysentery, arthritis, and high blood pressure (Duke, 1994; Johns, 1990). In addition to their aromatic and flavor-enhancing properties, spices can also serve as natural food colorants due to the various pigment compounds they contain. Carotenoids play a particularly significant role in the coloration provided by spices; compounds such as lutein, β-carotene, and neoxanthin contribute to the emergence of various color hues (Kadu et al., 2015). Furthermore, curcuminoids, flavonoids, and chlorophylls found in certain spices are also among the components that influence color formation. Various spices—most notably red pepper, turmeric, and saffron—are utilized to impart yellow, orange, and red tones to foods thanks to their pigment content (Chittaragi and Menon, 2023). Given these properties, natural pigments derived from spices are significant as natural alternatives to synthetic colorants in the food industry.

Isot spice can be produced using two different methods: traditional and industrial (factory-based). In traditional isot production, the stems and seed cores of fully matured, sorted fresh red peppers are first removed, and the peppers are then manually split into 2-3 pieces. The prepared pepper pieces are transformed into isot spice by undergoing the stages of pre-drying, bagging (sweating), final drying, and grinding, in that order. In traditional production, the drying and sweating processes are carried out on concrete surfaces under sunlight. It is noted that the peppers acquire their characteristic dark red or purple hue during the sweating stage. Following the grinding process, specific amounts of olive oil and salt may optionally be added to enhance the product's sensory characteristics. Completing isot production via the traditional method takes approximately 8-10 days, depending on the climatic conditions during the production period (Korkmaz et al., 2016).

In the industrial production of isot, the process is completed in a shorter time compared to the traditional method. In this method, fresh pepper slices are dried in the sun or in ovens until their moisture content drops below 15% and are subsequently ground into flakes. Water is added to the resulting flakes to achieve a moisture level of 25-27%, and a conditioning process is applied. The conditioned product is passed through a screw-type auger, where friction heats it to approximately 60-65°C. The heated peppers are then transferred to insulated wooden vats and left to rest. During this stage, known as "kepertme", the temperature of the peppers reportedly rises to 80-90°C. After resting in the vats for 30-36 hours, the peppers are removed and aerated once their moisture content has again dropped below 15%. In the final stage, oil and salt may be added optionally to prepare the product for use. It is stated that the primary objective of the "kepertme" process is to enable the peppers to acquire a darker color, similar to the ''sweating'' stage in traditional production (Korkmaz et al., 2016).

The distinct properties and uses of spices were known even in ancient societies. Scientific research findings regarding the antimicrobial effects of spices and their constituents, which have been used as food and food additives since early times, began to be reported in the 19th century (Zaika, 1987). The antimicrobial activities of spices can vary depending on the type of spice and the specific microorganism involved (Giese, 1994). It is noted that the antimicrobial effects of spices are largely associated with the volatile oils they contain (Akgül and Kıvanç, 1989; Akgül, 1993). Phenolic compounds containing a hydroxyl group constitute a significant portion of the antimicrobial essential oils found in spices (Van de Braak and Leijten, 1999). It has been reported that volatile oils derived from spices exhibit antibacterial, antifungal, and antioxidant activities, and that these antimicrobial activities are linked to phenolic compounds such as carvacrol, thymol, and eugenol, and terpenoid constituents present in their composition (Başer et al., 2004). Although spices contain various components with

antimicrobial properties, they are not considered entirely safe from a microbiological standpoint. It has been reported that some foodborne pathogens can remain viable, particularly in dried spices, and that these products can play a role in the transmission of microorganisms (Gurtler and Keller, 2019). Contact with environmental sources, especially during stages such as harvesting, processing, and storage, can increase the risk of microbial contamination in spices (Mathot et al., 2021). Therefore, in addition to their natural antimicrobial properties, it is important to consider the microbiological quality of spices and the risks they pose regarding food safety (Tang, 2025).

The microbiological safety of spices is not limited to mycotoxin-producing molds but also encompasses the presence of various foodborne pathogenic bacteria. Although dried spices have low water activity, it has been reported that certain pathogenic microorganisms can remain viable within them. Indeed, studies have detected foodborne pathogens such as *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, and *Salmonella spp*. in spices (Gurtler and Keller, 2019). The exposure of peppers to the environment during the drying, processing, and storage stages of isot production necessitates a microbiological assessment of the product. The finding by Ardıç et al. (2008) regarding the prevalence of AFB_1—a chemical contaminant—in isot highlights the importance of evaluating production and sales conditions from a food safety perspective. However, the limited data on bacterial contamination in isot suggest a need for more detailed research, particularly concerning foodborne pathogens. In this context, the aim of this study was to investigate the presence of *Staphylococcus aureus* in isot samples sold loose. The consumption of unsafe food poses a significant public health issue (World Health Organization, 2022). Microbial contamination occurring at any stage from food production to consumption poses significant risks to food safety. *Staphylococcus aureus* can cause foodborne illnesses.

Staphylococcus aureus was first observed by Robert Koch in 1878 and cultivated in liquid medium by Louis Pasteur in 1880; in 1881, Alexander Ogston demonstrated the pathogenicity of staphylococci in mice and guinea pigs and named these microorganisms ‘‘*Staphylococcus*’’ (staphyle: bunch of grapes) because they form irregular clusters resembling a bunch of grapes, as the cells do not separate from one another during proliferation (Cengiz, 1999). Staphylococci are Gram-positive, non-motile, and non-spore-forming. All staphylococci are catalase-positive (Gülhan and Boynukara, 1997; Mandell et al., 2010). Under appropriate incubation conditions, it forms round, raised, smooth-edged, and shiny colonies, and golden-yellow pigment production can be observed in some strains (Polat, 2013). The *Staphylococcus* genus is distinguished from other Gram-positive cocci by catalase test. This test detects the presence of cytochrome oxidase enzymes (Över et al., 2000). It is known to be present in restaurants, in foods prepared by hand, and in hospitals. Nasal staphylococci

have been found to pose a risk by spreading into the environment via living or non-living carriers. A major source of staphylococcal food poisoning is the consumption of foods prepared by hand within the food industry (Gülbandılar, 2009). The ability of *S. aureus* to tolerate diverse environmental conditions and high salt concentrations is significant for its survival in food (Gülhan and Boynukara, 1997; Mandell et al., 2010).

In staphylococci, the primary targets of antibiotics are the cell wall, ribosomes, and nucleic acids. Mobile genetic elements such as plasmids, transposons, and staphylococcal cassette chromosomes can lead to antibiotic resistance (Foster, 2017). Acquisition of resistance via mutation: alteration of the drug target to prevent inhibitor binding; loss of repression of chromosomally encoded multidrug-resistance efflux pumps; and pleiotropic mutations that alter the structure and composition of the cell wall and/or membrane to reduce access to the drug target (Foster, 2017). Antibiotics are arguably the most successful form of chemotherapy developed in the 20th century. Since their discovery and introduction into commercial use over 70 years ago, antibiotics have saved countless lives every day. Modern medicine relies on the effectiveness of antibiotics in treating and preventing various infections, including urinary tract, skin, and soft tissue infections, as well as life-threatening conditions such as pneumonia, endocarditis, meningitis, and sepsis.

The ability of bacteria to develop resistance to antibiotics is well documented. Initially, the arsenal of new antibiotics was sufficient to overcome the observed resistance, and antibiotics were generally taken for granted. While the development of new antibiotics declined, bacterial resistance continued to rise globally. Over the past two decades, the prevalence of multidrug-resistant (MDR) and even extensively drug-resistant (XDR) bacterial pathogens has steadily increased due to the excessive and indiscriminate use of clinically employed antibiotics, alongside the continuous evolution and spread of mobile genetic elements conferring resistance (Banin et al., 2017).

The World Health Organization (WHO) published the Global Priority Pathogens List in 2017 to encourage the development of new treatment options against antibiotic resistance. The 12 bacteria and bacterial groups included in the list were classified into three priority categories (critical, high, and medium) based on antibiotic resistance. *Staphylococcus aureus*, a significant causative agent of healthcare-associated infections, was included among the high-priority pathogens (WHO, 2017). Although categorized in various ways, isot stands out as an important spice requiring evaluation regarding microbial contamination, particularly due to the common practice of selling it openly. Accordingly, this study utilized isot spices sold loose as research material, aiming to examine microbial contamination in these samples and to characterize the enzymatic and antibiotic resistance profiles of the isolated *Staphylococcus aureus* strains.

2. METHODOLOGY

2.1. Collection of isot samples

10-gram isot samples were collected in sterile containers from isot (Urfa pepper) displayed openly at five selected spice vendors; these samples were transported to the laboratory in a transport box cooled with ice cubes.

2.2. Measurement of the pH of isot spice samples

One-gram of each isot sample was precisely weighed and transferred to separate tubes containing 9 ml of distilled water. After the tubes were shaken for one hour on a shaker incubator, pH measurements were taken using a pH meter (Türk Standartları, 1984).

2.3. Preparation of media

The used media were Tryptic Soy Agar with Polysorbate 80 for checking sanitization of foods; Eosin Methylen-Blue Lactose Sucrose Agar for differentiating Gram-negative enteric bacteria due to their ability to ferment lactose and sucrose; Pseudomonas Selective (Cetrimide) Agar for selection of *Pseudomonas aeruginosa*; Bismuth Sulfite Agar for isolation of *Salmonella* species; MacConkey Agar for isolating Gram-negative bacteria and differentiating them from others due to their lactose fermentation from food, clinical, environmental samples. Mueller-Hinton Agar was used to test antimicrobial susceptibility. Tryptic Soy Agar with Polysorbate 80, Eosin Methylen-Blue Lactose Sucrose (EMB) Agar (peptone 10 g, dipotassium hydroxide 2 g, lactose 5 g, sucrose 5 g, methylene yellow eosin 0.07 g, agar 20 g, distilled water 1000 ml); Pseudomonas Selective (Cetrimide) Agar (CET) (gelatin peptone 20 g, magnesium chloride 1.4 g, potassium sulfate 10 g, cetyltrimethylammonium bromide 0.3 g, agar 20 g, distilled water 1000 ml); Bismuth Sulfite Agar (BSA) (peptone 10 g, beef extract 5 g, D-Glucose 5 g, disodium hydrogen phosphate 4 g, bismuth ammonium citrate 1.85 g, Iron(II) sulfate 0.3 g, brilliant green 0.025 g, agar 20 g, distilled water 1000 ml); MacConkey Agar (MAC) (gelatin peptone 17 g, proteose peptone meat 1.5 g, proteose peptone casein 1.5 g, lactose 10 g, sodium chloride 5 g, bile salts 1.5 g, neutral red 0.03 g, crystal violet 0.001 g, agar 20 g, distilled water 1000 ml); Mueller-Hinton Agar (MHA) (beef extract 2 g, casein 17.5 g, starch 1.5 g, agar 20 g, distilled water 1000 ml) were prepared. The media were autoclaved at 121°C for 20 minutes. The pH value of all culture media was adjusted to 7.5. Following the autoclaving process, the media were poured into sterile Petri dishes inside a sterile cabinet, next to a Bunsen burner. Mannitol Salt Phenol Red Agar (pepton 10 g, meat extract 1 g, NaCl 75 g, mannitol 10 g, phenol red 0.025 g, agar 15 g, distilled water 1000 ml) was used to isolate *Staphylococcus aureus*.

2.4. Examination of bacterial counts in isot spice samples using different culture media

One-gram of the isot samples were weighed and transferred into tubes containing 9 ml of 0.85% NaCl solution. After the mixtures were shaken for one hour in a shaking incubator, serial dilutions ranging from 10^{-1} to 10^{-4} were prepared. Using a micropipette, 100 µl of isot solutions from the dilution tubes were transferred onto Tryptic Soy Agar, EMB Agar, Cetrimide Agar, Bismuth Sulfite Agar, and MacConkey Agar media, and the spread-plate inoculation method was performed using a glass spreader (Harley and Prescott, 2002). After the inoculated Petri dishes were incubated at 37°C for 24 hours, the visible colonies were counted, and the total number of microorganisms was calculated by multiplying the obtained count by the dilution factor.

2.5. Determination of the total count of *Staphylococcus aureus* in isot spice samples

One-gram of the isot samples were weighed and transferred into tubes containing 9 ml of 0.85% NaCl solution. After the mixtures were shaken for one hour in a shaking incubator, serial dilutions ranging from 10^{-1} to 10^{-4} were prepared. Using a micropipette, 100 µl of isot solutions from the dilution tubes were transferred onto Mannitol Salt Phenol Red Agar (Harley and Prescott, 2002). After the incubation period, *Staphylococcus aureus* colonies surrounded by a yellow zone were counted and multiplied by the dilution factor to determine the total count in Colony-Forming Units per gram (CFU/g).

2.6. Obtaining pure *Staphylococcus aureus* isolates and Gram staining

Staphylococcus aureus colonies obtained using a sterile plastic loop from culture media showing growth were transferred to fresh Mannitol Salt Phenol Red Agar via the streak plate technique for purification. The purity and cell morphology of the colonies obtained after 24 hours of incubation at 37°C were examined using Gram staining (Gram, 1884). The prepared specimen was examined under a microscope using an immersion objective (10x40), and purple, spherical *Staphylococcus aureus* cells were confirmed (Harley and Prescott, 2002).

2.7. Determination of the catalase and oxidase activities of *Staphylococcus aureus* isolates

The catalase and oxidase enzyme activities of the obtained *Staphylococcus aureus* strains were investigated using 3% H_2O_2 and oxidase test reagent, respectively (Harley and Prescott, 2002).

2.8. Determination of antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* isolates

The resistance profiles of *Staphylococcus aureus* strains, isolated from isot samples, against three different antibiotics (clindamycin, gentamicin, and cefoxitin) were examined using the Kirby-Bauer disk diffusion method (Bauer et al., 1966). Cultures grown on Mannitol Salt Phenol Red Agar at 37°C for 24 hours were adjusted to a density of 10^8 CFU/mL in 0.85% physiological saline, and turbidity was verified using a densitometer. The suspensions were spread homogeneously onto the surface of Mueller-Hinton Agar using a

swab. Following the placement of the disks, the Petri dishes were incubated at 37°C for 24 hours, and the diameters of the inhibition zones formed around the antibiotic disks were measured.

3. RESULTS

Within the scope of this study, a total of five isot samples sold in bulk were examined microbiologically. The pH values of the samples were found to range from 5.03 to 5.41. The lowest pH value (5.03) was measured in sample ISOT5, while the highest (5.41) was measured in sample ISOT1 (Table 1).

Table 1. pH values of isot samples sold loose.

No	Sample	pH value
1	ISOT1	5,41
2	ISOT2	5,33
3	ISOT3	5,12
4	ISOT4	5,20
5	ISOT5	5,03

Microbiological analyses revealed the presence of *Staphylococcus aureus* in three of the five isot samples examined, whereas *S. aureus* was not detected in samples ISOT2 and ISOT3. Accordingly, analyses in the subsequent stages of the study were continued using samples ISOT1, ISOT4, and ISOT5.

Table 2. Total counts of bacteria (CFU/g) on different media.

Medium	ISOT1	ISOT2	ISOT3	ISOT4	ISOT5
Tryptic Soy Agar with Polysorbate 80	3×10^2	5.1×10^2	2×10^1	3.5×10^2	1.1×10^3
Eosin Methylen-Blue Lactose Sucrose Agar (EMB)	7×10^2	1.7×10^2	-	5×10^2	5.6×10^2
Pseudomonas Selective (Cetrimide) Agar (CET)	-	3×10^1	-	-	-
Bismuth Sulfite Agar (BSA)	-	-	-	-	-
MacConkey Agar (MAC)	3×10^1	2×10^1	4×10^1	1×10^1	5×10^1
Mannitol Salt Phenol Red Agar (MSPRA)	1.7×10^2	-	-	9×10^1	3×10^1

Total viable cell counts on Tryptic Soy Agar with Polysorbate 80; Eosin Methylen-Blue Lactose Sucrose Agar; MacConkey Agar were respectively found as between 2×10^1-1.1×10^3 CFU/g; 1.7×10^2-7×10^2 CFU/g; 1×10^1-

5×10^1 CFU/g (Table 2). Sample ISOT3 did not contain Gram-negative enteric bacteria. While sample ISOT2 contained *Pseudomonas* colonies (3×10^1 CFU/g), other samples did not contain *Pseudomonas* colonies (Table 2). According to the Bismuth Sulfite Agar results, none of the samples contained *Salmonella* species. *Staphylococcus aureus* counts were found as 1.7×10^2 CFU/g, 9×10^1 CFU/g, 3×10^1 CFU/g for ISOT1, ISOT4, and ISOT5 (Table 2).

Table 3. Cell shape, catalase, oxidase, Gram reaction of the isolates.

No	Isolate Code	Cell Shape	Gram Reaction	Catalase	Oxidase
1	ISOT1	coccus	+	+	-
2	ISOT4	coccus	+	+	-
3	ISOT5	coccus	+	+	-

The isolated *Staphylococcus aureus* cells were found to be coccus-shaped, Gram-positive, catalase-positive, and oxidase-negative (Table 3).

Table 4. Inhibition zone diameters (mm) of *S. aureus* isolates.

Isolate Code	Antibiotics		
	Cefoxitin (30 µg) FOX30	Gentamicin (10 µg) CN10	Clindamycin (2 µg) DA2
	Inhibition zone diameters of *S. aureus isolates* (mm)		
ISOT1	10	23	18
ISOT4	9	22	11
ISOT5	13	26	31

For ISOT1, the inhibition zone diameters were 10 mm for cefoxitin, 23 mm for gentamicin, and 18 mm for clindamycin. For ISOT4, inhibition zones of 9 mm, 22 mm, and 11 mm were measured for cefoxitin, gentamicin, and clindamycin, respectively. For ISOT5, the corresponding inhibition zone diameters were 13 mm for cefoxitin, 26 mm for gentamicin, and 31 mm for clindamycin (Table 4). When the inhibition zone diameters of the *S. aureus* isolates obtained in our study were evaluated against antibiotic disks according to EUCAST 2026 criteria, cefoxitin resistance was detected in all three *S. aureus* isolates. No resistance to gentamicin was observed in any of the three isolates. Regarding clindamycin, isolates ISOT1 and ISOT4 were found to be resistant, whereas the inhibition zone diameter for ISOT5 was above the susceptibility breakpoint. However, the D-test result must be considered to evaluate inducible clindamycin resistance for ISOT5.

4. DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

In a study conducted by Korkmaz et al. (2016), the pH values of isot spices produced via traditional and industrial methods were determined to be 4,66 and 4,49, respectively. In the present study, however, the pH

values of the isot samples were measured as 5,41, 5,33, 5,12, 5,20, and 5,03. All pH values obtained in our study are higher than those reported by Korkmaz et al. (2016). This difference may be attributed to factors such as production methods, the characteristics of the peppers used, processing practices, and storage conditions. Although pH is a significant physicochemical parameter indicating the acidity level of a food product, it is not sufficient on its own to assess microbiological quality or the presence of pathogens.

While Gram-negative enteric bacteria were not detected in sample ISOT3, *Pseudomonas spp.* were found only in sample ISOT2 at a level of 3×10^1 CFU/g. *Salmonella spp.* were not detected in any of the samples examined. In contrast, *Staphylococcus aureus* was identified in samples ISOT1, ISOT4, and ISOT5 at levels of 1.7×10^2, 9×10^1, and 3×10^1 CFU/g, respectively. Eroğul et al. (1999) reported the presence of micrococci and staphylococci in the spice samples but noted that coagulase-positive staphylococci were not detected. Unlike this finding, *S. aureus* was detected in three of the five samples examined in our study. However, the bacterial count was not high. *Salmonella* spp. was not found in the tested samples. The differences between the two studies may stem from variations in spice types, sampling locations, product processing and storage conditions, and the analytical methods employed.

Banerjee and Sarkar (2003) reported the presence of *S. aureus* in 11% of various spice samples sold in India. The findings of both studies highlight the need to evaluate the microbiological quality of spices and emphasize the importance of hygiene conditions, particularly for products sold loose. In a study conducted by Tondo et al. (2000), the antibiotic resistance profiles of *Staphylococcus aureus* strains isolated from a dairy processing facility, personnel, and dairy products were examined. While varying rates of resistance to penicillin G were detected in the isolates, susceptibility to oxacillin, cephalothin, gentamicin, trimethoprim-sulfamethoxazole, and vancomycin was reported. In our study, however, all three *S. aureus* isolates were found to be resistant to cefoxitin, whereas no resistance to gentamicin was detected. While our results regarding gentamicin align with the findings of Tondo et al., a difference was observed regarding cefoxitin resistance. In a study conducted by Gülbandılar (2009) in the Kütahya region investigating nasal mucosal *Staphylococcus aureus* carriage and antibiotic susceptibility, all 218 isolates examined were identified as *S. aureus*. While no resistance to mupirocin, teicoplanin, or vancomycin was detected in the antibiotic susceptibility tests, it was reported that 91.74% of the isolates were resistant to penicillin G. In our study, however, all *S. aureus* strains isolated from three of the five samples of spices sold in bulk were found to be resistant to cefoxitin, whereas no resistance to gentamicin was observed. Bulan (1993) reported high bacterial counts, as well as the presence of coliform bacteria and coagulase-negative staphylococci, particularly in red pepper samples. These results indicate that

spices may be exposed to microbiological contamination during production, processing, storage, and sale. Therefore, it is essential to improve hygiene and sanitation conditions at all stages from production to consumption, identify and control sources of contamination, and conduct regular microbiological analyses. These measures can contribute to preserving the microbiological quality of spices and reducing foodborne health risks.

In a study conducted by Sağun et al. (1997) to evaluate the microbiological quality of red pepper, black pepper, and cumin samples offered for sale in Van, it was reported that the spice samples—particularly the red pepper and black pepper—exhibited noteworthy results regarding their total aerobic microorganism load. In our study, *Staphylococcus aureus* was detected in three of the samples. Both studies highlight the importance of evaluating the microbiological quality of spices and implementing measures to prevent contamination. Uzunlu (2002) reported that *Staphylococcus aureus* was not detected in samples of bulgur, isot pepper, black pepper, or tomato paste. In a study by Baimenov et al. (2026) examining the antimicrobial resistance profiles of *Staphylococcus aureus* strains isolated from animal-derived food products, cefoxitin resistance was identified in 20.2% of the isolates. In our current study, however, cefoxitin resistance was detected in all three *S. aureus* isolates. Başyiğit et al. (2020) investigated the antimicrobial activity of isot pepper seed oil against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* subsp., *Aspergillus brasiliensis*, and *Candida albicans*. That study is significant as it demonstrates that the oil derived from isot pepper possesses antimicrobial potential against specific microorganisms. While antimicrobial activity studies evaluate the effect of a substance on target microorganisms under specific conditions, microbiological quality analyses aim to determine the existing pathogen load and presence within a product.

Soares et al. (2026) investigated the virulence characteristics and antimicrobial resistance profiles of *Staphylococcus aureus* isolates obtained from ready-to-eat foods and the hands of food handlers in university dining services. In that study, cefoxitin resistance was identified in 4 (13.8%) of the 29 total isolates, while gentamicin resistance was detected in 5 (17.2%) isolates; it was reported that gentamicin resistance was higher among isolates obtained from food samples. In our current study, however, cefoxitin resistance was observed in all three *S. aureus* isolates. Examining the antimicrobial resistance profiles of *S. aureus* isolates obtained from different food matrices across these two studies is important for assessing the presence of this bacterium in the food chain and the variability of its resistance characteristics. Lin et al. (2019) investigated the prevalence, antibiotic resistance, and biofilm-forming characteristics of *Staphylococcus aureus* in ready-to-eat foods collected in China's Sichuan province. *S. aureus* was detected in 42 (1.9%) of the 2,160 food samples analyzed

in the study, and a total of 54 isolates were obtained for further analysis. Antimicrobial susceptibility testing revealed the highest resistance rate against penicillin (90.7%), followed by erythromycin (46.3%) and clindamycin (40.7%). Cefoxitin resistance was detected in 5.6% of the isolates. In our current study, the isolates were found as cefoxitin-resistant. The results of the present study can serve as a basis for further, more comprehensive experiments, and the study itself could be replicated on a larger scale. Both the data we obtained and the findings from the reviewed articles indicate that measures such as ensuring proper hygiene and conducting regular inspections by authorities are essential to minimize the causes of contamination.

REFERENCES

Akgül, A. (1993). *Baharat bilimi ve teknolojisi*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları.

Akgül, A., & Kıvanç, M. (1989). Baharatlar, sorbik asit ve sodyum klorürün antimikrobiyal etkileri. *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 13*, 1–9.

Ardıç, M., Karakaya, Y., Atasever, M., & Durmaz, H. (2008). Determination of aflatoxin B1 levels in deep-red ground pepper (isot) using immunoaffinity column combined with ELISA. *Food and Chemical Toxicology, 46*(5), 1596–1599. https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.12.025

Arimboor, R., Natarajan, R. B., Menon, K. R., Chandrasekhar, L. P., & Moorkoth, V. (2015). Red pepper (*Capsicum annuum*) carotenoids as a source of natural food colors: Analysis and stability—A review. *Journal of Food Science and Technology, 52*(3), 1258–1271. https://doi.org/10.1007/s13197-014-1260-7

Arslan, N. (2017). *Baharat bahçesi ve bitkileri*. Ankara Büyükşehir Belediyesi.

Atasoy, A. F., Hayoğlu, İ., Korkmaz, A., Kara, E., & Yıldırım, A. (2017). Geleneksel ev isot baharatının aflatoksin içeriğinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 21*(1), 35–40.

Baimenov, B., Malikzada, K., Dossova, A., Bermukhametov, Z., Shevchenko, P., Gabitova, A., Tomaruk, O., Yskak, A., Chuzhebayeva, G., & Rychshanova, R. (2026). Prevalence, toxigenicity, and antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus* from food products of animal origin in Kostanay Region, Kazakhstan: A genotypic–phenotypic concordance study. *Veterinary Sciences, 13*(7), Article 687. https://doi.org/10.3390/vetsci13070687

Banerjee, M., & Sarkar, P. K. (2003). Microbiological quality of some retail spices in India. *Food Research International, 36*(5), 469–474. https://doi.org/10.1016/S0963-9969(02)00194-1

Banin, E., Hughes, D., & Kuipers, O. P. (2017). Bacterial pathogens, antibiotics and antibiotic resistance. *FEMS Microbiology Reviews, 41*(3), 450–452. https://doi.org/10.1093/femsre/fux016

Baser, K. H. C., Özek, T., Kirimer, N., & Tümen, G. (2004). A comparative study of the essential oils of wild and cultivated *Satureja hortensis* L. *Journal of Essential Oil Research, 16*(5), 422–424. https://doi.org/10.1080/10412905.2004.9698761

Başoğlu, F. (1982). Gıdalarda kullanılan bazı baharatların mikroorganizmalar üzerine etkileri ve kontaminasyondaki rolleri. *Gıda, 7*(1), 19–24.

Başyiğit, B., Dağhan, Ş., & Karaaslan, M. (2020). Biochemical, compositional, and spectral analyses of isot (Urfa pepper) seed oil and evaluation of its functional characteristics. *Grasas y Aceites, 71*(4), Article e384. https://doi.org/10.3989/gya.0915192

Bulan, İ. (1993). *Piyasada satılan bazı baharat çeşitlerinin mikrobiyolojik yönden incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi]. Marmara Üniversitesi Açık Erişim Sistemi. https://hdl.handle.net/11424/184360

Cengiz, A. T. (1999). *Staphylococcus aureus*. İçinde S. Ustaçelebi (Ed.), *Temel ve klinik mikrobiyoloji* (1. bs., ss. 339–349). Güneş Kitabevi.

Chittaragi, D., & Menon, J. S. (2023). Bio-colours from spices. İçinde *Natural products and their bioactive compounds*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.109830

Coşkun, F. (2010). Gıdalarda kullanılan bazı baharat ve baharat özütlerinin antimikrobiyal aktivitesi. *Akademik Gıda, 8*(4), 41–46.

Duke, J. A. (1994). Biologically active compounds in important spices. İçinde G. Charalambous (Ed.), *Spices, herbs, and edible fungi* (ss. 201–223). Elsevier.

Eroğul, İ., Küplülü, Ö., & Karagöz, S. (1999). Ankara'da tüketime sunulan bazı baharatın mikrobiyolojik kalitesi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 46*, 115–125.

European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. (2026). *Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters* (Version 16.1). https://www.eucast.org/fileadmin/eucast/pdf/breakpoints/v_16.1_Breakpoint_Tables.pdf

Foster, T. J. (2017). Antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus*: Current status and future prospects. *FEMS Microbiology Reviews, 41*(3), 430–449. https://doi.org/10.1093/femsre/fux007

Giese, J. (1994). Antimicrobials: Assuring food safety. *Food Technology, 48*(6), 101–110.

Gülbandılar, A. (2009). İsot baharatında mikrobiyolojik kalite analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*.

Gülhan, T., & Boynukara, B. (1997). Açıkta satılan baharatların mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 3*(1), 82–90.

Gurtler, J. B., & Keller, S. E. (2019). Microbiological safety of dried spices. *Annual Review of Food Science and Technology, 10*, 409–427. https://doi.org/10.1146/annurev-food-030216-030000

Harley, J. P., & Prescott, L. M. (2002). *Laboratory exercises in microbiology* (5th ed.). The McGraw-Hill Companies.

Hughes, D., & Andersson, D. I. (2017). Environmental and genetic modulation of the phenotypic expression of antibiotic resistance. *FEMS Microbiology Reviews, 41*(3), 374–391. https://doi.org/10.1093/femsre/fux004

Jensen, S. O., & Lyon, B. R. (2009). Genetics of antimicrobial resistance in *Staphylococcus aureus*. *Future Microbiology, 4*, 565–582.

Johns, T. (1990). *With bitter herbs they shall eat it: Chemical ecology and the origins of human diet and medicine*. University of Arizona Press.

Kadu, P., Waghmare, P., & Patingrao, D. (2015). Extraction, isolation, purification and identification of curcumin. *European Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences, 2*(3), 108–123.

Korkmaz, A., Aydoğdu, M. H., Mutlu, N., & Atasoy, A. F. (2016). Geleneksel ve fabrikasyon yöntemiyle üretilen isot baharatlarının bazı fizikokimyasal ve renk özelliklerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 20*(3), 204–213. https://doi.org/10.29050/harranziraat.259112

Küçük, C. (2024). Baharatlar. *Türkiye Turizm Ansiklopedisi*.

Lin, Q., Sun, H., Yao, K., Cai, J., Ren, Y., & Chi, Y. (2019). Prevalence, antibiotic resistance, and biofilm formation of *Staphylococcus aureus* in ready-to-eat foods. *Biomolecules, 9*(10), Article 524. https://doi.org/10.3390/biom9100524

Mandell, G. L., Bennett, J. E., & Dolin, R. (2010). Staphylococcus aureus (including staphylococcal toxic shock). İçinde *Mandell, Douglas, and Bennett's principles and practice of infectious diseases* (7th ed.).

Martins, M. L., Martins, H. M., & Bernardo, F. (2001). Aflatoxins in spices marketed in Portugal. *Food Additives & Contaminants, 18*, 315–319.

Mathot, A. G., Postollec, F., & Leguerinel, I. (2021). Bacterial spores in spices and dried herbs: The risks for processed food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 20*(1), 840–862. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12690

Nesme, J., & Simonet, P. (2015). The soil resistome: A critical review on antibiotic resistance origins, ecology and dissemination potential in telluric bacteria. *Environmental Microbiology, 17*, 913–930.

Över, U., Tunç, Y., & Söyletir, G. (2000). Catalase-negative *Staphylococcus aureus*: A rare isolate of human infection. *Clinical Microbiology and Infection, 6*, 681–682.

Paksoy, G. (2016). *Bazı baharatların ultrafiltre beyaz peynir kalitesi üzerine etkileri* [Yüksek lisans tezi, Namık Kemal Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü.

Polat, S. (2013). *Klinik Staphylococcus aureus izolatlarında metisilin direncinin fenotipik ve genotipik yöntemlerle araştırılması* [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi]. https://tezara.org/theses/339725

Sağun, E., Sancak, Y. C., Durmaz, H., & Ekici, K. (1997). Van'da tüketime sunulan bazı baharatların mikrobiyolojik kalitesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 8*(1–2), 1–5.

Sherman, P. W., & Billing, J. (1999). Darwinian gastronomy: Why we use spices. *BioScience, 49*(6), 453–463.

Soares, K., Matos, M., Paiva, J., Santos, M., Saraiva, S., García-Díez, J., Esteves, A., & Saraiva, C. (2026). Virulence determinants, antimicrobial resistance, and biofilm formation of *Staphylococcus aureus* recovered from ready-to-eat foods and food handlers in university food services. *Foods, 15*(13), Article 2331. https://doi.org/10.3390/foods15132331

Tang, X. (2025). Risk analysis of microorganisms in common food spices. *Frontiers in Microbiology, 16*, Article 1549719. https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1549719

Tayar, M. (2012). *Gıda muhafazasında baharatların kullanımı*. Afyon Kocatepe Üniversitesi Açık Erişim Sistemi.

Tez, Z. (2012). *Lezzetin tarihi: Geçmişten bugüne yiyecek, içecek ve keyif vericiler*.

Tondo, E. C., Guimaraes, M. C. M., Henriques, J. A. P., & Ayub, M. A. Z. (2000). Assessing and analysing contamination of a dairy products processing plant by *Staphylococcus aureus* using antibiotic resistance and PFGE. *Canadian Journal of Microbiology, 46*, 1108–1113.

Türk Dil Kurumu. (2026). Baharat. İçinde *Güncel Türkçe Sözlük*. https://sozluk.gov.tr/

Türk Standartları Enstitüsü. (1984). *Türk standardı 4122: Mamul deriler—pH tayini*.

Uzunlu, S. (2002). *Microbiological quality of raw meatballs and investigation of their microbial variation at different storage times and temperatures* [Master's thesis, Akdeniz University].

Van de Braak, S. A. A. J., & Leijten, G. C. J. J. (1999). *Essential oils and oleoresins: A survey in the Netherlands and other major markets in the European Union*. CBI, Centre for the Promotion of Imports from Developing Countries.

Walsh, C. T., & Wencewicz, T. A. (2016). *Antibiotics: Challenges, mechanisms, opportunities*. ASM Press.

World Health Organization. (2015). *WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: Foodborne diseases burden epidemiology reference group 2007–2015*.

World Health Organization. (2017). *Global priority list of antibiotic-resistant bacteria to guide research, discovery, and development of new antibiotics*. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-EMP-IAU-2017.12

Zaika, L. L. (1988). Spices and herbs: Their antimicrobial activity and its determination. *Journal of Food Safety, 9*(2), 97–118. https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.1988.tb00511.x

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK RAPORLAMASINDA AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKÂ: ESG VERİ KALİTESİ, GÜVENCE MUHAKEMESİ VE PAYDAŞ GÜVENİ İÇİN KAVRAMSAL BİR MODEL

Dr. Öğr. Üyesi İsmail ATABAY[1]

[1]Balıkesir Üniversitesi Havran Meslek Yüksekokulu, Muhasebe ve Vergi Bölümü

atabay@balikesir.edu.tr, 0000-0001-8979-5548

Özet

Yapay zekâ, sürdürülebilirlik verilerindeki tutarsızlıkların ve risk göstergelerinin belirlenmesini kolaylaştırabilir. Ancak bir modelin ürettiği risk skorunun güvence çalışmalarında kullanılabilmesi, sonucun nasıl üretildiğinin anlaşılmasını ve dayandığı verilerin doğrulanmasını gerektirir. Bu çalışma, açıklanabilir yapay zekânın sürdürülebilirlik raporlaması ve güvence süreçlerindeki rolünü incelemekte ve XAI Destekli Sürdürülebilirlik Raporlama ve Güvence Modelini (XAI-SRGM) önermektedir. Çalışma, sürdürülebilirlik güvencesi, ESG analizi ve açıklanabilir yapay zekâ alanlarındaki seçili yazının kavramsal sentezine dayanmaktadır; sistematik derleme veya ampirik sınama niteliği taşımamaktadır. Modelde ESG veri kalitesi, yapay zekâ tabanlı analiz kalitesi ve açıklama kalitesi analitik süreci; güvence uzmanının çıktıyı anlaması, güvence muhakemesi, raporlama güvenilirliği ve paydaş güveni ise değerlendirme sürecini oluşturmaktadır. Bu iki süreç, açıklamanın kaynak verilerle ilişkilendirilebilmesini sağlayan izlenebilirlik aracılığıyla bağlantı kurmaktadır. İnsan gözetimi, algoritmik çıktının sorgulanmasını ve diğer kanıtlarla birlikte değerlendirilmesini destekleyen tamamlayıcı bir unsur olarak ele alınmaktadır. Çalışma, açıklama kalitesini tahmin doğruluğundan ayırmakta; anlaşılır bir açıklamanın tek başına yeterli ve uygun güvence kanıtı oluşturmayacağını savunmaktadır. Önerilen altı ilişki, ampirik olarak doğrulanmış sonuçlar yerine gelecekteki araştırmalara yön verecek koşullu önermeler olarak sunulmaktadır. Modelin sınanması için açıklama ve izlenebilirlik koşullarının birbirinden bağımsız olarak değiştirildiği deneyler ile farklı analiz düzeylerinden veri toplayan araştırmalar önerilmektedir. Çalışmanın katkısı, ESG analizinin güvence muhakemesine aktarılmasını açıklama, doğrulanabilirlik ve insan değerlendirmesi üzerinden ele alan sınanabilir bir çerçeve sunmasıdır. Çerçevenin uygulamadaki yararı, daha fazla güven üretmesinden çok, güvenin doğrulanmış raporlama niteliğiyle uyumlu olmasına bağlıdır.

Anahtar kelimeler: Açıklanabilir yapay zekâ, sürdürülebilirlik raporlaması, ESG veri kalitesi, sürdürülebilirlik güvencesi, mesleki muhakeme, paydaş güveni.

EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SUSTAINABILITY REPORTING: A CONCEPTUAL MODEL FOR ESG DATA QUALITY, ASSURANCE JUDGMENT, AND STAKEHOLDER TRUST

Abstract

Artificial intelligence can assist in identifying inconsistencies and risk indicators in sustainability information. Using an AI-generated risk score in assurance work, however, requires practitioners to understand how the result was produced and verify its underlying data. This study examines the role of explainable artificial intelligence in sustainability reporting and assurance and proposes the XAI-Assisted Sustainability Reporting and Assurance Model (XAI-SRGM). It develops a conceptual synthesis of the sustainability assurance, ESG analytics, and explainable AI literature selected for conceptual relevance, rather than a systematic review or an empirical test. The model distinguishes an analytical process comprising ESG data quality, AI-based analysis quality, and explanation quality from an evaluative process comprising practitioner understanding, assurance judgment, reporting reliability, and stakeholder trust. Data traceability connects these processes by allowing explanations to be linked to identifiable source records. Human oversight supports the critical assessment of algorithmic outputs alongside other evidence. The study separates explanation quality from predictive accuracy and argues that an understandable explanation does not, by itself, constitute sufficient appropriate assurance evidence. Six conditional propositions are developed for future testing. Proposed research designs independently manipulate explanation and traceability and combine evidence collected at practitioner, engagement, and stakeholder levels. The contribution lies in a testable framework that explains how ESG analytics may inform assurance judgment through explanation, verifiability, and human evaluation. Its practical value depends on whether stakeholder trust corresponds to demonstrable reporting quality, rather than increasing confidence regardless of the underlying evidence.

Keywords: Explainable artificial intelligence, sustainability reporting, ESG data quality, sustainability assurance, professional judgment, stakeholder trust.

1. GİRİŞ

Sürdürülebilirlik raporlarında açıklanan bilgilerin güvenilirliği, bu bilgilerin nasıl toplandığı ve değerlendirildiğiyle yakından ilişkilidir. Emisyon ölçümleri, enerji tüketimi, çalışan göstergeleri ve tedarik zinciri verileri çoğu zaman farklı bilgi sistemlerinde tutulur. Bu verilerin aynı raporda bir araya getirilmesi, ölçüm sınırlarının ve hesaplama yöntemlerinin uyumlaştırılmasını gerektirir. Veri miktarındaki artış, raporların değerlendirilmesini kolaylaştıran analitik araçlara duyulan ihtiyacı da artırmaktadır.

Uluslararası Sürdürülebilirlik Standartları Kurulu (International Sustainability Standards Board [ISSB]) tarafından 2023 yılında yayımlanan IFRS (International Financial Reporting Standards) S1 ve S2 sürdürülebilirlik açıklama standartları, sürdürülebilirlikle ilgili finansal açıklamalar için yatırımcı odaklı bir çerçeve sunmaktadır (IFRS Foundation, 2023a, 2023b). Bu standartların kapsamı, tüm çevresel, sosyal ve yönetişim (Environmental, Social and Governance [ESG]) konularının aynı biçimde raporlanmasıyla özdeş değildir. Çalışmada ESG terimi çevresel, sosyal ve yönetişim verilerini kapsayan genel bir ifade olarak kullanılmakta; belirli bir raporlama standardının önemlilik yaklaşımının bütün paydaş grupları için geçerli olduğu varsayılmamaktadır.

Yapay zekâ, farklı kaynaklardaki verileri karşılaştırma ve olağandışı örüntüleri belirleme bakımından yararlı olabilir. Liu vd. (2026), ESG açıklama kalitesini okunabilirlik, karşılaştırılabilirlik, bilgilendiricilik ve güvenilirlik boyutlarında ele alarak bu alandaki uygulamaları değerlendirmektedir. Bununla birlikte derleme niteliğindeki bu çalışma, yapay zekâ kullanımının paydaşların değerlendirmelerinde iyileşmeye yol açtığına ilişkin nedensel kanıtların sınırlı kaldığını da belirtmektedir. Dolayısıyla analitik olanaklarla kanıtlanmış raporlama sonuçlarının ayrılması gerekir.

Güvence açısından temel sorun, bir risk skorunun hangi değerlendirmeyi haklı kıldığıdır. Modelin yüksek riskli olarak işaretlediği bir emisyon açıklaması, veri giriş hatasından, raporlama sınırındaki değişiklikten veya yanıltıcı bir açıklamadan kaynaklanabilir. Skor bu olasılıkları tek başına ayıramaz. Güvence uzmanı, modelin kullandığı değişkenleri ve verilerin kaynağını inceleyerek ek prosedürlerin gerekip gerekmediğine karar vermelidir. Açıklanabilir yapay zekâ (explainable artificial intelligence, XAI) bu incelemeyi destekleyebilir; ancak açıklama üretmek ile güvence kanıtı sağlamak arasında önemli bir fark bulunmaktadır.

Bu çalışmanın araştırma sorusu, XAI açıklamalarının hangi koşullarda ESG analizlerini güvence uzmanının muhakemesine bağlayabileceği ve bu bağlantının raporlama güvenilirliği ile paydaş güvenine nasıl yansıyabileceğidir. Çalışma bu soruya, analitik süreç ile mesleki değerlendirme sürecini ayıran XAI-SRGM aracılığıyla yanıt aramaktadır. Çerçevenin ayırt edici yönü, açıklanabilirlik ile veri izlenebilirliğini birlikte

değerlendirmesi ve insan gözetimini ilişkinin işleyiş koşullarından biri olarak ele almasıdır. Önerilen ilişkiler ampirik bulgu değildir; model, sonraki araştırmalar için gerekçelendirilmiş önermeler sunmaktadır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ LİTERATÜR

2.1 ESG veri kalitesi ve izlenebilirlik

ESG veri kalitesi, belirli bir raporlama ve analiz amacı açısından verilerin doğruluğu, tamlığı, tutarlılığı, güncelliği ve kapsamının uygunluğu olarak ele alınmaktadır. Bu boyutların önemi uygulamaya göre değişebilir. Emisyon analizinde kullanılan faaliyet verisi ve emisyon faktörlerinin uygunluğu belirleyiciyken, çalışan göstergelerinde sınıflandırma ölçütleri ve raporlama dönemi daha fazla önem kazanabilir. Veri kalitesi bu nedenle yalnızca eksik gözlem oranıyla ölçülemeyecek çok boyutlu bir yapıdır.

İzlenebilirlik, bir göstergeye veya analitik sonuca hangi kayıtlardan, dönüşümlerden ve hesaplamalardan ulaşıldığının geriye dönük incelenebilmesidir. Kaynak belgeye erişim, veri sürümlerinin korunması ve hesaplama adımlarının kaydı bu niteliği destekler. İzlenebilirlik veri kalitesiyle ilişkili olmakla birlikte ondan farklıdır: hatalı bir kayıt eksiksiz biçimde izlenebilir; doğru bir değerin ise kaynağı belgelendirilmemiş olabilir. Modelde bu ayrım korunmaktadır.

2.2 Yapay zekâ tabanlı analiz ve açıklama kalitesi

Yapay zekâ tabanlı ESG analiz kalitesi, sistemin tanımlanan görevde geçerli ve istikrarlı sonuç üretme düzeyidir. Göreve göre sınıflandırma doğruluğu, yanlış alarm oranı, risk skorlarının kalibrasyonu ve farklı dönemlerdeki performans bu değerlendirmeye dâhil edilebilir. Veriler arasındaki bir ilişkinin belirlenmesi, o ilişkinin nedensel olduğunu veya güvence açısından önemli bir yanlışlığa işaret ettiğini göstermez.

XAI, kullanıcıların modelin sonuçlarını değerlendirebilmesini sağlayan açıklamalar üretmeyi amaçlamaktadır (Adadi & Berrada, 2018; Barredo Arrieta vd., 2020). Bu çalışmada açıklama kalitesi açıklamanın modelin işleyişine sadakati, benzer durumlarda tutarlılığı, görevle ilgisi ve kullanıcı açısından anlaşılabilirliği üzerinden tanımlanmaktadır. Kullanıcının açıklamayı ikna edici bulması, modele sadakat veya doğruluk için yeterli ölçüt kabul edilmemektedir.

Shapley toplamsal açıklamaları (SHapley Additive exPlanations [SHAP]) ve yerel yorumlanabilir modelden bağımsız açıklamalar (Local Interpretable Model-Agnostic Explanations [LIME]) gibi yöntemler, belirli değişkenlerin model çıktısıyla ilişkisini görünür kılabilir. Bunların sunduğu değişken katkıları, işletmenin ESG performansının nedenlerine ilişkin doğrudan nedensel kanıt olarak yorumlanmamalıdır. Benzer şekilde, doğal dilde akıcı bir gerekçe üretilmesi bu gerekçenin kullanılan modelle veya kaynak kayıtlarla uyumlu olduğunu garanti etmez. Rudin (2019), yüksek riskli karar bağlamlarında sonradan açıklama üretmenin sınırlılıklarına

dikkat çekerek doğrudan yorumlanabilir modellerin değerlendirilmesini savunmaktadır. Bu nedenle XAI-SRGM, karmaşık modellerin her durumda tercih edilmesini gerektirmez.

2.3 Sürdürülebilirlik güvencesi ve mesleki muhakeme

Sürdürülebilirlik güvencesi, belirli ölçütlere göre hazırlanmış bilgilerin değerlendirilmesini ve elde edilen kanıtlara dayalı bir sonucun raporlanmasını içerir. Simnett vd. (2009), farklı ülkelerdeki güvence tercihlerinin raporların güvenilirliği ve kurumsal itibarla bağlantısını ele almıştır. Cohen ve Simnett (2015), kurumsal sosyal sorumluluk güvencesini denetim araştırmaları için bir gündem olarak tartışırken, Peters ve Romi (2015) sürdürülebilirlik yönetişimi özellikleriyle güvence arasındaki ilişkiye odaklanmıştır.

Güvence hizmetinin varlığı, uygulamanın niteliğini açıklamaya tek başına yetmez. Boiral ve Heras-Saizarbitoria (2020), madencilik ve enerji sektörlerindeki 337 güvence verilmiş rapor üzerinde yaptıkları incelemede doğrulama ve hesap verebilirlik bakımından sınırlılıklar belirlemiştir. Bu bulguların tüm sektörlere genellenmesi uygun değildir; ancak güvence beyanıyla kapsamlı doğrulama arasındaki ayrımı görünür kılmaktadır. Karaibrahimoglu vd. (2026) de güvence kalitesine ilişkin kanıtların parçalı olduğunu belirten bir değerlendirme sunmaktadır.

Uluslararası Denetim ve Güvence Standartları Kurulu (International Auditing and Assurance Standards Board [IAASB]) tarafından yayımlanan Uluslararası Sürdürülebilirlik Güvence Standardı 5000 (International Standard on Sustainability Assurance 5000 [ISSA 5000]), sürdürülebilirlik bilgilerine ilişkin sınırlı ve makul güvence görevleri için genel gereklilikler ortaya koymaktadır (IAASB, 2024). Bu çerçevede teknolojik çıktıların kullanımı, yeterli ve uygun kanıt elde etme ihtiyacını ortadan kaldırmaz. Güvence muhakemesi, riskin değerlendirilmesini, kanıtların yeterliliğinin sorgulanmasını ve çelişkili bilgiler karşısında prosedürlerin yeniden düşünülmesini kapsar. XAI açıklaması bu sürece yardımcı olabilir, ancak raporlama ölçütlerinin veya bağımsız doğrulamanın yerini alamaz.

2.4 XAI çalışmalarının model açısından anlamı

Karmańska (2026), Polonya'daki halka açık işletmelere ilişkin verilerle yönetici cinsiyet çeşitliliğini tahmin eden bir makine öğrenmesi modeli oluşturmuş ve sonuçları SHAP aracılığıyla açıklamıştır. Çalışma, XAI'nin sürdürülebilirlik bilgilerine uygulanmasına somut bir örnek sunmaktadır. Bununla birlikte tek bir göstergeye ilişkin teknik uygulama, açıklamaların güvence uzmanının karar kalitesini veya paydaş güvenini artırdığını doğrudan kanıtlamamaktadır.

İlgili yazın bu çalışmada üç tema altında değerlendirilmektedir. Bu temalar birbirini izleyen tarihsel aşamalar değildir. Güvence kalitesi araştırmaları ile yapay zekâ araştırmaları eş zamanlı gelişebilir ve aynı çalışmada bir araya gelebilir. Tablo 1, her temanın önerilen modele hangi açıdan katkı sağladığını göstermektedir.

Tablo 1. İlgili yazının tematik sınıflandırılması

Tema	Temsili çalışmalar	Modele katkısı
Güvence talebi ve kalitesi	Simnett vd. (2009); Cohen ve Simnett (2015); Peters ve Romi (2015); Boiral ve Heras-Saizarbitoria (2020); Karaibrahimoglu vd. (2026)	Güvence hizmetinin varlığı ile doğrulama niteliğinin ayrılması
YZ destekli ESG analizi	Liu vd. (2026)	Analitik kapasite ile kanıtlanmış raporlama sonuçlarının ayrılması
Açıklanabilirlik ve insan değerlendirmesi	Adadi ve Berrada (2018); Barredo Arrieta vd. (2020); Rudin (2019); Karmańska (2026)	Açıklamaların işlevi, sınırları ve güvence bağlamındaki kullanımı

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3. YÖNTEM

Bu çalışma kavramsal model geliştirme niteliğindedir. İnceleme, sürdürülebilirlik güvencesi, yapay zekâ destekli ESG analizi ve XAI alanlarındaki seçili çalışmaların değerlendirilmesine dayanmaktadır. Güvence çerçevesini açıklamak için ISSA 5000, açıklamaların sınırlarını tartışmak için Rudin'in (2019) yorumlanabilir modellere ilişkin değerlendirmesi eklenmiştir.

Model geliştirmede önce yapılar birbirinden ayrılmış, ardından her ilişki için olası mekanizma ve bu mekanizmanın işlemesini sınırlayabilecek koşullar açıklanmıştır. Önermeler, yazında tartışılan kavramların sürdürülebilirlik güvencesi bağlamında ilişkilendirilmesine dayanmaktadır. Kaynak seçimi tüm yazını kapsadığı iddiasını taşımamaktadır. Önceden tanımlanmış veri tabanları, arama dizgileri, eleme ölçütleri ve bağımsız kodlama süreci uygulanmadığından çalışma sistematik literatür taraması olarak sunulmamaktadır.

Analizin odağı, yapay zekâ çıktılarının bir güvence görevi içindeki kullanımıdır. İşletmenin sürdürülebilirlik performansını iyileştirmek, raporlanan bilgilerin güvenilirliğini yükseltmek ve paydaşların bu bilgilere güvenmesini sağlamak ayrı sonuçlardır. Model esas olarak ikinci sonucu ve bunun üçüncü sonuçla olası ilişkisini açıklamaktadır. Yapay zekâ kullanımının çevresel veya sosyal performansı doğrudan iyileştireceği ileri sürülmemektedir.

4. XAI DESTEKLİ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK RAPORLAMA VE GÜVENCE MODELİ

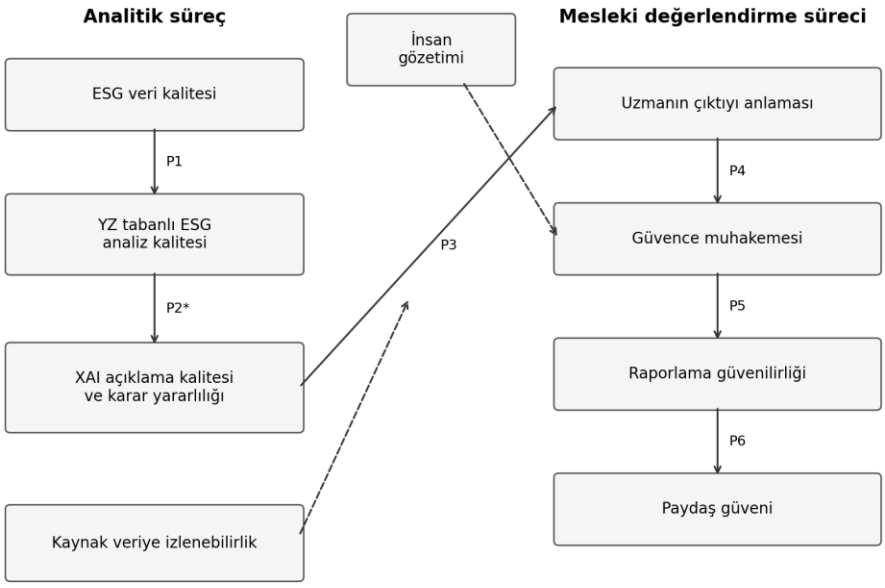
4.1 Modelin yapısı ve varsayımları

XAI-SRGM, verilerden algoritmik çıktılara uzanan analitik süreç ile bu çıktıların uzman tarafından değerlendirilmesini ayırmaktadır. İlk süreçte veri ve analiz kalitesi açıklamanın güvenilir bir temele

dayanmasıyla ilgilidir. İkinci süreçte açıklamanın anlaşılması, diğer kanıtlarla ilişkilendirilmesi ve uygun mesleki kararın verilmesi önem taşır. Şekil 1'deki oklar doğrulanmış nedensel etkileri değil, önerilen ilişkileri göstermektedir.

Analiz kalitesi ile açıklama kalitesi birbirinden ayrı değerlendirilmelidir. Hatalı bir modelin işleyişi doğru biçimde açıklanabilir; başarılı bir model içinse zayıf bir açıklama üretilebilir. Bu nedenle analitik süreçteki ikinci ilişki, analiz kalitesinin açıklama kalitesini kendiliğinden artırdığı biçiminde kurulmamıştır. İlişki, analiz çıktısını sınanabilir gerekçelerle ilişkilendiren uygun bir açıklama yöntemi kullanılması koşuluna bağlıdır.

Kaynak veriye izlenebilirlik, açıklamanın güvence görevinde incelenebilmesini sağlayan bağlantı koşuludur. Açıklanabilirlik ve izlenebilirliğin birlikte bulunması yararlıdır; ancak bu birliktelik otomatik biçimde güvenceye uygunluk yaratmaz. Ölçütlerin uygunluğu, verinin doğruluğu ve elde edilen diğer kanıtlar ayrıca değerlendirilmelidir. İnsan gözetimi ise uzmanın çıktıyı reddedebilmesi, çelişkili kanıt isteyebilmesi ve değerlendirmesini belgelendirebilmesiyle somutlaşır.



Şekil 1. XAI destekli sürdürülebilirlik raporlama ve güvence modeli

(Not: Oklar sınanacak ilişkileri, kesikli oklar tamamlayıcı koşulları gösterir. P1–P6 metindeki koşullarla birlikte yorumlanmalıdır.)

Kaynak: Yazar tarafından geliştirilmiştir.

4.2 ESG veri kalitesi ve analiz kalitesi

Eksik veya uyumsuz veriler, algoritmanın raporlama hatasını gerçek performans değişiminden ayırmasını güçleştirebilir. Örneğin üretim miktarı farklı birimlerle kaydedildiğinde emisyon yoğunluğundaki değişim yanlış yorumlanabilir. Veri temizleme ve kapsam kontrolü bu riski azaltabilir; ancak uygun olmayan bir model tasarımının etkisini ortadan kaldırmayabilir. İlişkinin değerlendirilmesinde görev tanımı, model seçimi ve eğitim verisinin temsil gücü dikkate alınmalıdır.

P1: Görev tanımı ve model yeterliliği karşılaştırılabilir olduğunda, daha yüksek ESG veri kalitesinin yapay zekâ tabanlı ESG analiz kalitesiyle olumlu ilişkili olması beklenmektedir.

4.3 Analiz kalitesi ve açıklamanın karar yararlılığı

Güvenilir analitik sonuçlar, açıklamanın güvence görevinde yararlı olabilmesi için bir temel sağlar. Bununla birlikte açıklamanın teknik kalitesi ayrı bir sınama gerektirir. Bir değişkenin risk skoruna katkısı doğru gösterilmiş olsa bile, skorun kendisi yanlış kalibre edilmiş olabilir. Bu durumda açıklama modeli anlaşılır kılar, fakat risk değerlendirmesinin doğruluğunu sağlamaz. Model bu ayrımı koruyarak ikinci önermeyi açıklamanın görevdeki yararlılığı üzerinden kurmaktadır.

P2: Modele sadık ve görevle ilgili bir açıklama yöntemi kullanıldığında, daha yüksek ESG analiz kalitesinin XAI açıklamasının güvence kararlarındaki yararlılığıyla olumlu ilişkili olması beklenmektedir.

4.4 Açıklama kalitesi ve uzmanın anlaması

Güvence uzmanı, sonuçla ilişkili değişkenleri, bunların yönünü ve açıklamanın sınırlarını kavrayabildiğinde risk skorunu daha bilinçli değerlendirebilir. Açıklamanın raporlama bağlamına uygunluğu bu süreçte önemlidir. Yalnızca teknik katkı değerleri sunulması, uzmanın ilgili kaydı veya hesaplamayı belirlemesine yetmeyebilir. Açıklamanın emisyon hesabındaki faaliyet verisiyle veya belirli bir tedarikçi kaydıyla bağlantı kurması, incelemeyi daha somut hâle getirebilir.

Anlama düzeyi, kişinin açıklamayı kolay bulduğunu söylemesinden ayrı ölçülmelidir. Model sonucunun gerekçesini doğru tanımlama ve açıklamanın neyi göstermediğini belirleme gibi görevler nesnel değerlendirme sağlayabilir. İzlenebilirliğin katkısı da bu noktada sınanabilir: kaynak kayda erişimin mevcut olması, açıklamanın denetlenebilirliğini artırabilir; fakat kaydın doğruluğu ayrıca kontrol edilmelidir.

P3: Modele sadık, görevle ilgili ve kaynak kayıtlarla ilişkilendirilebilen açıklamaların, güvence uzmanının yapay zekâ çıktısını doğru anlama düzeyiyle olumlu ilişkili olması beklenmektedir.

4.5 Anlama düzeyi ve güvence muhakemesi

Bir çıktıyı anlamak, hangi ek kanıta ihtiyaç duyulduğunu belirlemeyi kolaylaştırabilir. Bunun mesleki muhakemeye katkısı, uzmanın algoritmik sonuca eleştirel yaklaşabilmesine bağlıdır. Açıklamanın anlaşılır olması, uzmanın kendi değerlendirmesini bırakıp modeli takip etmesiyle sonuçlanırsa muhakeme iyileşmeyebilir. Bu nedenle insan gözetimi, yalnızca nihai onay veren bir kişinin bulunması olarak tanımlanmamaktadır.

İşleyen bir gözetim düzeninde uzman modelin sınırlarını bilir, alternatif açıklamaları inceler ve çelişkili kanıt karşısında risk değerlendirmesini değiştirebilir. Yetkinlik, zaman baskısı ve sorumluluk dağılımı bu mekanizmayı etkileyebilir. Muhakeme kalitesi, yüksek risk puanı verme eğilimiyle değil, olgulara uygun prosedür seçimi ve gerekçeli sonuç üretme düzeyiyle değerlendirilmelidir.

P4: Eleştirel değerlendirme ve etkili insan gözetimi sağlandığında, çıktıyı doğru anlama düzeyinin sürdürülebilirlik güvencesine ilişkin muhakeme kalitesiyle olumlu ilişkili olması beklenmektedir.

4.6 Güvence muhakemesi ve raporlama güvenilirliği

Nitelikli muhakeme, yanlışlıkların belirlenmesine ve uygun düzeltmelerin talep edilmesine yardımcı olabilir. Ancak uzmanın bir yanlışlığı saptaması ile işletmenin raporu düzeltmesi aynı olay değildir. Yönetimin bulgulara karşılık vermemesi durumunda muhakemenin etkisi raporlanan bilginin iyileşmesi yerine güvence sonucunda görülebilir. Bu nedenle modeldeki ilişki, bulguların raporlama veya güvence sonucuna gerektiği biçimde yansıtılmasına bağlıdır.

Raporlama güvenilirliği, raporlanan bilginin geçerli ölçütlere göre önemli yanlışlık içermeme niteliği olarak ele alınmaktadır. Bu tanım, raporun kullanıcıya güvenilir görünmesinden ayrıdır. Doğru uygulanmış güvence çalışması olumsuz bir sonuca ulaşabilir; böyle bir sonuç raporun güvenilirliğini artırmış sayılmaz, fakat paydaşların yanlış bir güven geliştirmesini önleyebilir.

P5: Güvence bulgularının gerekli düzeltmelere ve uygun güvence sonucuna yansıtıldığı durumlarda, daha yüksek muhakeme kalitesinin raporlanan sürdürülebilirlik bilgisinin güvenilirliğini desteklemesi beklenmektedir.

4.7 Raporlama güvenilirliği ve paydaş güveni

Paydaş güveni, kullanıcıların belirli sürdürülebilirlik açıklamalarına dayanma isteğiyle ilgilidir. Bu güven işletmenin tüm faaliyetlerine duyulan genel güvenle özdeş değildir. Güvenilir bilgi ancak kullanıcıya erişilebilir ve anlaşılır biçimde sunulduğunda değerlendirmeyi etkileyebilir. Güvence kapsamının dar olması veya raporun kullanıcı tarafından anlaşılmaması, güvenilirlikle güven arasındaki ilişkiyi zayıflatabilir.

Modelin amaçladığı sonuç koşulsuz güven artışı değildir. Yanıltıcı bir raporun tespit edilmesi paydaş güvenini azaltabilir ve bu azalış uygun bir sonuç olabilir. Bu nedenle nihai değerlendirmede güvenin raporun doğrulanmış niteliğiyle ne ölçüde uyumlu olduğu da incelenmelidir. Yatırımcı, çalışan ve tedarikçi gruplarının bilgi ihtiyaçları farklı olabileceğinden, ilişkinin bu gruplarda aynı büyüklükte işleyeceği varsayılmamaktadır.

P6: Bilginin ve güvence kapsamının anlaşılabilir biçimde iletildiği durumlarda, daha yüksek raporlama güvenilirliğinin paydaşların ilgili ESG açıklamalarına duyduğu güvenle olumlu ilişkili olması beklenmektedir.

Modelde önerilen altı ilişki ve bu ilişkilerin temel koşulları Tablo 2'de özetlenmektedir.

Tablo 2. Modeldeki ilişkiler ve temel koşullar

Önerme	Önerilen ilişki	Temel koşul
P1	Veri kalitesi → Analiz kalitesi	Karşılaştırılabilir görev ve yeterli model
P2	Analiz kalitesi → Açıklamanın karar yararlılığı	Modele sadık ve görevle ilgili açıklama
P3	Açıklama kalitesi → Doğru anlama	Kaynak kayıtlarla bağlantı
P4	Doğru anlama → Muhakeme kalitesi	Eleştirel değerlendirme ve insan gözetimi
P5	Muhakeme kalitesi → Raporlama güvenilirliği	Bulguların düzeltmeye veya uygun güvence sonucuna yansıması
P6	Raporlama güvenilirliği → Paydaş güveni	Bilginin ve güvence kapsamının anlaşılması

(**Not:** Tablodaki ilişkiler henüz ampirik olarak sınanmamış kuramsal önermelerdir. P1–P6, belirtilen temel koşullarla birlikte yorumlanmalıdır.)

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

5. TARTIŞMA VE UYGULAMAYA YÖNELİK ÇIKARIMLAR

Modelin kavramsal katkısı, yapay zekâ kullanımından güvence sonucuna geçişte hangi değerlendirmelerin yapılması gerektiğini açıklamasıdır. Veri kalitesi algoritmik analizin temelini, açıklama kalitesi çıktının incelenebilirliğini, izlenebilirlik ise kaynak kayıtlarla bağlantısını oluşturur. Bu unsurlar mesleki muhakemenin yerini almaz; muhakemenin hangi bilgiye dayanabileceğini belirler. Çalışmanın özgünlük iddiası, XAI'yi sürdürülebilirlik güvencesine ilk kez uygulamak değildir. Katkı, açıklama ve doğrulama ilişkisini koşullu önermelerle düzenleyen bir model sunulmasıdır.

Çerçeve, açıklamanın ikna ediciliği ile kanıtsal niteliği arasındaki gerilimi de görünür kılmaktadır. Akıcı bir açıklama, modelin yanlışlığını daha az fark edilir hâle getirebilir. Bu nedenle açıklama tasarımında yalnızca okunabilirlik değil, belirsizliğin ve kullanım sınırlarının gösterilmesi de önemlidir. Güvence uzmanına bir risk skorunun yanında model sürümü, veri dönemi ve ilgili kaynak kayıtların sunulması, değerlendirmeyi belgelendirilebilir kılabilir. Bu öneriler modelden türetilen uygulama çıkarımlarıdır; etkinlikleri henüz sınanmamıştır.

Örneğin model, emisyon artışıyla olumlu çevresel söylem arasındaki uyumsuzluğu yüksek riskli bulabilir. Uzmanın bunun yeşil aklama, yani çevresel performansı olduğundan daha olumlu gösterme girişimi olup olmadığını değerlendirmesi için üretim düzeyindeki değişimi, kapsam sınırlarını ve açıklanan hedefleri incelemesi gerekir. XAI hangi göstergelerin skoru etkilediğini gösterebilir. Kaynak kayıtlarla eşleştirme ise bu göstergelerin yeniden hesaplanmasına imkân verir. Bu örnek açıklama, izlenebilirlik ve mesleki değerlendirme arasındaki ayrımı göstermekte olup gerçek bir araştırma bulgusu değildir.

İşletmeler açısından önerilen yaklaşım, veri yönetişimiyle güvence ihtiyaçlarının birlikte planlanmasını gerektirir. Veri sorumlularının belirlenmesi, hesaplama değişikliklerinin kaydedilmesi ve model sürümlerinin korunması bu planın parçaları olabilir. Güvence kuruluşları ise teknoloji seçimini tek bir başarı ölçüsüne göre yapmamalıdır. Benzer analitik performans sunan yorumlanabilir bir model, karmaşık bir model ve sonradan üretilen açıklamalardan daha uygun olabilir. Seçim, görevin riski, veri yapısı ve uzmanların değerlendirme kapasitesiyle birlikte yapılmalıdır.

6. SINIRLILIKLAR VE GELECEK ARAŞTIRMALAR İÇİN ÖNERİLER

Önerilen modelin ampirik olarak sınanabilmesi için açıklama ile izlenebilirliğin katkılarını birbirinden ayıran iki faktörlü bir deney tasarımı önerilmektedir. Bu tasarımda aynı ESG senaryosu üzerinden XAI açıklamasının bulunup bulunmadığı ile kaynak verilere izlenebilir bir bağlantının sağlanıp sağlanmadığı birbirinden bağımsız biçimde değiştirilmekte, modelin risk skoru ve senaryo bilgileri ise tüm koşullarda sabit tutulmaktadır. Buna göre katılımcılardan bir kısmına ne açıklama ne de izlenebilirlik sunulurken, bir diğer grup yalnızca açıklamayla, başka bir grup yalnızca kaynak veriye bağlantıyla, dördüncü grup ise hem açıklama hem de izlenebilirlikle karşılaşmaktadır. Katılımcıların bu dört koşula rastgele atanması ve anlama düzeyi, uygun durumlarda ilave kanıt talep etme davranışı ve karar doğruluğu üzerinden değerlendirilmesi önerilmektedir. Öznel güven ve açıklamadan duyulan memnuniyet de ayrıca ölçülebilir; ancak bu öznel göstergeler nesnel başarı ölçütlerinin yerine geçmemelidir. Doğru kararın ne olduğunu belirleyen bağımsız bir değerlendirme anahtarının önceden hazırlanması, katılımcıların uzmanlık düzeyi ve ESG deneyiminin kaydedilmesi ve gerekli örneklem büyüklüğünün beklenen etki büyüklüğü ile tasarım özellikleri temelinde güç analiziyle belirlenmesi gerekmektedir. İnsan gözetiminin etkisi ise ayrı bir deneyde, katılımcılara çelişkili kanıta erişim ve gerekçeli inceleme imkânı tanınarak araştırılabilir; modelin bazı senaryolarda kasıtlı olarak hatalı sonuç üretmesi, katılımcıların açıklamalara gereğinden fazla güvenip güvenmediğini ortaya koyabilir. Bu tür tasarımlarda izlenebilirlik koşulunun etkisinin yalnızca daha fazla bilgi sunulmasından kaynaklanmadığından emin olmak için sunulan bilgi miktarı ve inceleme süresi de kontrol altında tutulmalıdır.

Modeldeki değişkenlerin farklı analiz düzeylerinde ortaya çıktığı da gözden kaçırılmamalıdır: anlama ve muhakeme uzman düzeyinde, raporlama güvenilirliği rapor veya görev düzeyinde, paydaş güveni ise bilgi kullanıcısı düzeyinde gerçekleşmektedir. Tek bir uzmandan tek bir zamanda toplanan kesitsel bir anketle zincirin bütününün sınandığını ileri sürmek bu düzey farkını göz ardı etmek anlamına gelir; bunun yerine uzman değerlendirmeleri, görev dosyalarına ilişkin kalite ölçümleri ve farklı paydaşlardan elde edilen veriler birbiriyle eşleştirilmeli, araştırmanın amacına göre çok düzeyli analiz veya birbirini tamamlayan ayrı deneyler tercih edilmelidir. Bu çerçevede veri kalitesinin kaynak kayıtların incelenmesiyle, analiz kalitesinin ayrılmış test verisi üzerindeki performansla, açıklama kalitesinin ise modele sadakat ve görev uygunluğu ölçümleriyle değerlendirilmesi; anlama için doğru yanıtlanan yorumlama görevlerinin, muhakeme için ise bağımsız uzman puanlamasının kullanılması önerilmektedir. Raporlama güvenilirliği doğrulanmış yanlışlıklar ve yapılan düzeltmeler üzerinden, paydaş güveni ise rapor bilgisine dayanma isteği üzerinden ölçülebilir; algısal göstergeler ile nesnel göstergelerin birbirinden ayrılması modeldeki kavramsal yapıların karışmasını önleyecektir. Uygun ölçümler ve yeterli örneklem sağlandığında yapısal eşitlik modellemesi doğrudan ve dolaylı ilişkileri incelemek için kullanılabilir; ancak kesitsel veriden elde edilen dolaylı bir ilişkinin tek başına sıralı bir nedensellik kanıtı oluşturmadığı unutulmamalıdır. İzlenebilirlik ile açıklama kalitesi arasındaki etkileşimin ve insan gözetiminin koşullu etkisinin araştırma öncesinde açıkça tanımlanması, önerilen ilişkiler zincirinin bütününü tek bir analizde sınamak yerine yakın mekanizmaların ayrı araştırmalarla değerlendirilmesi, daha sağlam ampirik kanıt sağlayacaktır.

Bu çalışmanın kendi sınırlılıkları bulunmaktadır. Çalışma seçili bir yazına dayanan kavramsal bir sentez niteliğindedir; ilgili alandaki tüm yayınları kapsamadığından literatürdeki boşluğa ilişkin kesin bir iddiada bulunulmamaktadır. Modelde önerilen ilişkiler henüz ampirik olarak sınanmamış olup etki büyüklükleri, açıklanan varyans oranları veya doğrulanmış aracılık bulguları bu çalışma kapsamında raporlanmamaktadır. Model ayrıca farklı ESG veri türlerinin aynı süreçten geçtiğini varsayan bir başlangıç çerçevesi sunmaktadır; oysa metinsel açıklamalar, fiziksel ölçümler ve yönetişim göstergeleri birbirinden farklı veri ve kanıt sorunları barındırmaktadır ve önerilen ilişkilerin sektörler, güvence düzeyleri ve raporlama çerçeveleri arasında farklılaşması beklenebilir. Benzer biçimde farklı XAI yöntemleri de aynı nitelikte açıklama sunmamaktadır; bir yöntemin belirli bir görevde kullanıcı açısından yararlı bulunması, başka bir görevde de benzer sonuç vereceği anlamına gelmez. Son olarak modelin doğrusal gösterimi, gerçek süreçlerde var olan geri besleme mekanizmalarını sadeleştirmektedir: uzmanın talep ettiği yeni kanıtlar verilerin düzeltilmesine ve analizin yeniden çalıştırılmasına yol açabilir; yönetimin düzeltici davranışı, güvence sağlayıcısının bağımsızlık düzeyi

ve paydaşların geçmiş deneyimleri gibi etkenler ise modelde ayrı değişkenler olarak temsil edilmemiştir. Bu sınırlılıklar, özellikle raporlama güvenilirliği ve paydaş güveni arasındaki ilişkilerin yorumlanmasında dikkate alınmalıdır.

7. SONUÇ

Bu çalışma, XAI'nin sürdürülebilirlik güvencesindeki olası katkısını ESG veri kalitesi, algoritmik analiz, açıklama ve mesleki muhakeme arasındaki ilişkiler üzerinden ele almıştır. Önerilen XAI-SRGM, analitik çıktının güvence görevine aktarılmasını kaynak kayıtlarla bağlantı ve insan değerlendirmesiyle açıklamaktadır. Açıklama kalitesi analiz doğruluğundan, kaynak izlenebilirliği veri doğruluğundan ve paydaş güveni raporlama güvenilirliğinden ayrı tanımlanmıştır.

Çalışmanın temel savı, bir yapay zekâ sonucunun anlaşılabilir olmasının o sonucu doğrulanmış güvence kanıtına dönüştürmediğidir. XAI'nin katkısı, uzmanın hangi gerekçeyi sorgulayacağını ve hangi kaydı inceleyeceğini belirlemesine yardımcı olabildiği ölçüde ortaya çıkabilir. Model bu katkının koşullarını altı önerme aracılığıyla açıklamakta ve deneysel araştırmalar için sınanabilir bir çerçeve sunmaktadır. Gelecekteki araştırmalarda açıklamaların güveni artırıp artırmadığının yanında, kararların doğruluğunu ve güvenin kanıtlarla uyumunu iyileştirip iyileştirmediği de değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

Adadi, A., & Berrada, M. (2018). Peeking inside the black-box: A survey on explainable artificial intelligence (XAI). *IEEE Access, 6*, 52138–52160. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2870052

Barredo Arrieta, A., Díaz-Rodríguez, N., Del Ser, J., Bennetot, A., Tabik, S., Barbado, A., García, S., Gil-López, S., Molina, D., Benjamins, R., Chatila, R., & Herrera, F. (2020). Explainable artificial intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion, 58*, 82–115. https://doi.org/10.1016/j.inffus.2019.12.012

Boiral, O., & Heras-Saizarbitoria, I. (2020). Sustainability reporting assurance: Creating stakeholder accountability through hyperreality? *Journal of Cleaner Production, 243*, Article 118596. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118596

Cohen, J. R., & Simnett, R. (2015). CSR and assurance services: A research agenda. *Auditing: A Journal of Practice & Theory, 34*(1), 59–74. https://doi.org/10.2308/ajpt-50876

IFRS Foundation. (2023a). *IFRS S1 general requirements for disclosure of sustainability-related financial information*. https://www.ifrs.org/issued-standards/ifrs-sustainability-standards-navigator/ifrs-s1-general-requirements/

IFRS Foundation. (2023b). *IFRS S2 climate-related disclosures*. https://www.ifrs.org/issued-standards/ifrs-sustainability-standards-navigator/ifrs-s2-climate-related-disclosures/

International Auditing and Assurance Standards Board. (2024). *International standard on sustainability assurance 5000, general requirements for sustainability assurance engagements*. https://www.iaasb.org/publications/international-standard-sustainability-assurance-5000-general-requirements-sustainability-assurance

Karaibrahimoglu, Y.Z., Homroy, S., & Lobo, G. J. (2026). What do we know about sustainability reporting assurance quality? *The British Accounting Review, 58*(4), Article 101917. https://doi.org/10.1016/j.bar.2026.101917

Karmańska, A. M. (2026). Explainable AI in the attestation of sustainability reporting. In E. Ziemba, W. Grzenda, & M. Ramsza (Eds.), *Explainable artificial intelligence for sustainable development: Advancing social and economic transformations* (pp. 88–109). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003599227-7

Liu, J., Yuan, Y., & Zhu, Z. (2026). The role of artificial intelligence in enhancing ESG disclosure quality in accounting. *Journal of Risk and Financial Management, 19*(1), Article 58. https://doi.org/10.3390/jrfm19010058

Peters, G. F., & Romi, A. M. (2015). The association between sustainability governance characteristics and the assurance of corporate sustainability reports. *Auditing: A Journal of Practice & Theory, 34*(1), 163–198. https://doi.org/10.2308/ajpt-50849

Rudin, C. (2019). Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. *Nature Machine Intelligence, 1*(5), 206–215. https://doi.org/10.1038/s42256-019-0048-x

Simnett, R., Vanstraelen, A., & Chua, W. F. (2009). Assurance on sustainability reports: An international comparison. *The Accounting Review, 84*(3), 937–967. https://doi.org/10.2308/accr.2009.84.3.937

BAĞIMSIZ DENETİMDE AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKÂ: MESLEKİ ŞÜPHECİLİK, GÜVEN VE DENETÇİ MUHAKEMESİ ÜZERİNE KAVRAMSAL BİR ÇERÇEVE

Dr. Öğr. Üyesi İsmail ATABAY[1]

[1]Balıkesir Üniversitesi Havran Meslek Yüksekokulu, Muhasebe ve Vergi Bölümü

atabay@balikesir.edu.tr, 0000-0001-8979-5548

Özet

Yapay zekâ, bağımsız denetimde çok sayıda işlemin incelenmesine ve riskli kayıtların belirlenmesine yardımcı olabilir. Ancak bir işlemin neden riskli görüldüğü açıklanmadığında, denetçi sistemin sonucunu değerlendirmekte zorlanabilir. Bu çalışma, açıklanabilir yapay zekânın denetçinin mesleki değerlendirmesini nasıl destekleyebileceğini incelemektedir. Çalışma, açıklanabilir yapay zekâ, otomasyona güven ve denetçi davranışlarına ilişkin literatürü bir araya getiren kavramsal bir araştırmadır. Yeni veri toplanmamış ve önerilen ilişkiler istatistiksel olarak test edilmemiştir. Bu çalışmada XAI Destekli Denetçi Muhakemesi Modeli geliştirilmiş ve yedi kuramsal önerme sunulmuştur. Model, kaliteli açıklamaların denetçinin yapay zekâ sonucunu anlamasına, sisteme ne ölçüde güveneceğini belirlemesine ve kanıtları sorgulayarak değerlendirmesine yardımcı olabileceğini ileri sürmektedir. Kalibre edilmiş güven, denetçinin güvenini sistemin gerçek yetenekleri ve sınırlarıyla uyumlu tutması anlamında kullanılmaktadır. Model ayrıca açıklamaların, yapay zekâ sonuçlarının kaynaklarını ve dayanaklarını incelemeyi kolaylaştırabileceğini öngörmektedir. Çalışmanın temel görüşü, açıklanabilirliğin değerinin güveni artırmasından çok, denetçinin gerekçeli karar vermesini desteklemesidir. Bunun için açıklamanın modelin işleyişini doğru yansıtması, denetim göreviyle ilgili olması ve denetçi tarafından kullanılabilmesi gerekir. Anlaşılır görünen fakat yanıltıcı bir açıklama, sistem sonucunun yeterince sorgulanmadan kabul edilmesine de yol açabilir. Bu nedenle açıklama sağlanmasının her durumda daha iyi karar üreteceği varsayılmamaktadır. Çalışmada modelin deney, anket ve saha araştırmalarıyla nasıl test edilebileceği açıklanmaktadır. Önerilen çerçeve, risk değerlendirmesi ve denetim prosedürü seçimine odaklanmaktadır; genel denetim kalitesinin arttığını gösteren bir bulgu sunmamaktadır.

Anahtar kelimeler: Açıklanabilir yapay zekâ; bağımsız denetim; mesleki şüphecilik; kalibre edilmiş güven; denetçi muhakemesi; denetim karar kalitesi.

EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AUDITING: A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR PROFESSIONAL SKEPTICISM, TRUST, AND AUDITOR JUDGMENT

Abstract

Artificial intelligence can help external auditors examine large numbers of transactions and identify potentially risky entries. Yet auditors may find it difficult to assess a result when the system does not explain why an entry is considered risky. This article examines how explainable artificial intelligence can support auditor judgment. It is a conceptual study that brings together research on explainable AI, trust in automation, and auditor behavior. No new data are collected, and the proposed relationships are not statistically tested. The article develops the XAI-Assisted Auditor Judgment Model and presents seven theoretical propositions. The model suggests that high-quality explanations can help auditors understand AI outputs, decide how much to trust the system, and critically assess the available evidence. Calibrated trust means keeping trust consistent with the system's actual capabilities and limitations. The model also proposes that explanations can make it easier to examine the sources and grounds of AI-generated outputs. Its main argument is that explainability is valuable because it supports reasoned decisions, rather than simply increasing trust. This benefit depends on whether the explanation accurately reflects the model, relates to the audit task, and can be used by the auditor. A clear but misleading explanation may instead encourage acceptance without sufficient questioning. The article therefore does not assume that explanations always improve decisions. It outlines how experiments, surveys, and field research could test the model. The framework focuses on risk assessment and audit procedure selection; it does not provide evidence of improved overall audit quality.

Keywords: Explainable artificial intelligence; external auditing; professional skepticism; calibrated trust; auditor judgment; audit decision quality.

1. GİRİŞ

Yapay zekâ, bağımsız denetimde çok sayıda işlemin incelenmesini ve olağandışı kayıtların belirlenmesini kolaylaştırabilir. Bununla birlikte denetçi, sistemin verdiği sonucu doğrudan kabul edemez. Sonucun hangi verilere dayandığını, işletmenin koşullarıyla uyumlu olup olmadığını ve diğer kanıtlarla desteklenip desteklenmediğini değerlendirmelidir. Yapay zekânın denetime katkısı, bu değerlendirmenin nasıl yapıldığına bağlıdır.

Kokina ve Davenport (2017), yapay zekâ ve benzeri teknolojilerin rutin denetim görevlerini otomatikleştirebileceğini ve denetçilerin ihtiyaç duyduğu becerileri değiştirebileceğini belirtmektedir. Daha fazla işlemin incelenmesi yararlı olsa da bu durum, yeterli ve uygun denetim kanıtı elde edildiği anlamına gelmez. Sistem eksik veri kullanabilir, yanlış bir değişkene ağırlık verebilir veya önceki dönemlerde öğrendiği örüntüyü yeni koşullarda yanlış yorumlayabilir. Dolayısıyla, teknik açıdan başarılı görünen her çıktı mesleki gereksinimleri doğrudan karşılamayabilir. Tam da bu noktada açıklanabilir yapay zekâ (Explainable Artificial Intelligence [XAI]), modellerin ulaştığı sonuçların arka planını ve gerekçelerini kullanıcının kavrayabileceği bir dille sunmayı hedefler. Söz gelimi sistem bir yevmiye maddesini yüksek riskli olarak nitelediğinde, tutarın büyüklüğünün, kaydın girildiği saatin ya da seçilen hesabın niteliğinin bu karara nasıl etki ettiğini adım adım ortaya koyabilir. Zhang vd. (2022) de çalışmalarında XAI yaklaşımlarını "önemli yanlışlık riski" ekseninde değerlendirerek, bu yöntemlerin denetim kanıtı toplama ve belgelendirme süreçlerindeki yerini ele almıştır.

Uluslararası Denetim ve Güvence Standartları Kurulu (International Auditing and Assurance Standards Board [IAASB]), otomatikleştirilmiş araç ve tekniklerle yapılan çalışmaların nasıl belgeleneceğine dair rehber niteliğinde bir destek dokümanı paylaşmıştır (IAASB, 2020). Benzer şekilde Kurulun 2026 yılı teknoloji ve kalite yönetimi raporunda da yapay zekâ odaklı riskler ile bu süreçlerin yönetişim boyutuna dikkat çekilmektedir (IAASB, 2026). Ancak bu kaynakları, yapay zekânın karar kalitesini kesin olarak artırdığını belgeleyen ampirik bulgular ya da alana özgü bağlayıcı bir XAI standardı gibi görmemek gerekir; bunlar daha ziyade teknolojinin denetim pratiğine dikkatle entegre edilmesi gerektiğini hatırlatan mesleki ilkelerdir.

Buradan hareketle bu çalışmanın temel sorusu şudur: Yapay zekânın sunduğu gerekçelerin niteliği denetçinin çıktıyı doğru kavramasını, sisteme temelsiz bir itimat duymadan yerinde bir güven geliştirmesini ve mesleki şüphecilikten taviz vermeden karar vermesini nasıl mümkün kılabilir?

Bu soruya yanıt aramak için XAI, otomasyona güven ve denetçi davranışları literatürü birlikte değerlendirilmiştir. Çalışma, açıklamaların hangi koşullarda yararlı olabileceğini gösteren kavramsal bir model önermektedir.

İzleyen bölümlerde araştırma yaklaşımı ve temel kavramlar açıklanmaktadır. Ardından model ve kuramsal önermeler sunulmakta, modelin uygulamada nasıl kullanılabileceği ve gelecekte nasıl test edilebileceği tartışılmaktadır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ LİTERATÜR

2.1 Açıklanabilir yapay zekâ ve kara kutu problemi

Kara kutu problemi, yapay zekânın bir sonuca nasıl ulaştığının kullanıcı tarafından yeterince anlaşılamamasıdır. Örneğin sistem bir işlemi riskli bulabilir, ancak bu kararın nedenini açıkça göstermeyebilir. Açıklanabilirlik yöntemleri, bu gerekçeyi incelemeyi kolaylaştırmayı amaçlar. Bazı modellerin işleyişi ise baştan itibaren daha kolay anlaşılabilir. Bu iki yaklaşımın birbirinden ayrılması gerekir (Adadi & Berrada, 2018; Barredo Arrieta vd., 2020).

Yerel yorumlanabilir modelden bağımsız açıklamalar (Local Interpretable Model-Agnostic Explanations [LIME]), belirli bir tahminin çevresinde daha basit bir model kurarak tahmini açıklamaya çalışır (Ribeiro vd., 2016). Bu açıklama, incelenen tahminin yakın çevresi için geçerlidir; modelin bütün işleyişini göstermez. Shapley toplamsal açıklamaları (SHapley Additive exPlanations [SHAP]) ise değişkenlerin belirli bir tahmine ne kadar katkıda bulunduğunu açıklayan bir çerçevedir (Lundberg & Lee, 2017). Her iki yöntem de modelin sonucunu incelemek için bilgi sağlar. Ancak bir değişkenin risk skorunu artırması, o değişkenin gerçekte hataya veya hileye neden olduğunu kanıtlamaz.

Tek bir işlemin açıklanması ile modelin genel olarak güvenilir olması da farklıdır. Bir yevmiye kaydının neden riskli görüldüğünü anlamak, sistemin bütün sektör ve dönemlerde doğru çalıştığını göstermez. Denetçi ayrıca kullanılan veriyi, modelin başarı düzeyini ve ilgili görev için uygunluğunu değerlendirmelidir. Rudin (2019), önemli sonuçlar doğuran kararlar için mümkün olduğunda işleyişi doğrudan anlaşılabilen modellerin kullanılmasını önermektedir. Bu görüş, denetimde model seçiminin ve açıklama yönteminin birlikte düşünülmesi gerektiğine işaret eder.

2.2 Açıklama kalitesi

Bu çalışmada açıklama kalitesi, açıklamanın modelin sonucunu doğru yansıtması ve denetçinin değerlendirmesine yararlı bilgi sağlaması olarak ele alınmaktadır. Açıklamanın kolay okunması tek başına

yeterli değildir. Modelin gerçekte kullanmadığı bir gerekçeyi sunuyorsa, anlaşılır olsa bile yanıltıcıdır. Buna karşılık teknik olarak doğru fakat çok karmaşık bir açıklama da denetçi için yeterince yararlı olmayabilir.

Adebayo vd. (2018), görüntü verileri için kullanılan bazı açıklama yöntemlerinin model ve veri değişikliklerine yeterince duyarlı olmadığını göstermiştir. Bu bulgu bütün XAI yöntemlerinin geçersiz olduğu anlamına gelmez. Ancak açıklamanın görsel olarak ikna edici olmasının doğruluğunu kanıtlamadığını gösterir. Denetim açısından çıkarılabilecek sonuç, açıklamaların ayrıca kontrol edilmesi gerektiğidir.

Kaliteli bir açıklamanın modelin işleyişini doğru yansıtması, denetim göreviyle ilgili olması ve kaynak veriye bağlanabilmesi beklenir. Ayrıca benzer koşullarda tutarlı olmalı ve denetçinin kullanabileceği ayrıntıda sunulmalıdır. Açıklamanın uzunluğu ya da SHAP veya LIME ile hazırlanmış olması tek başına kalite göstergesi değildir.

Açıklama kalitesi ile denetçinin anlaması ayrı değerlendirilmelidir. İlki açıklamanın özellikleriyle, ikincisi denetçinin açıklamadan ne öğrendiğiyle ilgilidir. Bu ayrım araştırmalarda da korunmalıdır. Aynı soruları iki değişkeni ölçmek için kullanmak, gerçekte ayrı olan kavramları birbirine karıştırabilir.

2.3 Kalibre edilmiş güven ve sistem sonucunun kullanılması

Güven, denetçinin sistemin belirli bir görevde güvenilir sonuç vereceğine ilişkin beklentisidir. Sistemin sonucuna dayanmak ise bu bilgiyi kararında kullanması veya öneriye göre işlem yapmasıdır. Denetçi sisteme güvense bile firma politikası gereği sonucu doğrulayabilir. Zaman baskısı altında, fazla güvenmediği bir sonucu da kullanabilir. Dolayısıyla güven ve kullanım davranışı aynı şey değildir.

Lee ve See (2004), otomasyona duyulan güvenin sistemin yetenekleriyle uyumlu olması gerektiğini belirtmektedir. Bu çalışmada kalibre edilmiş güven, denetçinin güvenini sistemin gerçek yeteneklerine ve sınırlarına göre ayarlaması anlamında kullanılmaktadır. Amaç güvenin sürekli artması değildir. Sistem belirli bir görevde yetersizse güvenin azalması, uygun bir değerlendirme olabilir.

Güvenin uygun düzeyde olup olmadığını belirlemek için sistemin başarısı ve hata yaptığı koşullar hakkında bilgi gerekir. Denetçinin açıklamayı anlaması bu değerlendirmeye yardımcı olabilir; ancak tek başına yeterli değildir. Anlaşılır bir açıklama, yanlış çalışan bir modele de eşlik edebilir.

Parasuraman ve Riley (1997), otomasyona aşırı dayanmanın ve yararlı bir sistemi gereksiz yere kullanmamanın sorunlarını birlikte ele almaktadır. Dietvorst vd. (2015), bazı tahmin görevlerinde algoritmanın hatasını gören kişilerin algoritmayı kullanmaktan uzaklaşabildiğini göstermiştir. Logg vd. (2019) ise bazı koşullarda insanların algoritmik önerilere daha fazla ağırlık verdiğini bulmuştur. Bu araştırmaların görevleri farklıdır ve bulgular

doğrudan denetçilere genellenemez. Ortak çıkarım, kullanıcıların algoritmalara tepkisinin her zaman aynı yönde olmadığıdır.

2.4 Mesleki şüphecilik, muhakeme ve karar kalitesi

Mesleki şüphecilik, denetçinin kanıtları sorgulayarak değerlendirmesi ve olası yanlışlığa işaret eden durumlara dikkat etmesidir. IAASB'nin (2012) destek materyali, finansal tablo denetiminde şüpheciliğin anlaşılması ve uygulanmasını ele almaktadır. Nelson (2009), şüpheci yargı ve eylemleri denetçinin bilgisi, teşvikleri, özellikleri ve elde ettiği kanıtlarla ilişkilendirmektedir. Bu nedenle şüphecilik, yalnızca sorgulayıcı bir tutum bildirmekle değil, ek kanıt arama ve bilgiyi kontrol etme davranışlarıyla da değerlendirilmelidir.

Yapay zekâ kullanırken şüpheci olmak, sistemin bütün önerilerini reddetmek veya her işlemi yüksek riskli görmek değildir. Düşük riskli bulunan bir işlem, diğer kanıtlar çelişiyorsa yeniden incelenmelidir. Yüksek riskli bulunan bir işlem ise yeterli kanıtla açıklanabiliyorsa olağan kabul edilebilir. Esas olan, kanıtlara uygun ve gerekçeli bir değerlendirme yapmaktır.

Denetçi muhakemesi, denetçinin farklı bilgileri ve olası açıklamaları birlikte değerlendirerek mesleki yargıya ulaşmasıdır. Bu süreçte bilgiyi nasıl birleştirdiği ve belirsizliği nasıl ele aldığı önemlidir. Denetim karar kalitesi ise sonunda verilen kararın ilgili görev için ne kadar uygun olduğuyla ilgilidir. Örneğin denetçi, riskin niteliğine uygun bir prosedür seçmiş midir? Bu iki kavram ayrı ölçülmelidir. Ayrıca tek bir görevde iyi karar verilmesi, genel denetim kalitesinin arttığını tek başına göstermez.

2.5 Yapay zekâ sonuçlarının denetim kanıtı açısından değerlendirilmesi

Yapay zekâ sonucu, denetçiye araştırılması gereken bir risk işareti verebilir veya başka kanıtlarla birlikte değerlendirilebilir. Her sonucun denetimdeki işlevi aynı değildir. Yoon vd. (2015), büyük verinin tamamlayıcı denetim kanıtı olarak kullanılmasını, bilginin ilgililiği ve güvenilirliği açısından tartışmaktadır. Açıklama, verideki sorunları fark etmeyi kolaylaştırabilir; ancak eksik veya yanlış veriyi kendiliğinden düzeltemez.

Zhang vd. (2022), XAI'yi denetim kanıtı ve belgelendirme açısından ele almaktadır. Bu çalışmada "denetim kanıtı açısından incelenebilirlik", denetçinin bir sonucun kaynağını, dayanaklarını ve sınırlarını inceleyebilmesi anlamında kullanılmaktadır. İncelenebilir bir sonuç, mutlaka yeterli ve uygun kanıt değildir. Denetçi inceleme sonunda bu sonucun kullanılamayacağına da karar verebilir.

IAASB'nin (2020) materyali, otomatik araçlar kullanıldığında belgelendirmeyi Denetimin Belgelendirilmesi başlıklı Uluslararası Denetim Standardı 230 (International Standard on Auditing 230 [ISA 230]) ve ilgili diğer standartlarla ilişkilendirir. Materyal mevcut standartları değiştiren bağlayıcı bir düzenleme değildir. Bu

çalışmanın uygulama önerisi, sistem sonucu ve açıklamasıyla birlikte veri kaynağının, yapılan kontrollerin ve denetçinin karar gerekçesinin belgelenmesidir.

3. YÖNTEM

Bu çalışma kavramsal bir model geliştirme çalışmasıdır. Yeni veri toplamak yerine, farklı araştırma alanlarındaki bilgi ve kavramları bir araya getirmektedir. Jaakkola (2020), kavramsal çalışmalarda araştırma yaklaşımının ve yararlanılan kuramların işlevinin açıkça belirtilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu çalışmada da kullanılan kavramlar tanımlanmış, aralarındaki olası ilişkiler açıklanmış ve bu ilişkilerin geçerli olabileceği koşullar belirtilmiştir. Önerilen model henüz test edilmiş değildir.

Çalışma üç literatür alanına dayanmaktadır. XAI literatürü, yapay zekâ sonuçlarının nasıl açıklanabileceğini ve açıklamaların hangi sorunları taşıyabileceğini göstermektedir. İnsan–otomasyon etkileşimi literatürü, kullanıcıların sisteme güvenmesini ve sistem önerilerini kullanmasını ele almaktadır. Denetçi davranışları literatürü ise mesleki şüphecilik ve muhakemenin karar sürecindeki rolünü açıklamaktadır. IAASB belgeleri, bu konuların denetim uygulaması ve belgelendirme açısından değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır.

Kaynaklar, açıklama yöntemlerini tanımlama, güven ile sistem kullanımı arasındaki ilişkiyi açıklama ve denetçinin kanıt değerlendirmesine katkı sağlama bakımından seçilmiştir. Çalışma, tüm ilgili yayınları kapsayan sistematik bir literatür taraması değildir. Önceden belirlenmiş bir veri tabanı tarama ve eleme protokolü uygulanmadığı için literatürün tamamının incelendiği ileri sürülmemektedir.

Model geliştirilirken önce birbirine yakın kavramlar ayrılmıştır. Açıklamanın kaliteli olması ile denetçinin açıklamayı anlaması aynı şey değildir. Benzer biçimde sisteme güvenmek ile sistem önerisini uygulamak da farklıdır. Denetçinin değerlendirme süreci ile verdiği nihai karar ayrı ele alınmıştır. Ardından bu kavramların birbirini nasıl destekleyebileceği ve hangi koşullarda beklenen katkının ortaya çıkmayabileceği açıklanmıştır.

Model, bir denetçinin belirli bir yapay zekâ sonucunu inceleyerek risk değerlendirmesi yapmasına veya denetim prosedürü seçmesine odaklanmaktadır. Denetim firmasının teknoloji yatırımları ya da denetim kalitesini etkileyen bütün unsurlar modelin kapsamına alınmamıştır. Denetim dışındaki araştırmaların bulguları da denetçiler için doğrudan geçerli kabul edilmemiştir. Bu araştırmalar, olası ilişkileri açıklamak için kullanılmıştır.

4. XAI DESTEKLİ DENETÇİ MUHAKEMESİ MODELİ

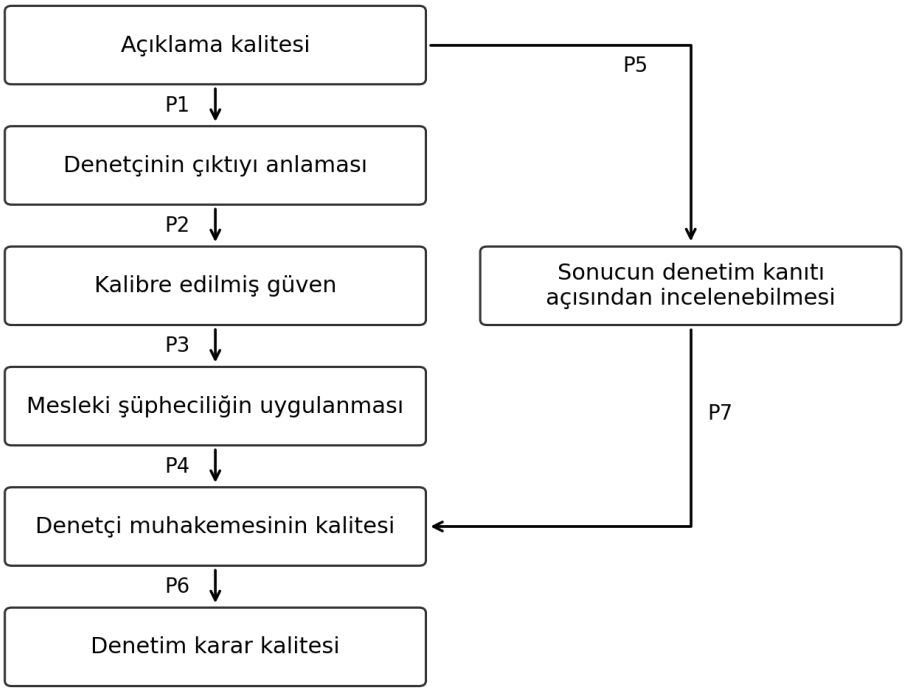
XAI Destekli Denetçi Muhakemesi Modeli (XAI-Assisted Auditor Judgment Model, XAI-AJM), açıklama kalitesinin denetim kararını iki yoldan destekleyebileceğini öne sürmektedir. İlk yolda kaliteli açıklama, denetçinin sonucu anlamasına yardımcı olur. Denetçi, sistemin başarısı ve sınırları hakkında da bilgi sahibi

olduğunda güvenini daha uygun biçimde ayarlayabilir. Bu durum, kanıtları sorgulamasını ve mesleki değerlendirmesini destekleyebilir.

İkinci yolda açıklama, sonucun kaynaklarını ve dayanaklarını incelemeyi kolaylaştırır. Denetçi bu bilgileri diğer kanıtlarla karşılaştırarak daha gerekçeli bir değerlendirme yapabilir. Her iki yolun da risk değerlendirmesi ve uygun denetim prosedürünün seçimine katkı sağlaması beklenmektedir.

Şekil 1'deki oklar, önerilen ilişkileri göstermektedir. Bu ilişkiler henüz test edilmemiştir; oklar kanıtlanmış nedensel etkiler olarak yorumlanmamalıdır. Model, denetçinin genel teknoloji tutumundan çok belirli bir yapay zekâ sonucunu nasıl değerlendirdiğine odaklanmaktadır.

Modelde yedi önerme yer almaktadır. P1–P4 ve P6 ilk yolu, P5 ve P7 ise kanıtı inceleme üzerinden işleyen ikinci yolu açıklamaktadır. Denetçinin yetkinliği, zaman baskısı, görevin karmaşıklığı ve sistem performansı hakkında verilen bilgi bu ilişkileri değiştirebilir. Gelecekteki araştırmalarda bu koşulların ayrıca değerlendirilmesi gerekir.



Şekil 1. XAI Destekli Denetçi Muhakemesi Modeli

(**Not:** Oklar henüz test edilmemiş ilişkileri göstermektedir. P2 ve P3, ilgili önermelerde açıklanan koşullara bağlıdır.)

Kaynak: Yazar tarafından geliştirilmiştir.

Tablo 1. Model yapıları ve gelecekteki araştırmalar için ölçüm önerileri

Yapı	Kavramsal kapsam	Önerilen gösterge
Açıklama kalitesi	Modeli doğru yansıtma ve görev için yararlı bilgi sunma	Teknik doğruluk kontrolü; kaynak ve görevle bağlantı puanları
Denetçinin anlaması	Sonucun gerekçesini ve sınırlarını doğru anlama	Doğru yorumlama soruları; modelin hata koşullarını ayırt etme
Kalibre edilmiş güven	Güvenin görevdeki güvenilirlikle uyumu	Güven düzeyinin görevdeki sistem başarısıyla karşılaştırılması
Mesleki şüphecilik	Kanıtları sorgulama ve çelişkileri dikkate alma	Alternatif açıklamalar üretme; çelişkili kanıt arama ve kontrol etme
Denetim kanıtı açısından incelenebilirlik	Sonucun kaynaklarını ve sınırlarını inceleyebilme	Kaynak kaydı bulma; bilginin ilgili ve güvenilir olup olmadığını belirleme
Muhakeme kalitesi	Kanıtları ve farklı açıklamaları birlikte değerlendirme	Deney grubunu bilmeyen uzmanların gerekçe ve kanıt kullanımını puanlaması
Karar kalitesi	Verilen kararın görev için uygunluğu	Risk ve prosedür kararının önceden belirlenen ölçüte uygunluğu

(**Not:** Bu ölçüm önerileri henüz test edilmiş ölçekler değildir. Güven ile sistem sonucunu kullanma davranışı ayrı ölçülmelidir.)

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

5. KURAMSAL ÖNERMELER

5.1 Açıklama kalitesi ve denetçinin anlaması

Denetçi, risk skorunun ne olduğunu görmekle yetinemez; skorun neden oluştuğunu da anlamalıdır. Açıklama, sistemin hangi işlem özelliklerine ağırlık verdiğini gösterirse denetçi bunları işletmenin faaliyetleri ve ilgili yönetim beyanlarıyla karşılaştırabilir. LIME ve SHAP bu inceleme için bilgi sağlayabilir. Ancak bu yöntemlerin kullanılmış olması, denetçinin açıklamayı doğru anladığını göstermez (Lundberg & Lee, 2017; Ribeiro vd., 2016).

Örneğin açıklamada işlem tutarının ve kayıt zamanının risk skorunu artırdığı belirtilebilir. Tutarın neyle karşılaştırıldığı ve kayıt zamanının neden olağandışı bulunduğu da açıklanırsa denetçi sonucu daha iyi değerlendirebilir. Çok fazla ayrıntı veya anlaşılmayan teknik ifadeler ise yararı azaltabilir. Beklenen katkı, denetçinin açıklamayı beğenmesi değil, sonucu ve sınırlarını doğru yorumlayabilmesidir.

P1: Denetim göreviyle ilgili ve modelin işleyişini doğru yansıtan açıklamaların kalitesi arttıkça, denetçinin yapay zekâ sonucunun gerekçesini ve sınırlarını daha doğru anlaması beklenir.

5.2 Anlama ve kalibre edilmiş güven

Bir sonucun neden üretildiğini anlamak, denetçinin sisteme duyduğu güveni gözden geçirmesini sağlayabilir. Açıklama, modelin ilgisiz bir değişkene dayandığını gösteriyorsa güven azalabilir. Uygun veriler kullanıldığını gösteriyorsa sonuca dayanmak daha gerekçeli olabilir. Bu nedenle anlamanın artması, her zaman güvenin artması anlamına gelmez.

Güvenin uygun biçimde ayarlanabilmesi için açıklamanın yanında sistemin başarısı ve hata yaptığı durumlar hakkında da bilgi gerekir. Lee ve See'nin (2004) yaklaşımı, sisteme duyulan güvenin onun yetenekleriyle uyumunu vurgulamaktadır. Bu çalışmada da anlama ile güven arasındaki ilişki bu koşula bağlı olarak kurulmuştur.

P2: Sistemin görevdeki başarısı ve sınırları hakkında bilgi verildiğinde, yapay zekâ sonucunu daha doğru anlamanın denetçinin güvenini daha uygun biçimde ayarlamasına yardımcı olması beklenir.

5.3 Kalibre edilmiş güven ve mesleki şüphecilik

Güvenini sistemin gerçek yeteneklerine göre ayarlayan denetçi, sonucu sorgulamadan kabul etmeye daha az eğilimli olabilir. Aynı denetçi, sistem bazen hata yapıyor diye bütün sonuçları reddetmeyebilir. Böylece hangi bilginin doğrulanması gerektiğini daha dengeli değerlendirebilir. Parasuraman ve Riley'nin (1997) otomasyona aşırı dayanma ve yararlı otomasyonu kullanmama ayrımı bu beklentiye temel sağlar.

Bununla birlikte kalibre edilmiş güvenin her durumda daha fazla şüphecilik oluşturduğu ileri sürülemez. Tersine, sorgulayıcı denetçiler sistemin sınırlarını daha iyi fark edip güvenlerini buna göre ayarlıyor olabilir. Deneyim ve çalışma koşulları da her iki kavramı etkileyebilir. Bu nedenle önerme, özellikle sistem sonucu ile diğer kanıtların çeliştiği durumlara odaklanmaktadır.

P3: Yapay zekâ sonucu ile diğer kanıtlar çeliştiğinde, kalibre edilmiş güvenin aşırı veya yetersiz güvene göre denetçinin mesleki şüpheciliğini daha uygun biçimde uygulamasını desteklemesi beklenir.

5.4 Mesleki şüphecilik ve muhakeme kalitesi

Mesleki şüphecilik, modelin açıklamasını başka olasılıklarla karşılaştırmayı sağlar. Örneğin dönem sonunda yapılan yüksek tutarlı bir kayıt riskli görünebilir. Ancak işlem olağan bir sözleşmeden veya işletmenin faaliyet döngüsünden kaynaklanmış olabilir. Denetçi bu olasılıkları araştırmalı, açıklamayı destekleyen belgeler kadar onunla çelişen bilgileri de incelemelidir.

Nelson'ın (2009) şüpheci yargı ile şüpheci eylem ayrımı burada önemlidir. Denetçinin sorgulayıcı olduğunu söylemesi, gerçekten ek kanıt aradığı anlamına gelmez. Ayrıca sürekli daha yüksek risk belirlemek veya

gereksiz prosedür uygulamak da iyi muhakeme değildir. Beklenen katkı, sorgulamanın mevcut kanıtlara ve riskin niteliğine uygun yapılmasıdır.

P4: Yapay zekâ destekli denetimde kanıtlara uygun sorgulamanın, farklı açıklamaları ve çelişkili bilgileri birlikte değerlendiren denetçi muhakemesini desteklemesi beklenir.

5.5 Açıklama kalitesi ve sonucun kanıt açısından incelenmesi

Açıklama, riskli bulunan bir işlemin kaynak kayıtlara bağlanmasını ve sonucun hangi girdilere dayandığının incelenmesini kolaylaştırabilir. Bu inceleme, çıktı doğru kabul edilmeden önce yapılmalıdır. Verilerin eksik veya görevle ilgisiz olduğunun fark edilmesi de yararlı bir sonuçtur. Bu yüzden açıklamanın başarısı yalnızca sistem sonuçlarının ne kadar kabul edildiğiyle ölçülemez.

Zhang vd. (2022), XAI yöntemlerinin kanıt ve belgelendirme gereksinimleriyle ilişkisini ele almaktadır. Bu çalışmada, kaynağa bağlanabilen ve sınırlarını gösteren açıklamaların denetçinin ilgililik ve güvenilirlik değerlendirmesine yardımcı olacağı öne sürülmektedir. Açıklama bulunması yeterli kanıt elde edildiğini göstermez; açıklama bulunmaması da sonucun mutlaka yanlış olduğu anlamına gelmez.

P5: Modelin işleyişini doğru yansıtan, görevle ilgili ve kaynak veriye bağlanabilen açıklamaların kalitesi arttıkça, yapay zekâ sonuçlarının denetim kanıtı açısından incelenmesi ve değerlendirilmesi kolaylaşır.

5.6 Muhakeme kalitesi ve denetim karar kalitesi

Denetçi, model sonucunu işletmenin koşulları ve diğer kanıtlarla birlikte ele aldığında daha gerekçeli bir karar verebilir. Bu değerlendirme, riskin belirlenmesini ve uygun prosedürün seçilmesini destekleyebilir. Ancak iyi yürütülmüş bir değerlendirme de her zaman doğru sonuç vermez. Belirsizlik veya fark edilmeyen veri sorunları nedeniyle karar hatalı olabilir.

Araştırmalarda muhakeme ile nihai karar ayrı ölçülmelidir. Muhakeme, denetçinin kanıtları nasıl değerlendirdiği ve alternatifleri ne ölçüde ele aldığı üzerinden incelenebilir. Karar ise önceden belirlenen görev ölçütü veya bağımsız uzman değerlendirmesiyle karşılaştırılabilir. Karar verme süresi ayrıca ölçülebilir, ancak hızlı karar vermek tek başına iyi karar vermek değildir.

P6: Kanıtların yeterliliği ve mevcut bilgi dikkate alındığında, daha kaliteli denetçi muhakemesinin risk değerlendirmesi ve denetim prosedürü seçiminde daha uygun kararlarla ilişkili olması beklenir.

5.7 Sonucun incelenmesi ve denetçi muhakemesi

Modelin ikinci yolu, denetçinin açıklama yardımıyla kaynak bilgiyi incelemesine dayanır. Denetçi, sonucu etkileyen işlem tutarını, kayıt zamanını veya sınıflandırmayı kaynak kayıtlardan kontrol edebilir. Kontrol

sonunda sonucu kullanabilir, karardaki ağırlığını azaltabilir veya reddedebilir. Bu kararların her biri yeterli gerekçeye dayanıyorsa muhakemeye katkı sağlayabilir.

Kaynağa erişim bulunması tek başına yeterli değildir. Denetçinin zamanı veya bilgisi yetersizse inceleme olanağı etkili biçimde kullanılamayabilir. Yoon vd. (2015), tamamlayıcı bilginin diğer denetim kanıtlarıyla birleştirilmesinin önemini tartışmaktadır. Bu çalışmada aynı gereklilik yapay zekâ sonuçları için ele alınmaktadır.

P7: Denetçi kaynak bilgiyi doğrulayabildiğinde ve diğer kanıtlarla karşılaştırabildiğinde, yapay zekâ sonucunun incelenebilir olmasının muhakeme kalitesini desteklemesi beklenir.

6. TARTIŞMA VE UYGULAMAYA YÖNELİK ÇIKARIMLAR

Önerilen model, XAI'nin denetçiye hangi aşamalarda yardımcı olabileceğini açıklamaktadır. Bir sonucun açıklanabilmesi, modelin doğru veya görev için uygun olduğunu göstermez. Açıklamanın katkısı, denetçinin sonucu anlamasına, güvenini ayarlamasına ve kanıtları sorgulamasına yardımcı olmasında aranmalıdır. Böylece açıklamanın üretilmesi ile mesleki karar için kullanılması birbirinden ayrılmaktadır.

Modelin temel katkılarından biri, açıklanabilirliğin başarısını güven artışıyla sınırlamamasıdır. Açıklama sistemin yetersizliğini ortaya koyuyorsa güvenin azalması uygun olabilir. Buna karşılık yararlı bir sonuç yalnızca algoritma tarafından üretildiği için reddedilirse bilgi kaybı yaşanabilir. Bu nedenle araştırmalarda denetçinin güveni, sistemin performansı ve sonucun nasıl kullanıldığı birlikte incelenmelidir.

Model ayrıca mesleki şüpheciliği yapay zekâya karşı olumsuz tutumdan ayırmaktadır. Şüphecilik, öneriyi reddetme eğilimiyle değil, gerekçeyi kontrol etme ve çelişkili kanıta uygun tepki verme yoluyla ele alınmaktadır. Kolay anlaşılır görünen fakat sınırlarını göstermeyen bir açıklama, denetçinin ek inceleme ihtiyacını azaltabilir. Dolayısıyla açıklamanın ikna edici olması ile sorgulamayı desteklemesi farklı sonuçlar doğurabilir.

Uygulamada açıklama, kaynak veri ve ilgili denetim amacıyla ilişkilendirilmelidir. Örneğin hasılatın doğru döneme kaydedilip kaydedilmediği incelenirken, dönem sonu kayıt yoğunluğunun açıklanması yararlı olabilir. Ancak denetçinin kayıt tarihiyle teslim veya hizmet tarihini de karşılaştırabilmesi gerekir. Bu örnek varsayımsaldır; modelin etkisini gösteren bir bulgu değildir. Açıklamanın beklenen katkısı, ilgili kanıtların araştırılmasını kolaylaştırmasıdır.

Denetim firmaları, açıklamaları kullanıcıların görev ve bilgi düzeyine uygun biçimde sunabilir. Model sürümünün ve veri kapsamının kaydedilmesi, performans sınırlarının açıklanması ve gerektiğinde uzman desteği sağlanması da önerilmektedir. Bunlar bu çalışmanın uygulamaya yönelik çıkarımlarıdır. IAASB'nin

(2026) teknoloji ve kalite yönetimi raporu mesleki bağlam sağlamaktadır; raporun XAI ile karar kalitesi arasında kanıtlanmış bir ilişki sunduğu ileri sürülmemektedir.

Karar sorumluluğu da açık tutulmalıdır. Yapay zekâ risk işaretleri üretir; XAI bu sonuçların dayanaklarını gösterir; denetçi ise kanıtları değerlendirerek mesleki karar verir. Sistemin açıklamasını kaydetmek, denetçinin neden o kararı verdiğini belgelemek yerine geçmez. Denetçinin sistem sonucunu kullanma veya kullanmama gerekçesi de belirtilmelidir.

7. SINIRLILIKLAR VE GELECEK ARAŞTIRMALAR İÇİN ÖNERİLER

Önerilen model, öncelikle denetim deneyimine sahip katılımcıların rastgele olarak farklı açıklama koşullarına atandığı bir deneyle sınanabilir. Aynı denetim görevinin risk skoru, işlem bilgisi ve sunum süresi sabit tutulduğunda açıklamanın katkısı daha net biçimde değerlendirilebilir; birden fazla görevde hem doğru hem hatalı sistem önerilerinin sunulması ise denetçinin sisteme ne zaman dayandığını, ne zaman sorguladığını ortaya koymaya yardımcı olur. Bu noktada açıklama yöntemi ile açıklama kalitesinin birbirinden ayrı tutulması gerekir: SHAP veya LIME gibi bir yöntemin kullanılmış olması, sunulan açıklamanın nitelikli olduğu anlamına gelmez. Yöntemler karşılaştırılırken açıklamanın uzunluğu, içerdiği bilgi miktarı ve kullanılan dil gibi özellikler de dikkate alınmalı, teknik doğruluk ve anlaşılabilirlik deneyden önce kontrol edilmeli; araştırmada bilerek yanıltıcı bir açıklama kullanılmışsa bu durum deney sonrasında katılımcılara mutlaka açıklanmalıdır.

Bu çerçevede önerilen deneysel tasarım dört koşulu karşılaştırmayı amaçlamaktadır. İlk koşulda katılımcılara yalnızca risk skoru ve görev verileri sunulur ve herhangi bir açıklama verilmez; bu, açıklamanın etkisini ölçmek için temel karşılaştırma noktasını oluşturur. İkinci koşulda aynı veriler, doğrulanmış teknik bir açıklamayla birlikte sunularak açıklama sağlamanın katkısı test edilir. Üçüncü koşulda ikinci koşuldakiyle aynı açıklama içeriği, bu kez denetim diline uyarlanmış biçimde sunulur; böylece aynı bilginin mesleki dile çevrilmesinin ayrı bir katkı sağlayıp sağlamadığı incelenebilir. Dördüncü koşulda ise üçüncü koşuldaki sunuma ek olarak katılımcıya kendi görev performansına ilişkin geri bildirim verilir ve bunun güven düzeyini ayarlamaya katkısı değerlendirilir. Bu dört koşullu tasarımın amacı farklı XAI yöntemlerinden hangisinin üstün olduğunu belirlemek değil; açıklamanın varlığının, aynı içeriğin denetim diline çevrilmesinin ve performans bilgisi verilmesinin ayrı ayrı etkilerini ortaya koymaktır. Katılımcı sayısı, araştırmanın temel sonucu ve beklenen etki büyüklüğü dikkate alınarak güç analiziyle belirlenmeli; anlama, güven, sistem çıktısını kullanma, şüpheci davranış, muhakeme ve nihai karar birbirinden ayrı biçimde ölçülmelidir.

Katılımcının açıklamayı anladığını beyan etmesi tek başına yeterli bir ölçüt değildir; doğru yorumlayıp yorumlamadığını ortaya koyan ayrı sorular da kullanılmalıdır. Şüphecilik, ek bilgi talep etme, çelişkili kanıtı

fark etme ve alternatif açıklamalar üretebilme gibi davranışlar üzerinden incelenebilir. Katılımcıların muhakeme gerekçelerini puanlayan uzmanların, hangi deney grubuna ait yanıtları değerlendirdiğini bilmemesi önerilir; nihai kararın hangi ölçüte göre uygun sayılacağı da araştırma başlamadan önce net biçimde tanımlanmalıdır. Güvenin uygun düzeyde olup olmadığını değerlendirebilmek için açık bir karşılaştırma ölçütüne ihtiyaç vardır: modelin genel doğruluğu, ilgili göreve özgü hata oranı ve verdiği olasılık tahmini birbirinin yerine geçmeyen farklı bilgiler sunduğundan bu ölçütler birbirine karıştırılmamalıdır. Katılımcıların birden fazla görev gerçekleştirdiği tasarımlarda, aynı kişiden elde edilen yanıtların istatistiksel olarak birbiriyle ilişkili olacağı analizde dikkate alınmalıdır. Modeldeki ara aşamaların incelenmesi de mümkündür; ancak yalnızca açıklama koşulunun rastgele atanması, anlama, güven ve şüphecilik arasındaki tüm ilişkilerin neden-sonuç ilişkisi olduğunu kanıtlamaya yetmez. Bu nedenle performans bilgisinin, sistem hatalarının ve çelişkili kanıtların ayrı ayrı değiştirildiği ilave deneyler, modelin ara mekanizmalarına ilişkin daha güçlü kanıt sağlayabilir.

Deneysel çalışmaların yanı sıra bağımsız denetçilerle yürütülecek anket araştırmaları, modelin farklı deneyim düzeyi ve teknoloji kullanım alışkanlığına sahip katılımcılarda nasıl işlediğini incelemeye imkân tanır. Ancak tüm değişkenlerin aynı kişinin kendi değerlendirmesine dayalı biçimde ölçülmesi önemli bir sorun yaratabilir: kişinin genel olarak olumlu ya da olumsuz bir tutuma sahip olması verdiği tüm yanıtları etkileyebilir — bu durum literatürde ortak yöntem yanlılığı olarak adlandırılır. Ayrıca kişinin algıladığı kalite ile gerçek karar kalitesi her zaman örtüşmeyebilir; bu nedenle kalibre edilmiş güven, yalnızca "sisteme güveniyorum" türünden doğrudan ifadelerle değil, denetçinin güvenini sistemin fiilî performansıyla karşılaştırmaya imkân veren senaryo ya da görev temelli ölçümlerle değerlendirilmelidir. Yapısal eşitlik modeli kurulacaksa açıklama kalitesi, anlama, muhakeme ve karar kalitesinin birbirinden kavramsal olarak ayrı ölçüldüğünden emin olunmalıdır. Tek bir zaman diliminde toplanan anket verilerinin ilişkilerin yönünü ya da nedenini kendi başına gösteremeyeceği de unutulmamalı; elde edilen olumlu katsayılar modelin bütünüyle doğrulandığı anlamına gelmemeli, ilişkinin ters yönde işleyebileceği ve her iki değişkeni birlikte etkileyen olası ortak koşullar da değerlendirilmelidir. Son olarak saha araştırmalarında açıklamaya erişim kayıtları ile denetim çalışma kâğıtlarının birlikte incelenmesi, denetçinin beyan ettiği kullanım ile fiilî kullanımı karşılaştırma imkânı sunar; görüşmeler ve denetçinin değerlendirme sürecinde düşüncelerini sesli biçimde aktardığı uygulamalar ise açıklamanın hangi unsurlarının gerçekten yararlı olduğunu ortaya koymaya yardımcı olabilir. Bu tür saha çalışmalarında firma ve müşteri bilgilerinin gizliliği korunmalı, gerekli etik izinler ve katılımcı onamı önceden alınmalıdır.

Çalışmanın temel sınırlılığı, önerilen modelin henüz test edilmemiş olmasıdır. Literatür, ilişkileri açıklamak için dayanak sağlamaktadır; ancak bu ilişkilerin denetim görevlerinde mutlaka aynı şekilde gerçekleşeceğini

göstermez. Kaynak seçimi sistematik bir taramaya dayanmadığı için çalışma, ilgili literatürün tamamını kapsadığını veya diğer modellerden üstün olduğunu ileri sürmemektedir.

Model, karmaşık karar sürecini daha anlaşılır bir sırayla göstermektedir. Gerçekte süreç her zaman bu sırayı izlemeyebilir. Denetçi önce sonucu sorgulayarak sistemin sınırlarını öğrenebilir, ardından güvenini ayarlayabilir. Anlama ve şüphecilik de birbirini etkileyebilir. Deneyim, firma kültürü, hesap verme sorumluluğu ve zaman baskısı kararları ayrıca değiştirebilir. Gelecek araştırmalarda farklı yön ve sıralardaki ilişkiler karşılaştırılmalıdır.

Açıklama kalitesinin farklı özellikleri her zaman birlikte gelişmeyebilir. Daha ayrıntılı açıklama doğruluğu artırırken anlamayı zorlaştırabilir. Açıklamanın sadeleştirilmesi ise modelin bazı sınırlarını görünmez kılabilir. Bu yüzden kaliteyi tek bir toplam puanla değerlendirmek, önemli farkları gözden kaçırabilir.

Son olarak model, risk değerlendirmesi ve prosedür seçimine odaklanmaktadır. Bu görevlerde uygun karar verilmesi, genel denetim kalitesinin veya denetim görüşünün doğruluğunun arttığını tek başına göstermez. Daha geniş sonuçları değerlendirmek için firma, ekip ve denetim işi düzeyinde ek veriler gerekir.

8. SONUÇ

Açıklanabilir yapay zekâ, denetçinin sistem sonucunu anlamasına ve değerlendirmesine yardımcı olabilir. Ancak açıklamanın bulunması tek başına yeterli değildir. Açıklama modelin işleyişini doğru yansıtmalı, kaynak veriye bağlanabilmeli ve ilgili denetim görevi için kullanılabilir olmalıdır.

Bu çalışmada XAI Destekli Denetçi Muhakemesi Modeli geliştirilmiş ve yedi kuramsal önerme sunulmuştur. Modelin ilk yolu, açıklama kalitesinden anlamaya, uygun güvene ve mesleki şüpheciliğe uzanmaktadır. İkinci yol, sistem sonucunun kaynak ve dayanaklarını incelemeyi öne çıkarmaktadır. Her iki yolun da denetçinin muhakemesini ve görevle ilgili kararlarını destekleyebileceği düşünülmektedir.

Çalışmanın temel görüşü, XAI'nin amacının denetçinin güvenini mümkün olduğunca artırmak olmadığıdır. Açıklama, denetçinin sisteme hangi koşullarda ve ne ölçüde dayanabileceğine karar vermesini kolaylaştırmalıdır. Gerektiğinde güvenin azalması veya sistem sonucunun reddedilmesi de uygun bir mesleki karar olabilir.

Önerilen ilişkilerin geçerliği, farklı denetim görevlerinde yapılacak araştırmalarla belirlenmelidir. Bu çalışma XAI'nin denetim kalitesini artırdığını kanıtlamamaktadır. Açıklanabilirliğin denetçinin anlamasını, sorgulamasını ve karar vermesini hangi yollarla destekleyebileceğini gösteren bir araştırma çerçevesi sunmaktadır.

KAYNAKLAR

Adadi, A., & Berrada, M. (2018). Peeking inside the black-box: A survey on explainable artificial intelligence (XAI). *IEEE Access*, *6*, 52138–52160. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2870052

Adebayo, J., Gilmer, J., Muelly, M., Goodfellow, I., Hardt, M., & Kim, B. (2018). Sanity checks for saliency maps. In S. Bengio, H. Wallach, H. Larochelle, K. Grauman, N. Cesa-Bianchi, & R. Garnett (Eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems 31* (pp. 9505–9515). Curran Associates, Inc.

Barredo Arrieta, A., Díaz-Rodríguez, N., Del Ser, J., Bennetot, A., Tabik, S., Barbado, A., García, S., Gil-López, S., Molina, D., Benjamins, R., Chatila, R., & Herrera, F. (2020). Explainable artificial intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion*, *58*, 82–115. https://doi.org/10.1016/j.inffus.2019.12.012

Dietvorst, B. J., Simmons, J. P., & Massey, C. (2015). Algorithm aversion: People erroneously avoid algorithms after seeing them err. *Journal of Experimental Psychology: General*, *144*(1), 114–126. https://doi.org/10.1037/xge0000033

International Auditing and Assurance Standards Board. (2012). *Staff questions & answers: Professional skepticism in an audit of financial statements.* https://www.iaasb.org/publications/staff-questions-answers-professional-skepticism-audit-financial-statements-2

International Auditing and Assurance Standards Board. (2020). *Non-authoritative support material: Audit documentation when using automated tools and techniques.* https://www.iaasb.org/publications/non-authoritative-support-material-audit-documentation-when-using-automated-tools-and-techniques

International Auditing and Assurance Standards Board. (2026). *Technology quality management roundtables: Outcomes and next steps*. https://www.iaasb.org/publications/technology-quality-management-roundtables-outcomes-and-next-steps

Jaakkola, E. (2020). Designing conceptual articles: Four approaches. *AMS Review*, *10*, 18–26. https://doi.org/10.1007/s13162-020-00161-0

Kokina, J., & Davenport, T. H. (2017). The emergence of artificial intelligence: How automation is changing auditing. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, *14*(1), 115–122. https://doi.org/10.2308/jeta-51730

Lee, J. D., & See, K. A. (2004). Trust in automation: Designing for appropriate reliance. *Human Factors*, *46*(1), 50–80. https://doi.org/10.1518/hfes.46.1.50_30392

Logg, J. M., Minson, J. A., & Moore, D. A. (2019). Algorithm appreciation: People prefer algorithmic to human judgment. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *151*, 90–103. https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2018.12.005

Lundberg, S. M., & Lee, S.-I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. In I. Guyon, U. V. Luxburg, S. Bengio, H. Wallach, R. Fergus, S. Vishwanathan, & R. Garnett (Eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems 30* (pp. 4765–4774). Curran Associates, Inc.

Nelson, M. W. (2009). A model and literature review of professional skepticism in auditing. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, *28*(2), 1–34. https://doi.org/10.2308/aud.2009.28.2.1

Parasuraman, R., & Riley, V. (1997). Humans and automation: Use, misuse, disuse, abuse. *Human Factors*, *39*(2), 230–253. https://doi.org/10.1518/001872097778543886

Ribeiro, M. T., Singh, S., & Guestrin, C. (2016). "Why should I trust you?": Explaining the predictions of any classifier. In *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 1135–1144). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/2939672.2939778

Rudin, C. (2019). Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. *Nature Machine Intelligence*, *1*(5), 206–215. https://doi.org/10.1038/s42256-019-0048-x

Yoon, K., Hoogduin, L., & Zhang, L. (2015). Big data as complementary audit evidence. *Accounting Horizons*, *29*(2), 431–438. https://doi.org/10.2308/acch-51076

Zhang, C. A., Cho, S., & Vasarhelyi, M. A. (2022). Explainable artificial intelligence (XAI) in auditing. *International Journal of Accounting Information Systems*, *46*, Article 100572. https://doi.org/10.1016/j.accinf.2022.100572

BELİRSİZLİK Mİ, PARA POLİTİKASI MI? SANAYİ ÜRETİMİNİN BELİRLEYİCİLERİ ÜZERİNE PANEL NEDENSELLİK ANALİZİ

Dr. Öğr. Üyesi Hasan Furkan KAPLAN[1]

[1]Muş Alparslan Üniversitesi, Malazgirt Meslek Yüksekokulu, İktisat, hf.kaplan@alparslan.edu.tr,

ORCID: 0000-0001-6585-139X

Özet

Bu çalışmada ekonomik politika belirsizliği, faiz oranı ve sanayi üretimi arasındaki nedensellik ilişkileri, gelişmiş ve gelişmekte olan 14 ülke için 2018:01–2025:12 dönemine ait aylık veriler kullanılarak incelenmiştir. Analizde Baker, Bloom ve Davis'in ekonomik politika belirsizliği endeksi ile OECD'nin kısa vadeli faiz oranı ve sanayi üretim endeksi verileri kullanılmıştır. Yatay kesit bağımlılığı testleri üç değişkende de ülkeler arasında güçlü bir bağımlılık bulunduğunu, Delta testleri ise eğim katsayılarının ülkeler arasında heterojen olduğunu göstermiştir. Bu nedenle serilerin durağanlığı, yatay kesit bağımlılığını dikkate alan PANIC ve PANICCA birim kök testleriyle sınanmıştır. Sonuçlar, belirsizlik endeksi ve faiz oranının genel olarak birinci dereceden bütünleşik, sanayi üretiminin ise ülkelerin büyük çoğunluğunda trend etrafında durağan olduğunu ortaya koymuştur. Değişkenlerin bütünleşme derecelerinin farklılaşması nedeniyle nedensellik ilişkileri, ortak faktörlerin PANIC ve PANICCA yaklaşımlarıyla arındırıldığı panel LA-VAR nedensellik testiyle analiz edilmiştir. Bulgular, faiz oranı ile sanayi üretimi arasında her iki yöntemde de %1 düzeyinde anlamlı, çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunduğunu göstermektedir. Buna karşılık belirsizlikten faiz oranına doğru nedensellik her iki yöntemde de reddedilmekte; belirsizlik ile sanayi üretimi arasındaki ilişki ve faiz oranından belirsizliğe doğru nedensellik ise yöntem seçimine duyarlı bulunmaktadır. Özellikle belirsizlikten sanayi üretimine doğru nedensellik, düzeltilmiş olasılık değerlerine göre hiçbir ülkede desteklenmemektedir. Sonuçlar, incelenen dönemde sanayi üretimindeki dalgalanmaların ülkeye özgü belirsizlikten ziyade para politikası kanalı ve küresel ortak şoklar tarafından şekillendiğine işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Ekonomik Politika Belirsizliği, Sanayi Üretimi, Faiz Oranı, Panel Nedensellik, Yatay Kesit Bağımlılığı

UNCERTAINTY OR MONETARY POLICY? A PANEL CAUSALITY ANALYSIS OF THE DETERMINANTS OF INDUSTRIAL PRODUCTION

Abstract

This study examines the causal relationships among economic policy uncertainty, interest rates and industrial production for 14 advanced and emerging economies, using monthly data for the period 2018:01–2025:12. The analysis employs the economic policy uncertainty index of Baker, Bloom and Davis, together with OECD data on short-term interest rates and industrial production. Cross-sectional dependence tests reveal strong dependence across countries for all three variables, while Delta tests indicate that slope coefficients are heterogeneous across countries. Accordingly, the stationarity of the series is examined using the PANIC and PANICCA unit root tests, which account for cross-sectional dependence. The results show that the uncertainty index and interest rates are generally integrated of order one, whereas industrial production is trend-stationary in most countries. Since the orders of integration differ across variables, causal relationships are analysed using the panel LA-VAR causality test, in which common factors are removed through the PANIC and PANICCA approaches. The findings reveal a bidirectional causal relationship between interest rates and industrial production that is significant at the 1% level under both approaches. In contrast, causality running from uncertainty to interest rates is rejected under both approaches, while the relationship between uncertainty and industrial production and the causality running from interest rates to uncertainty are sensitive to the choice of method. In particular, causality from uncertainty to industrial production is not supported in any country according to adjusted probability values. The results suggest that fluctuations in industrial production during the period under study were shaped by the monetary policy channel and global common shocks rather than by country-specific uncertainty.

Keywords: Economic Policy Uncertainty, Industrial Production, Interest Rate, Panel Causality, Cross-Sectional Dependence

1. GİRİŞ

Belirsizlik, 2008 küresel finans krizinden bu yana makroiktisadın gündeminden düşmeyen konuların başında gelir. Krizin ardından toparlanmanın beklenenden yavaş seyretmesi, iktisatçıların dikkatini hane halkı ve firmaların geleceği kestiremedikleri dönemlerdeki davranışlarına yöneltmiştir. Baker, Bloom ve Davis'in (2016) gazete haberlerinden türettiği ekonomik politika belirsizliği endeksi bu tartışmayı ölçülebilir bir zemine taşıdı. Endeks pek çok ülke için aylık olarak yayımlandıkça belirsizliğin yatırım, istihdam ve üretim üzerindeki etkisi de farklı ülkeler ve dönemler için sınanabilir hale geldi.

2018–2025 dönemi bu açıdan alışılmışın dışındadır. ABD ile Çin arasındaki ticaret gerilimi, Brexit süreci, COVID-19 salgını ve onu izleyen tedarik zinciri sorunları birkaç yıl içinde art arda yaşandı. 2022'den itibaren ise merkez bankaları enflasyonu dizginlemek için faizleri hızla yükseltti. Bu süreçte belirsizlik endeksleri tarihsel zirvelerini gördü, faizler sıfıra yakın düzeylerden onlarca yılın en yüksek seviyelerine çıktı, sanayi üretimi de 2020 baharında sert biçimde düştükten sonra kısa sürede toparlandı. Bu tablo, üretimdeki dalgalanmaların ne kadarının belirsizlikten, ne kadarının para politikasından kaynaklandığı sorusunu gündeme getiriyor.

Soruyu cevaplamayı zorlaştıran şey, bu tür dönemlerde ülkelerin aynı şoklarla birlikte yüz yüze gelmesidir. Salgın, enerji fiyatlarındaki artış ya da ABD'deki parasal sıkılaşma tek bir ülkeyle sınırlı kalmadığı için ülke serileri birbirinden bağımsız hareket etmez. Panel veride yatay kesit bağımlılığı olarak bilinen bu durum hesaba katılmazsa birim kök ve nedensellik testleri yanıltıcı sonuçlar üretebilir. Belirsizliğin ya da faizin üretim üzerindeki etkisi de olduğundan büyük veya küçük görünebilir.

Bu çalışmada ekonomik politika belirsizliği, faiz oranı ve sanayi üretimi arasındaki nedensellik ilişkileri, ülkeleri birlikte etkileyen ortak şoklar dikkate alınarak incelenmiştir. Analizde 14 ülkenin 2018:01–2025:12 dönemine ait aylık verileri kullanılmıştır. Çalışma, salgını ve parasal sıkılaşma dönemini kapsayan güncel ve yüksek frekanslı bir veriye dayanır. Yatay kesit bağımlılığı yalnızca birim kök aşamasında bırakılmamış, Nazlıoğlu ve Karul'un (2024) önerdiği panel LA-VAR yaklaşımıyla nedensellik aşamasına da taşınmıştır. Ortak faktörlerin PANIC ve PANICCA gibi iki farklı yöntemle arındırılması ise bulguların yöntem seçimine ne kadar bağlı olduğunu görmeyi mümkün kılar.

Çalışmanın devamında önce kuramsal çerçeve ve ilgili literatür ele alınmıştır. İkinci bölümde veri seti ile ekonometrik yöntem, üçüncü bölümde bulgular yer almaktadır. Son bölüm sonuçların tartışılmasına ve politika önerilerine ayrılmıştır.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Belirsizliğin reel ekonomiye nasıl yansıdığı konusunda en çok başvurulan açıklama reel opsiyon yaklaşımıdır. Bernanke (1983) ile Dixit ve Pindyck (1994), yatırımın büyük ölçüde geri döndürülemez olduğuna, bu yüzden firmanın beklemeyi de bir seçenek olarak gördüğüne dikkat çeker. Belirsizlik arttıkça beklemenin değeri yükselir ve firmalar yeni bilgi gelene kadar yatırımı ve işe almayı erteler. Bloom vd. (2007) belirsizlik arttığında firmaların yatırımlarını talepteki değişimlere daha temkinli uyarladığını göstermiştir. Bloom (2009) ise bu "bekle ve gör" davranışının üretimde kısa süreli ama keskin bir düşüşe, belirsizlik azalınca da hızlı bir toparlanmaya yol açtığını ortaya koymuştur. Bunun yanında belirsizlik risk primlerini ve borçlanma maliyetini artırarak finansman koşullarını sıkılaştırabilir; hane halkını ihtiyati tasarrufa yönelterek talebi de zayıflatabilir.

Faiz oranı ile üretim arasındaki bağ para politikasının aktarım mekanizmasından geçer. Faiz arttığında borçlanma pahalanır, yatırım ve dayanıklı tüketim harcamaları geriler. Kredi kanalı da firmaların finansmana ulaşmasını zorlaştırır (Bernanke ve Gertler, 1995; Mishkin, 1995). Christiano vd. (1999), parasal daralma şoklarının sanayi üretimini belli bir gecikmeyle düşürdüğünü ortaya koymuştur. İlişkinin öbür yönü de en az bu kadar önemlidir. Merkez bankaları faiz kararı verirken üretim açığına bakar ve Taylor (1993) kuralı bu tepkinin en bilinen ifadesidir. Bu nedenle üretimdeki değişimlerin faizi etkilemesi beklenen bir durumdur ve iki değişken arasında çift yönlü bir nedensellik kuramsal olarak makuldür.

Belirsizlik ile para politikası arasındaki etkileşim de göz ardı edilmemelidir. Belirsizliğin yüksek olduğu dönemlerde firmalar ve hane halkı faiz değişikliklerine daha az tepki verir, bu da para politikasının etkisini zayıflatabilir (Aastveit vd., 2017). Merkez bankaları belirsizlik artışlarına faiz indirimiyle karşılık verebileceği gibi, para politikasındaki beklenmedik değişiklikler bizzat belirsizlik kaynağına da dönüşebilir. Belirsizlik ile faiz arasında her iki yönde bir ilişki kurmak bu nedenle mümkündür.

1.2. Literatür Taraması

Baker vd. (2016), ABD için kurdukları VAR modellerinde politika belirsizliğindeki artışların yatırım, sanayi üretimi ve istihdamdaki belirgin düşüşlerle birlikte görüldüğünü, 12 ülkelik panel tahminlerinin de benzer sonuç verdiğini raporlamıştır. Firma verisiyle çalışan araştırmalar da aynı yönü işaret eder. Kang vd. (2014) politika belirsizliğinin firma yatırımlarını azalttığını bulmuştur. Gulen ve Ion (2016) da benzer bir sonuca ulaşmış ve bu etkinin yatırımı geri döndürülmesi zor olan firmalarda daha güçlü olduğunu göstermiştir.

Literatürde öne çıkan bir başka konu, belirsizliğin ülkeden ülkeye yayılmasıdır. Colombo (2013), ABD'deki politika belirsizliği şoklarının avro bölgesinde sanayi üretimini ve fiyatları düşürdüğünü göstermiştir. Bhattarai vd. (2020) ABD kaynaklı belirsizlik şoklarının gelişmekte olan ülkelerde üretimi daralttığını ve sermaye

çıkışlarına neden olduğunu bulmuştur. Biljanovska vd. (2021) ise bir ülkedeki politika belirsizliğinin başka ülkelerin ekonomik faaliyetine de sıçradığını ve bu yayılma etkisinin göz ardı edilemeyecek büyüklükte olduğunu raporlamıştır. Bu çalışmalar, belirsizliğin önemli bir kısmının ülkeye özgü olmaktan çok ortak bir nitelik taşıdığını düşündürür.

Türkiye'ye yönelik çalışmalardan Şahinöz ve Erdoğan Coşar (2018), ekonomik politika belirsizliğindeki artışların ekonomik faaliyeti olumsuz etkilediğini bulmuştur. Para politikası ile belirsizliğin etkileşimine odaklanan Aastveit vd. (2017) ise belirsizlik yüksekken para politikası şoklarının yatırım ve üretim üzerindeki etkisinin belirgin biçimde zayıfladığını göstermiştir.

Al-Thaqeb ve Algharabali'nin (2019) derlemesine göre literatürde belirsizliğin reel ekonomiyi genel olarak olumsuz etkilediği konusunda geniş bir uzlaşı vardır; ancak etkinin büyüklüğü ülkeye, döneme ve yönteme göre değişir. Mevcut çalışmaların çoğu tek ülke VAR modellerine ya da ülkeler arası bağımlılığı sınırlı ölçüde hesaba katan panel yöntemlerine dayanır. Ortak faktörleri hem birim kök hem de nedensellik aşamasında açıkça modelleyen ve salgın sonrasını da kapsayan çalışma sayısı ise azdır. Bu çalışmada söz konusu eksikliğin bir bölümü giderilmeye çalışılmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Veri Seti

Çalışmada ABD, Almanya, Birleşik Krallık, Fransa, Güney Kore, Hindistan, İrlanda, İspanya, İtalya, Japonya, Kanada, Meksika, Şili ve Yunanistan'dan oluşan 14 ülkenin 2018:01–2025:12 dönemine ait aylık verileri kullanılmıştır. Ülkeler, ekonomik politika belirsizliği endeksi ile OECD verilerinin aynı dönem için birlikte bulunabilmesi ölçüt alınarak seçilmiştir. Böylece her ülke için 96 gözlemden oluşan dengeli bir panel elde edilmiştir (N = 14, T = 96, toplam 1.344 gözlem). Değişkenlere ait bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Değişkenler ve veri kaynakları

Değişken	Tanım	Kaynak	Dönüşüm
lepu	Ekonomik politika belirsizliği endeksi	Baker vd. (2016)	Doğal logaritma
lip	Sanayi üretim endeksi (2015=100, mevsimsellikten arındırılmış)	OECD (KEI)	Doğal logaritma
ir	Kısa vadeli faiz oranı (%)	OECD (KEI)	Düzey

Not: KEI, OECD'nin kısa dönem ekonomik göstergeler (Key Short-Term Economic Indicators) veri tabanını ifade etmektedir. ABD'nin 2020:04 dönemine ait eksik faiz gözlemi doğrusal interpolasyonla tamamlanmıştır.

Belirsizlik endeksi ile sanayi üretiminin doğal logaritması alınmış, faiz oranı ise düzey olarak kullanılmıştır. Faizde logaritmik dönüşüm mümkün değildi; çünkü Japonya ve avro bölgesi ülkelerinde kısa vadeli faizler

dönemin önemli bir kısmında sıfırın altında kaldı. Sanayi üretimi belirgin bir deterministik eğilim taşıdığı için bu değişkende sabit ve trendli, diğer iki değişkende ise yalnızca sabitli model tercih edilmiştir.

2.2. Ekonometrik Yöntem

Analize, eğim katsayılarının ülkeler arasında homojen olup olmadığının Pesaran ve Yamagata'nın (2008) Delta testiyle sınanmasıyla başlanmıştır. Swamy testini büyük panellere uyarlayan bu testte temel hipotez, eğim katsayılarının bütün birimler için aynı olduğudur. Küçük örneklemlerde daha iyi sonuç verdiği için testin düzeltilmiş biçimi olan $\tilde{\Delta}_{adj}$ istatistiği de raporlanmıştır.

Ardından yatay kesit bağımlılığı Breusch ve Pagan'ın (1980) LM testi ile Pesaran'ın (2004) CD_{LM} ve CD testleriyle incelenmiştir. Bu testler birimlere ait kalıntılar arasındaki ikili korelasyonlara dayanır ve birimler arasında bağımlılık olmadığı hipotezini sınar. Zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük olduğundan ($T = 96 > N = 14$) bu panelde LM testi doğrudan kullanılabilir.

Serilerin durağanlığı, yatay kesit bağımlılığını hesaba katan ikinci nesil birim kök testleriyle araştırılmıştır. Bai ve Ng'nin (2004) PANIC yaklaşımı gözlenen seriyi ortak faktörler ve birime özgü bileşen olarak ikiye ayırır:

$$X_{it} = D_{it} + \lambda_i' F_t + e_{it} \quad (1)$$

Burada D_{it} deterministik terimleri, F_t ortak faktörleri, λ_i faktör yüklerini, e_{it} ise birime özgü bileşeni gösterir. PANIC'te ortak faktörler, birinci farkı alınmış veriye temel bileşenler yöntemi uygulanarak tahmin edilir; birim kök sınaması da faktörler ve birime özgü bileşenler için ayrı ayrı yapılır. Bileşenlerden birinin birim kök içermesi serinin de birim köklü olduğu anlamına gelir. Reese ve Westerlund'un (2016) PANICCA yaklaşımı ise ortak faktörleri temel bileşenler yerine yatay kesit ortalamalarıyla temsil eder; böylece faktör sayısını ayrıca tahmin etmeye gerek kalmaz. Bu çalışmada iki test birlikte kullanılarak bulguların sağlamlığı kontrol edilmiştir.

Nedensellik ilişkileri panel LA-VAR yaklaşımıyla sınanmıştır. Toda ve Yamamoto'nun (1995) zaman serileri için geliştirdiği bu yaklaşımın en önemli avantajı, değişkenlerin bütünleşme derecesi ne olursa olsun düzey değişkenlerle geçerli çıkarım yapılabilmesidir. Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) yöntemi heterojen panellere uyarlamıştır. Her ülke için kurulan iki değişkenli model şu şekildedir:

$$y_{it} = \mu_i + \Sigma_{k=1}^{p_i+dmax} \alpha_{ik}\, y_{i,t-k} + \Sigma_{k=1}^{p_i+dmax} \beta_{ik}\, x_{i,t-k} + u_{it} \quad (2)$$

Burada p_i her ülke için Schwarz bilgi kriteriyle ayrı ayrı belirlenen gecikme uzunluğunu, dmax ise değişkenlerin en yüksek bütünleşme derecesini gösterir. "x, y'nin nedeni değildir" biçimindeki temel hipotez (H_0: $\beta_{i1} = \ldots = \beta_{ip_i} = 0$) yalnızca ilk p_i gecikmeye uygulanan Wald testiyle sınanır. Ek gecikmeler testin asimptotik dağılımını korumak için modelde tutulur, ancak teste dahil edilmez. Ülke düzeyindeki olasılık değerleri (p_i) Fisher yöntemiyle birleştirilerek panel istatistiğine ulaşılır:

$$P = -2\,\Sigma_{i=1}^{N} \ln(p_i) \sim \chi^2(2N), \quad P_m = (P - 2N) / (2\sqrt{N}) \sim N(0,1) \tag{3}$$

P_m, Choi'nin (2001) önerdiği düzeltilmiş Fisher istatistiğidir ve yatay kesit boyutu büyüdükçe standart normal dağılıma yaklaşır. Emirmahmutoğlu ve Köse'nin (2011) testi birimlerin birbirinden bağımsız olduğunu varsayar. Nazlıoğlu ve Karul (2024) bu varsayımı gevşetmek için ortak faktörlerin önce PANIC ya da PANICCA ile tahmin edilip serilerden arındırılmasını, LA-VAR nedensellik testinin de bu arındırılmış seriler üzerinde uygulanmasını önermiştir. Çalışmada iki arındırma yöntemine de yer verilmiş, ülke düzeyindeki sonuçlar ise çoklu test sorununu dikkate alan düzeltilmiş olasılık değerleriyle değerlendirilmiştir. PANIC uygulamasında ortak faktör sayısı iki olarak belirlenmiştir. Birim kök testlerine göre değişkenler en fazla birinci dereceden bütünleşik olduğundan dmax = 1 alınmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Homojenlik ve Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri

Delta testinin sonuçları Tablo 2'de görülmektedir. İki istatistik de %1 düzeyinde anlamlıdır, dolayısıyla eğim katsayılarının homojen olduğu hipotezi reddedilir. Değişkenler arasındaki ilişki ülkeden ülkeye farklılaştığı için tüm ülkelere ortak katsayı biçen yöntemler bu veri setine uygun düşmez. Nedensellik analizinde ülkeye özgü katsayılara izin veren heterojen panel yaklaşımının tercih edilmesinin nedeni budur.

Tablo 2. Delta homojenlik testi sonuçları

Test	İstatistik	Olasılık
$\tilde{\Delta}$	21,257	0,000
$\tilde{\Delta}_{adj}$	21,710	0,000

Not: H_0: Eğim katsayıları homojendir.

Tablo 3'teki yatay kesit bağımlılığı testlerinde LM, CD_{LM} ve CD istatistiklerinin üçü de her değişken için %1 düzeyinde anlamlıdır. Ülke serileri belirgin biçimde birlikte hareket ediyor. En yüksek değerlerin sanayi üretiminde çıkmasında salgının payı büyüktür; bu dönemde üretim hemen her ülkede aynı anda daralmış ve aynı anda toparlanmıştır. Faiz oranlarındaki güçlü bağımlılık da 2020'deki eş zamanlı gevşemeyi ve 2022'deki eş zamanlı sıkılaşmayı yansıtır. Bu sonuçlar karşısında birinci nesil panel testlerine güvenmek doğru olmaz.

Tablo 3. Yatay kesit bağımlılığı testi sonuçları

Değişken	LM	CD_{LM}	CD
lepu	555,601 (0,000)	34,439 (0,000)	20,266 (0,000)
lip	2224,856 (0,000)	158,172 (0,000)	34,217 (0,000)
ir	1737,815 (0,000)	122,070 (0,000)	23,069 (0,000)

Not: Parantez içindeki değerler olasılık değerleridir. H_0: Yatay kesit bağımlılığı yoktur.

3.2. Birim Kök Testi Sonuçları

Tablo 4'te PANIC ve PANICCA birim kök testlerinin ülke bazındaki sonuçları yer alıyor. Belirsizlik endeksi ülkelerin büyük çoğunluğunda düzeyde birim kök içerir. İki testte de düzeyde durağan çıkan tek ülke Fransa'dır (ADF istatistiği PANIC'te −5,150, PANICCA'da −5,090). %5 anlamlılık düzeyi esas alındığında İrlanda ve Meksika yalnızca PANICCA'da, ABD ise yalnızca PANIC'te düzeyde durağan görünüyor; Kanada ve İrlanda PANIC'te ancak %10 düzeyinde durağanlık işareti veriyor. Birinci fark alındığında birim kök hipotezi bütün ülkelerde iki testte de %1 düzeyinde reddedilir.

Tablo 4. PANIC ve PANICCA birim kök testi sonuçları

Ülke	PANIC Düzey ADF	p	PANIC Fark ADF	p	PANICCA Düzey ADF	p	PANICCA Fark ADF	p
lepu (sabitli model)								
Kanada	−1,630*	0,098	−14,830***	0,000	−1,328	0,170	−10,788***	0,000
Şili	−1,005	0,280	−11,139***	0,000	−1,091	0,247	−11,760***	0,000
Fransa	−5,150***	0,000	−12,439***	0,000	−5,090***	0,000	−13,797***	0,000
Almanya	−0,269	0,580	−10,362***	0,000	−0,447	0,512	−10,776***	0,000
Yunanistan	−1,566	0,110	−10,162***	0,000	−1,085	0,250	−10,325***	0,000
Hindistan	−1,175	0,217	−13,152***	0,000	−1,516	0,122	−16,562***	0,000
İrlanda	−1,664*	0,090	−7,575***	0,000	−2,104**	0,035	−8,083***	0,000
İtalya	−1,564	0,110	−14,752***	0,000	−1,206	0,207	−15,477***	0,000
Japonya	−0,697	0,410	−13,757***	0,000	−0,765	0,380	−13,947***	0,000
Güney Kore	−1,426	0,142	−12,523***	0,000	−1,618	0,100	−8,061***	0,000
Meksika	−0,470	0,502	−12,927***	0,000	−3,562***	0,000	−10,940***	0,000
İspanya	−0,825	0,355	−9,035***	0,000	−1,472	0,133	−9,403***	0,000
Birleşik Krallık	−0,693	0,410	−11,473***	0,000	−0,419	0,522	−9,761***	0,000
ABD	−2,112**	0,035	−13,997***	0,000	−1,509	0,122	−15,144***	0,000
lip (sabit ve trendli model)								
Kanada	−2,203**	0,028	−9,870***	0,000	−2,235**	0,025	−9,797***	0,000
Şili	−4,953***	0,000	−10,251***	0,000	−4,923***	0,000	−10,430***	0,000
Fransa	−3,422***	0,000	−9,569***	0,000	−2,011**	0,043	−11,739***	0,000
Almanya	−5,583***	0,000	−14,134***	0,000	−4,188***	0,000	−10,560***	0,000
Yunanistan	−2,132**	0,033	−12,210***	0,000	−1,873*	0,060	−11,901***	0,000
Hindistan	−3,329***	0,000	−8,121***	0,000	−3,371***	0,000	−12,586***	0,000
İrlanda	−2,955***	0,005	−11,316***	0,000	−3,114***	0,000	−10,675***	0,000
İtalya	−2,396**	0,018	−10,143***	0,000	−6,513***	0,000	−11,767***	0,000
Japonya	−4,034***	0,000	−13,046***	0,000	−3,737***	0,000	−10,941***	0,000
Güney Kore	−3,198***	0,000	−13,047***	0,000	−3,937***	0,000	−9,919***	0,000
Meksika	−2,255**	0,025	−14,853***	0,000	−3,713***	0,000	−10,499***	0,000
İspanya	−5,785***	0,000	−13,922***	0,000	−6,640***	0,000	−10,556***	0,000
Birleşik Krallık	−1,292	0,180	−12,275***	0,000	−1,492	0,128	−12,124***	0,000
ABD	−3,213***	0,000	−12,187***	0,000	−2,832***	0,005	−9,587***	0,000
ir (sabitli model)								
Kanada	−2,050**	0,040	−7,280***	0,000	−1,203	0,207	−6,961***	0,000
Şili	−1,964**	0,048	−7,478***	0,000	−2,181**	0,030	−2,868***	0,005
Fransa	−1,329	0,170	−7,430***	0,000	−1,148	0,228	−3,675***	0,000
Almanya	−1,329	0,170	−7,430***	0,000	−1,148	0,228	−3,675***	0,000
Yunanistan	−1,329	0,170	−7,430***	0,000	−1,148	0,228	−3,675***	0,000
Hindistan	−1,800*	0,070	−6,964***	0,000	0,350	0,777	−6,600***	0,000
İrlanda	−1,329	0,170	−7,430***	0,000	−1,148	0,228	−3,675***	0,000
İtalya	−1,329	0,170	−7,430***	0,000	−1,148	0,228	−3,675***	0,000
Japonya	3,389	1,000	−7,729***	0,000	2,893	1,000	−7,606***	0,000
Güney Kore	−2,401**	0,018	−7,705***	0,000	−1,359	0,160	−7,705***	0,000
Meksika	−0,928	0,310	−5,513***	0,000	0,561	0,830	−4,925***	0,000
İspanya	−1,329	0,170	−7,430***	0,000	−1,148	0,228	−3,675***	0,000
Birleşik Krallık	0,178	0,730	−7,503***	0,000	1,122	0,930	−7,985***	0,000
ABD	0,170	0,728	−6,453***	0,000	−1,573	0,110	−6,605***	0,000

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı gösterir. H_0: Seri birim kök içerir. Fark: birinci fark. lip için sabit ve trendli, lepu ve ir için sabitli model kullanılmıştır.

Sanayi üretiminde tablo farklıdır. Birleşik Krallık dışındaki bütün ülkelerde seri iki testte de en az %10 düzeyinde trend etrafında durağandır. Birleşik Krallık'ta ise ADF istatistikleri düzeyde anlamsız (PANIC'te −1,292, PANICCA'da −1,492), birinci farkta %1 düzeyinde anlamlıdır. Sanayi üretimi bu nedenle ülkelerin büyük çoğunluğunda I(0) özelliği taşır.

Faiz oranı ülkelerin çoğunda düzeyde durağan değildir. PANIC'te Kanada, Şili ve Güney Kore %5, Hindistan %10 düzeyinde durağan çıkarken PANICCA'da düzeyde durağan olan tek ülke Şili'dir. Birinci farkta seri bütün ülkelerde %1 düzeyinde durağandır. Altı avro bölgesi ülkesinde sonuçlar birebir aynıdır, çünkü bu ülkelerin kısa vadeli faizleri ECB'nin ortak para politikası nedeniyle fiilen aynı seriyi izler.

Değişkenlerin bütünleşme derecelerinin farklı olması, eşbütünleşmeye dayanan nedensellik yaklaşımlarını bu veri seti için elverişsiz kılar. LA-VAR yaklaşımı bütünleşme derecesine ilişkin ön bilgi gerektirmediğinden bu sorunla karşılaşmaz. Seriler en fazla birinci dereceden bütünleşik olduğu için ek gecikme sayısı dmax = 1 olarak alınmıştır.

3.3. Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Nedensellik analizinde seriler önce ortak faktörlerden arındırılmış, ardından her ülke için Toda-Yamamoto tipi Wald istatistikleri hesaplanmış ve ülke olasılık değerleri Fisher tipi istatistiklerle birleştirilmiştir. Gecikme uzunlukları Schwarz bilgi kriterine göre seçilmiştir. Çoğu ülkede bir ya da iki gecikme yeterli olurken faiz ile üretim arasındaki ilişkide bazı ülkelerde üç gecikmeye çıkılmıştır. Sonuçlar Tablo 5–10'da verilmiştir; her ilişki için önce PANIC, ardından PANICCA sonuçları yer almaktadır.

Belirsizlik ile sanayi üretimi arasındaki ilişkide iki yöntem birbirinden ayrışıyor (Tablo 5 ve Tablo 6). PANIC'e göre iki yönde de panel genelinde nedensellik yoktur (belirsizlikten üretime P = 23,150, p = 0,726; üretimden belirsizliğe P = 23,605, p = 0,702). Ülke düzeyinde düzeltilmiş olasılık değerlerinin neredeyse tamamı 1'e eşittir; anlamlılığa en çok yaklaşan ülke, üretimden belirsizliğe doğru p = 0,105 ile Japonya'dır. PANICCA'da ise iki yönde de panel istatistikleri %1 düzeyinde anlamlı çıkıyor. Ülke sonuçlarına inildiğinde ise belirsizlikten üretime doğru hiçbir ülkede anlamlı bir ilişki bulunmuyor; en düşük düzeltilmiş olasılık değeri İtalya'ya ait (p = 0,115). Üretimden belirsizliğe doğru ise İspanya'da %5, Fransa ve İtalya'da %10 düzeyinde nedensellik görülmektedir.

Tablo 5. Ekonomik politika belirsizliği ile sanayi üretimi arasındaki nedensellik (PANIC)

Ülke	H_0: lepu ⇏ lip Wald	p	H_0: lip ⇏ lepu Wald	p	Gecikme
Kanada	0,653	1,000	2,577	1,000	1
Şili	0,176	1,000	0,346	1,000	1
Fransa	0,634	1,000	0,390	1,000	1
Almanya	0,363	1,000	0,002	1,000	1
Yunanistan	2,381	1,000	0,021	1,000	1
Hindistan	1,245	1,000	0,050	1,000	1
İrlanda	0,882	1,000	0,366	1,000	2
İtalya	0,916	1,000	0,310	1,000	1
Japonya	0,220	1,000	7,150	0,105	1
Güney Kore	0,648	1,000	0,315	1,000	1
Meksika	0,532	1,000	0,013	1,000	1
İspanya	0,044	1,000	0,766	1,000	1
Birleşik Krallık	0,675	1,000	0,433	1,000	1
ABD	0,524	1,000	0,014	1,000	1
Panel: P	23,150	0,726	23,605	0,702	
Panel: P_m	−0,648	0,742	−0,587	0,722	
Faktör sayısı	2		2		

Not: ⇏ Granger nedenselliğin olmadığını ifade eder. Ülke sonuçlarında çoklu test sorununa karşı düzeltilmiş p-değerleri verilmiştir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı gösterir. Ortak faktörler PANIC yöntemiyle arındırılmış, modeller düzey değerler ve ek gecikmeyle (dmax = 1) tahmin edilmiştir. Gecikme uzunlukları Schwarz bilgi kriterine göre seçilmiştir.

Tablo 6. Ekonomik politika belirsizliği ile sanayi üretimi arasındaki nedensellik (PANICCA)

Ülke	H_0: lepu ⇏ lip Wald	p	H_0: lip ⇏ lepu Wald	p	Gecikme
Kanada	0,182	1,000	2,792	0,948	1
Şili	0,249	1,000	0,701	1,000	1
Fransa	1,978	1,000	7,484*	0,081	1
Almanya	3,450	0,632	0,554	1,000	1
Yunanistan	4,148	0,465	0,225	1,000	1
Hindistan	0,234	1,000	5,952	0,162	1
İrlanda	1,912	1,000	0,014	1,000	1
İtalya	6,986	0,115	7,042*	0,096	1
Japonya	2,551	0,992	2,269	1,000	1
Güney Kore	0,336	1,000	1,891	1,000	1
Meksika	4,270	0,465	1,908	1,000	1
İspanya	0,566	1,000	8,609**	0,047	1
Birleşik Krallık	5,055	0,319	1,710	1,000	1
ABD	0,513	1,000	2,774	0,948	1
Panel: P	53,988***	0,002	68,053***	0,000	
Panel: P_m	3,473***	0,000	5,352***	0,000	

Not: ⇏ Granger nedenselliğin olmadığını ifade eder. Ülke sonuçlarında çoklu test sorununa karşı düzeltilmiş p-değerleri verilmiştir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı gösterir. Ortak faktörler PANICCA yöntemiyle arındırılmış, modeller düzey değerler ve ek gecikmeyle (dmax = 1) tahmin edilmiştir. Gecikme uzunlukları Schwarz bilgi kriterine göre seçilmiştir. PANICCA ortak faktörleri yatay kesit ortalamalarıyla temsil ettiğinden faktör sayısı raporlanmamıştır.

Panel düzeyindeki anlamlılığın ülke düzeyinde karşılık bulmamasının teknik bir nedeni olabilir. Fisher istatistiği, tek başına anlamlı olmayan çok sayıda küçük olasılık değerini bir araya getirerek panel genelinde anlamlılık üretebilir. Burada da ilişki belirli ülkelerde yoğunlaşmıyor, dağınık ve zayıf kalıyor. Bu yüzden belirsizlikten üretime doğru güçlü bir nedensellikten söz etmek zordur. Ters yöndeki sonuç ise ekonomik daralmaların politika tartışmalarını alevlendirip belirsizliği artırması şeklinde okunabilir. Küresel ortak faktörler ayıklandıktan sonra ülkeye özgü belirsizliğin üretimi öngörme gücünün sınırlı kaldığı anlaşılıyor.

Belirsizlik ile faiz oranı arasındaki sonuçlar Tablo 7 ve Tablo 8'de verilmiştir. Belirsizlikten faize doğru nedensellik iki yöntemde de reddediliyor (PANIC'te P = 31,266, p = 0,305; PANICCA'da P = 23,979, p = 0,683) ve hiçbir ülkede anlamlı sonuç çıkmıyor. Faizden belirsizliğe doğru ise PANIC'te bir ilişki görülmezken (P = 16,621, p = 0,956), PANICCA'da panel genelinde %1 düzeyinde anlamlı bir ilişki ortaya çıkar (P = 51,919, p = 0,004). Bu ilişkiyi ülke düzeyinde taşıyan tek ülke İrlanda'dır (p = 0,023). Tek bir ülkeye dayanan ve yöntem değişince kaybolan bu bulguyu temkinle yorumlamak gerekir.

Tablo 7. Ekonomik politika belirsizliği ile faiz oranı arasındaki nedensellik (PANIC)

Ülke	H_0: lepu ⇏ ir Wald	p	H_0: ir ⇏ lepu Wald	p	Gecikme
Kanada	4,204	1,000	1,420	1,000	2
Şili	2,536	1,000	0,093	1,000	2
Fransa	0,111	1,000	1,255	1,000	2
Almanya	3,564	1,000	0,037	1,000	2
Yunanistan	1,644	1,000	0,751	1,000	2
Hindistan	3,944	1,000	1,544	1,000	2
İrlanda	1,452	1,000	1,032	1,000	2
İtalya	2,906	1,000	0,231	1,000	2
Japonya	5,173	0,321	0,045	1,000	1
Güney Kore	0,058	1,000	0,369	1,000	1
Meksika	0,541	1,000	0,050	1,000	2
İspanya	0,486	1,000	5,531	0,881	2
Birleşik Krallık	0,248	1,000	0,147	1,000	1
ABD	0,945	1,000	2,378	1,000	2
Panel: P	31,266	0,305	16,621	0,956	
Panel: P_m	0,436	0,331	−1,521	0,936	
Faktör sayısı	2		2		

Not: ⇏ Granger nedenselliğin olmadığını ifade eder. Ülke sonuçlarında çoklu test sorununa karşı düzeltilmiş p-değerleri verilmiştir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı gösterir. Ortak faktörler PANIC yöntemiyle arındırılmış, modeller düzey değerler ve ek gecikmeyle (dmax = 1) tahmin edilmiştir. Gecikme uzunlukları Schwarz bilgi kriterine göre seçilmiştir.

Tablo 8. Ekonomik politika belirsizliği ile faiz oranı arasındaki nedensellik (PANICCA)

Ülke	H_0: lepu ⇏ ir Wald	p	H_0: ir ⇏ lepu Wald	p	Gecikme
Kanada	1,367	1,000	9,266	0,126	2
Şili	0,288	1,000	0,041	1,000	2
Fransa	1,042	1,000	2,338	1,000	2
Almanya	3,837	1,000	6,359	1,000	3
Yunanistan	1,175	1,000	0,344	1,000	2
Hindistan	1,849	1,000	0,823	1,000	2
İrlanda	3,146	1,000	12,790**	0,023	2
İtalya	0,203	1,000	6,800	0,400	2
Japonya	4,643	0,436	0,147	1,000	1
Güney Kore	0,237	1,000	0,257	1,000	1
Meksika	0,013	1,000	1,005	1,000	2
İspanya	2,461	1,000	4,925	1,000	3
Birleşik Krallık	0,082	1,000	2,697	1,000	1
ABD	2,509	1,000	4,068	1,000	2
Panel: P	23,979	0,683	51,919***	0,004	
Panel: P_m	−0,537	0,704	3,196***	0,001	

Not: ⇏ Granger nedenselliğin olmadığını ifade eder. Ülke sonuçlarında çoklu test sorununa karşı düzeltilmiş p-değerleri verilmiştir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı gösterir. Ortak faktörler PANICCA yöntemiyle arındırılmış, modeller düzey değerler ve ek gecikmeyle (dmax = 1) tahmin edilmiştir. Gecikme uzunlukları Schwarz bilgi kriterine göre seçilmiştir. PANICCA ortak faktörleri yatay kesit ortalamalarıyla temsil ettiğinden faktör sayısı raporlanmamıştır.

En tutarlı sonuçlar faiz oranı ile sanayi üretimi arasında elde edilmiştir (Tablo 9 ve Tablo 10). Faizden üretime doğru nedensellik olmadığı hipotezi hem PANIC'te (P = 85,128; P_m = 7,634) hem PANICCA'da (P = 138,241; P_m = 14,732) %1 düzeyinde reddediliyor. Ülke düzeyinde İtalya, Güney Kore ve Meksika iki yöntemde de anlamlı; bunlara PANIC'te Fransa ile İspanya, PANICCA'da Kanada, Yunanistan ve ABD ekleniyor. Üretimden faize doğru da iki yöntemde %1 düzeyinde nedensellik vardır (PANIC'te P = 72,280; PANICCA'da P = 148,530). Bu yönde Fransa ve İtalya iki yöntemde de %1 düzeyinde anlamlıyken İspanya yalnızca PANICCA'da %5 düzeyinde anlamlıdır. PANICCA'da istatistiklerin belirgin biçimde yükselmesi, ortak faktörler yatay kesit ortalamalarıyla ayıklandığında ilişkinin daha da netleştiğini gösteriyor. Para politikası üretimi etkiliyor; merkez bankaları da faiz kararlarında üretimdeki gelişmeleri hesaba katıyor.

Tablo 9. Faiz oranı ile sanayi üretimi arasındaki nedensellik (PANIC)

Ülke	H_0: ir ⇏ lip Wald	p	H_0: lip ⇏ ir Wald	p	Gecikme
Kanada	1,092	1,000	2,235	1,000	1
Şili	0,044	1,000	0,180	1,000	2
Fransa	26,576***	0,000	17,089***	0,009	3
Almanya	3,187	1,000	2,644	1,000	2
Yunanistan	1,891	1,000	9,552	0,273	3
Hindistan	2,675	0,917	0,780	1,000	1
İrlanda	0,343	1,000	1,817	1,000	2
İtalya	12,728*	0,063	24,764***	0,000	3
Japonya	0,066	1,000	0,513	1,000	1
Güney Kore	9,360*	0,093	0,775	1,000	2
Meksika	10,045*	0,072	4,451	1,000	2
İspanya	18,295***	0,005	7,249	0,708	3
Birleşik Krallık	0,623	1,000	0,380	1,000	1
ABD	2,057	1,000	4,145	1,000	2
Panel: P	85,128***	0,000	72,280***	0,000	
Panel: P_m	7,634***	0,000	5,917***	0,000	
Faktör sayısı	2		2		

Not: ⇏ Granger nedenselliğin olmadığını ifade eder. Ülke sonuçlarında çoklu test sorununa karşı düzeltilmiş p-değerleri verilmiştir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı gösterir. Ortak faktörler PANIC yöntemiyle arındırılmış, modeller düzey değerler ve ek gecikmeyle (dmax = 1) tahmin edilmiştir. Gecikme uzunlukları Schwarz bilgi kriterine göre seçilmiştir.

Tablo 10. Faiz oranı ile sanayi üretimi arasındaki nedensellik (PANICCA)

Ülke	H_0: ir ⇏ lip Wald	p	H_0: lip ⇏ ir Wald	p	Gecikme
Kanada	24,591***	0,000	9,686	0,214	3
Şili	1,025	1,000	0,091	1,000	2
Fransa	5,335	0,486	30,427***	0,000	2
Almanya	2,705	1,000	3,455	1,000	2
Yunanistan	14,679***	0,006	3,435	1,000	2
Hindistan	6,768	0,271	5,620	0,482	2
İrlanda	0,880	1,000	8,881	0,130	2
İtalya	11,333**	0,031	58,545***	0,000	2
Japonya	0,331	1,000	0,342	1,000	1
Güney Kore	24,665***	0,000	1,578	1,000	2
Meksika	26,731***	0,000	2,947	1,000	2
İspanya	0,610	1,000	13,625**	0,013	2
Birleşik Krallık	0,868	1,000	2,793	0,663	1
ABD	18,516***	0,001	6,361	0,374	2
Panel: P	138,241***	0,000	148,530***	0,000	
Panel: P_m	14,732***	0,000	16,107***	0,000	

Not: ⇏ Granger nedenselliğin olmadığını ifade eder. Ülke sonuçlarında çoklu test sorununa karşı düzeltilmiş p-değerleri verilmiştir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı gösterir. Ortak faktörler PANICCA yöntemiyle arındırılmış, modeller düzey değerler ve ek gecikmeyle (dmax = 1) tahmin edilmiştir. Gecikme uzunlukları Schwarz bilgi kriterine göre seçilmiştir. PANICCA ortak faktörleri yatay kesit ortalamalarıyla temsil ettiğinden faktör sayısı raporlanmamıştır.

Avro bölgesi ülkelerine ait sonuçlar dikkatle okunmalıdır. Fransa, İspanya, İtalya, Almanya, İrlanda ve Yunanistan'ın kısa vadeli faizleri Avrupa Merkez Bankası'nın ortak para politikası nedeniyle neredeyse aynı seyri izler. Bu ülkelerde faizden üretime doğru bulunan nedensellik, ortak politika faizinin ülke ekonomilerine etkisini yansıtır. Üretimden faize doğru nedenselliğin yalnızca Fransa, İtalya ve İspanya'da görülmesi ise bu ekonomilerin avro bölgesi üretimindeki ağırlığıyla açıklanabilir; ortak para politikası doğal olarak bölgenin büyük ekonomilerindeki konjonktüre daha duyarlıdır.

Sonuçların tamamına bakıldığında en sağlam bulgu faiz ile üretim arasındaki çift yönlü nedenselliktir. Belirsizliğin üretim ve faiz üzerindeki etkisi ise ya hiç ortaya çıkmıyor ya da yönteme göre değişiyor.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ekonomik politika belirsizliği, faiz oranı ve sanayi üretimi arasındaki nedensellik ilişkileri 14 ülkenin 2018:01–2025:12 dönemine ait aylık verileriyle, yatay kesit bağımlılığı hesaba katılarak incelenmiştir. Ön testler, ülkelerin ortak şoklardan güçlü biçimde etkilendiğini ve değişkenler arasındaki ilişkinin ülkeden

ülkeye değiştiğini ortaya koymuştur. Bu yüzden ortak faktörleri hem birim kök hem de nedensellik aşamasında dikkate alan yöntemler kullanılmıştır.

Çalışmanın en dikkat çeken bulgusu faiz oranı ile sanayi üretimi arasındaki çift yönlü nedenselliktir. Bu ilişki, ortak faktörler hangi yöntemle arındırılırsa arındırılsın geçerliliğini korumaktadır. Faizden üretime doğru nedensellik para politikasının aktarım mekanizmasıyla, üretimden faize doğru nedensellik ise merkez bankalarının konjonktüre verdiği tepkiyle uyumludur. Merkez bankalarının önce salgına karşı faizleri hızla indirmesi, ardından enflasyonla mücadele için yine hızla artırması bu ilişkinin belirginleşmesinde rol oynamış olabilir.

Belirsizliğin sanayi üretimi üzerindeki etkisi ise yönteme duyarlı ve ülke düzeyinde zayıf çıkmıştır. Bu sonuç ilk bakışta belirsizliğin üretimi olumsuz etkilediğini savunan literatürle çelişiyor gibi görünebilir; oysa o literatürü tamamlayan bir okumaya da açıktır. Colombo (2013), Bhattarai vd. (2020) ve Biljanovska vd. (2021), belirsizliğin önemli bir bölümünün ülkeler arasında yayılan ortak bir bileşen olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada ortak faktörler serilerden arındırıldığı için belirsizliğin küresel bileşeni de büyük ölçüde analizin dışında kalmıştır. Bu açıdan bakıldığında bulgular, belirsizliğin üretime etkisinin ülkeye özgü kısımdan çok küresel ortak şoklar üzerinden işlediğine işaret ediyor olabilir. İncelenen dönemde sanayi üretimini asıl şekillendiren, ülkeye özgü belirsizlikten çok para politikası ve küresel ortak şoklar olmuştur.

Bu bulguların politika açısından bazı sonuçları vardır. Faiz kanalının yöntemden bağımsız biçimde güçlü çıkması, sanayi üretimini desteklemeye dönük politikalarda faiz kararlarının zamanlamasının ve piyasaya nasıl anlatıldığının belirleyici olduğunu gösterir. Üretimin küresel şoklara bu kadar duyarlı olması, kriz dönemlerinde merkez bankaları arasındaki koordinasyonu ve bilgi paylaşımını daha önemli hale getirir. Küresel belirsizliğin yüksek olduğu dönemlerde yalnızca yurt içi politika belirsizliğini azaltmaya yönelik adımlar ise üretimi canlandırmaya tek başına yetmeyebilir.

Bulguları değerlendirirken çalışmanın bazı sınırlılıklarını da akılda tutmak gerekir. Örneklemdeki altı avro bölgesi ülkesinin kısa vadeli faizleri ortak para politikası nedeniyle birbirine çok yakındır ve bu durum faiz değişkeninin söz konusu ülkelerdeki ülkeye özgü bilgi içeriğini daraltır. İncelenen dönem sekiz yılla sınırlıdır ve COVID-19 salgını ile 2022 sonrasındaki parasal sıkılaşma gibi olağanüstü şokları içerir. Kullanılan test doğrusal nedenselliğe dayandığından belirsizlikteki artış ve azalışların farklı etkiler doğurabileceği ihtimali de dışarıda kalmaktadır. Yapısal kırılmaları dikkate alan Fourier tabanlı panel nedensellik testleri, asimetrik etkileri ayırt eden yaklaşımlar ve Türkiye'yi de içeren daha geniş bir gelişmekte olan ülke örneklemi, ileride yapılacak çalışmalarda bulguların ne ölçüde genellenebileceğini ortaya koyacaktır.

KAYNAKLAR

Aastveit, K. A., Natvik, G. J., & Sola, S. (2017). Economic uncertainty and the influence of monetary policy. *Journal of International Money and Finance, 76*, 50–67.

Al-Thaqeb, S. A., & Algharabali, B. G. (2019). Economic policy uncertainty: A literature review. *The Journal of Economic Asymmetries, 20*, e00133.

Bai, J., & Ng, S. (2004). A PANIC attack on unit roots and cointegration. *Econometrica, 72*(4), 1127–1177.

Baker, S. R., Bloom, N., & Davis, S. J. (2016). Measuring economic policy uncertainty. *The Quarterly Journal of Economics, 131*(4), 1593–1636.

Bernanke, B. S. (1983). Irreversibility, uncertainty, and cyclical investment. *The Quarterly Journal of Economics, 98*(1), 85–106.

Bernanke, B. S., & Gertler, M. (1995). Inside the black box: The credit channel of monetary policy transmission. *Journal of Economic Perspectives, 9*(4), 27–48.

Bhattarai, S., Chatterjee, A., & Park, W. Y. (2020). Global spillover effects of US uncertainty. *Journal of Monetary Economics, 114*, 71–89.

Biljanovska, N., Grigoli, F., & Hengge, M. (2021). Fear thy neighbor: Spillovers from economic policy uncertainty. *Review of International Economics, 29*(2), 409–438.

Bloom, N. (2009). The impact of uncertainty shocks. *Econometrica, 77*(3), 623–685.

Bloom, N., Bond, S., & Van Reenen, J. (2007). Uncertainty and investment dynamics. *The Review of Economic Studies, 74*(2), 391–415.

Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies, 47*(1), 239–253.

Choi, I. (2001). Unit root tests for panel data. *Journal of International Money and Finance, 20*(2), 249–272.

Christiano, L. J., Eichenbaum, M., & Evans, C. L. (1999). Monetary policy shocks: What have we learned and to what end? In J. B. Taylor & M. Woodford (Eds.), *Handbook of macroeconomics* (Vol. 1A, pp. 65–148). Elsevier.

Colombo, V. (2013). Economic policy uncertainty in the US: Does it matter for the Euro area? *Economics Letters, 121*(1), 39–42.

Dixit, A. K., & Pindyck, R. S. (1994). *Investment under uncertainty*. Princeton University Press.

Economic Policy Uncertainty. (2026). *Economic policy uncertainty index* [Veri seti]. https://www.policyuncertainty.com

Emirmahmutoğlu, F., & Köse, N. (2011). Testing for Granger causality in heterogeneous mixed panels. *Economic Modelling, 28*(3), 870–876.

Gulen, H., & Ion, M. (2016). Policy uncertainty and corporate investment. *The Review of Financial Studies, 29*(3), 523–564.

Kang, W., Lee, K., & Ratti, R. A. (2014). Economic policy uncertainty and firm-level investment. *Journal of Macroeconomics, 39*, 42–53.

Mishkin, F. S. (1995). Symposium on the monetary transmission mechanism. *Journal of Economic Perspectives, 9*(4), 3–10.

Nazlıoğlu, Ş., & Karul, Ç. (2024). Testing for Granger causality in heterogeneous panels with cross-sectional dependence. *Empirical Economics, 67*(4), 1541–1579.

OECD. (2026). *Key short-term economic indicators* [Veri seti]. OECD Data Explorer. https://data-explorer.oecd.org

Pesaran, M. H. (2004). *General diagnostic tests for cross section dependence in panels* (CESifo Working Paper No. 1229). CESifo.

Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics, 142*(1), 50–93.

Reese, S., & Westerlund, J. (2016). PANICCA: PANIC on cross-section averages. *Journal of Applied Econometrics, 31*(6), 961–981.

Şahinöz, S., & Erdoğan Coşar, E. (2018). Economic policy uncertainty and economic activity in Turkey. *Applied Economics Letters, 25*(21), 1517–1520.

Taylor, J. B. (1993). Discretion versus policy rules in practice. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, 39*, 195–214.

Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics, 66*(1–2), 225–250.

YAPAY ZEKÂ KAYGISININ YENİLİKÇİ DAVRANIŞ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNDE MUTLULUĞUN DÜZENLEYİCİ ROLÜ

Dr. Öğr. Üyesi Hidayet BEYHAN[1]/ Dr. Öğr. Üyesi Buket SEZER[2]/Doç. Dr. B. Dilek ÖZBEZEK[3]

[1]Bitlis Eren Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, hbeyhan@beu.edu.tr, 0000-0002-0219-7076

[2]Bitlis Eren Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, bsezer@beu.edu.tr, 0000-0002-2060-3330

[3]Gaziantep Üniversitesi, İslahiye İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, dilekozbezek@gmail.com, 0000-0001-7176-1534

Özet

Yapay zekânın iş süreçlerini değiştireceği, mevcut iş rollerini dönüştüreceği veya bireyin sahip olduğu bilgi ve becerilerin yetersiz kalmasına neden olacağı yönündeki endişeler, bireylerde yapay zekâ kaygısının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Söz konusu kaygının, çalışanların yeni fikirler geliştirme, yeni yöntemler deneme, yaratıcı fikirler üretme ve yenilikçi uygulamalara yönelme biçimlerini etkileyebileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, bireylerin olumlu psikolojik durumlarının bu ilişkiyi değiştirebileceği değerlendirilmektedir. Bu bağlamda çalışmanın amacı, yapay zekâ kaygısının yenilikçi davranış üzerindeki etkisini incelemek ve mutluluğun bu ilişkideki düzenleyici rolünü ortaya koymaktır. Araştırma örneklemi, Gaziantep Üniversitesi İslâhiye İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesinde öğrenim gören 183 öğrenciden oluşmaktadır. Veriler anket yöntemi ile Google Forms aracılığıyla toplanmıştır. Araştırmada yapay zekâ kaygısı, yenilikçi davranış ve mutluluk değişkenlerini ölçmeye yönelik geçerli ve güvenilir ölçeklerden yararlanılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde Python programlama dili kullanılmış olup, regresyon analizi yöntemiyle elde edilen bulgulara göre yapay zekâ kaygısının yenilikçi davranış üzerine etkisinde mutluluğun düzenleyici rolü olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yapay Zekâ Kaygısı, Yenilikçi Davranış, Mutluluk.

MODERATING ROLE OF HAPPINESS IN THE EFFECT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ANXIETY ON INNOVATIVE BEHAVIOR

Abstract

The rapid development of artificial intelligence (AI) technologies has led to significant transformations in working life and organizational processes while also affecting individuals' perceptions and attitudes toward these technologies. Concerns that artificial intelligence may alter work processes, transform existing job roles, or render individuals' existing knowledge and skills inadequate may give rise to AI anxiety. Such anxiety may influence employees' willingness to develop new ideas, experiment with new methods, generate creative ideas, and engage in innovative practices. However, individuals' positive psychological states may alter this relationship. In this context, the aim of this study is to examine the effect of AI anxiety on innovative behavior and to reveal the moderating role of happiness in this relationship. The research sample consists of 183 students enrolled at the Faculty of Economics and Administrative Sciences at Gaziantep University Islahiye. Data were collected through a questionnaire administered via Google Forms. Valid and reliable scales were used to measure AI anxiety, innovative behavior, and happiness. The data were analyzed using the Python programming language. According to the findings obtained through regression analysis, happiness has a moderating role in the effect of AI anxiety on innovative behavior.

Keywords: Artificial Intelligence Anxiety, Innovative Behavior, Happiness.

1. GİRİŞ

Yapay zekâ, 21. yüzyılın insan yaşamının farklı boyutları üzerinde önemli etkiler yaratan en dönüştürücü teknolojik gelişmelerinden biri olarak kabul edilmektedir. Sağlıktan eğlenceye, sanayiden eğitime kadar pek çok alanda kullanılan yapay zekâ, çalışma, iletişim kurma ve hem gündelik hem de karmaşık sorunları çözme biçimlerini yeniden şekillendirmektedir (Russo vd., 2025: 1). Yapay zekânın farklı sektörlerde kullanımının yaygınlaşması, iş gücünün sahip olması gereken beceriler ve mesleki roller açısından da önemli değişimleri beraberinde getirmektedir (Terzi, 2020: 1501). Bir diğer ifadeyle yapay zekâ, rutin faaliyetlerin otomatikleştirilmesi, büyük miktardaki verinin analiz edilmesi, karar alma süreçlerinin desteklenmesi ve hizmet sunumunun geliştirilmesi gibi alanlarda örgütlere önemli fırsatlar sunarken, çalışanların üstlendikleri rollerin ve sahip olmaları beklenen yetkinliklerin de yeniden şekillenmesine yol açmaktadır (Ugochukwu ve Madighi, 2026: 2). Bu değişim süreci, çalışanların insan-yapay zekâ etkileşimleri sırasında yapay zekâyı iş birliğini destekleyen bir ortak veya işlerini ve konumlarını tehdit eden bir unsur olarak algılamalarına bağlı olarak farklı bilişsel ve psikolojik tepkiler geliştirmelerine neden olabilmektedir (Wang ve Long, 2025: 2). Bu kapsamda öne çıkan konulardan biri, yapay zekâ teknolojilerinin geliştirilmesi ve günlük yaşama entegre edilmesiyle ilişkili huzursuzluk, kaygı veya korku ile karakterize edilen psikolojik bir tepki olan yapay zekâ kaygısıdır (Eren vd., 2025: 26302).

Yapay zekâ kaygısı, çalışanların yapay zekâ teknolojileriyle karşı karşıya kaldıklarında yaşadıkları rahatsızlık, endişe ve huzursuzluk duygularını ifade etmektedir (Özdemir, 2025: 1089). Yapay zekâ kaygısı, yalnızca bireylerin yapay zekâ ile doğrudan etkileşimleri sonucunda değil, bir insanın üstlendiği bir rolün yapay zekâ tarafından devralındığına tanık olmak gibi dolaylı deneyimler ve bilgiler aracılığıyla da ortaya çıkabilmektedir. Bu durum, çalışanların işlerini kaybetme korkularını yönetirken aynı zamanda iş birliğine açık ve işe bağlı bir çalışma ortamını sürdürmek durumunda olan günümüz örgütleri açısından önemli bir sorun oluşturmaktadır (Tong vd., 2025: 2).

Yenilikçilik, rekabet avantajlarının oluşturulması ve sürdürülebilmesinde kritik bir belirleyici olup, günümüz işletmeleri dinamik iş çevresinin gerektirdiği koşullara uyum sağlayabilmek ve rekabet güçlerini koruyabilmek için giderek daha fazla yenilikçilik yetkinliklerine dayanmaktadır. Değişken piyasa koşullarında sürdürülebilir rekabet avantajının sağlanması, örgütlerin yenilikçiliği stratejik bir öncelik olarak benimsemelerini ve çalışanların bilgi birikimi, yenilikçilik kapasitesi ve yetkinliklerinden yararlanarak yenilikçi iş davranışlarını desteklemelerini gerektirmektedir (Zhang vd., 2025: 1; Nazeer ve Ahmad, 2025: 1187). Nitekim çalışanların

yenilikçi davranışları, örgütsel yenilikçilik performansının ve yenilikçi çıktıların ortaya çıkmasında önemli bir rol üstlenmektedir (Wang ve Long, 2025: 2).

Dijitalleşmenin derinleşmesiyle birlikte çalışanların yapay zekâya ilişkin farkındalık ve algıları, yenilikçiliğe yönelme biçimlerini ve davranışlarını giderek daha fazla etkilemektedir (Ma vd., 2026: 1). Mevcut çalışmalar, daha çok yapay zekâ kaygısının yenilikçi davranış üzerindeki doğrudan etkisine odaklanırken (Ülkü vd., 2025; Tutar, 2026; Ugochukwu ve Madighi, 2026), bu ilişkinin altında veya üzerinde etkili olabilecek bireysel psikolojik kaynakların rolü görece sınırlı biçimde ele alınmıştır. Bu bağlamda araştırmanın temel amacı yapay zekâ kaygısının öğrencilerin yenilikçi davranışları üzerindeki etkisini incelemek ve mutluluğun bu ilişkideki düzenleyici rolünü ortaya koymaktır. Araştırmanın, üniversite öğrencilerinin yapay zekâ kaynaklı kaygıları ile yenilikçi davranışları arasındaki ilişkiyi inceleyerek gelecekteki çalışma yaşamına hazırlık ve yenilikçilik süreçlerine ilişkin literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

1.1. Kuramsal Çerçeve

1.1.1. Yapay Zekâ Kaygısı

Günümüzde yapay zekânın yaygın kullanımı; sağlık, mühendislik, finans, pazarlama, bankacılık, tarım, hukuk ve eğitim gibi çeşitli alanlarda giderek artmaktadır. Yapay zekâ soruları yanıtlayabilme, karşılaşılan sorunlarla başa çıkabilme ve çeşitli problemleri çözebilme gibi işlevleri belirli bir zekâ kapasitesi temelinde yerine getirebilen ve insan emeğinin yerine insan benzeri otomasyon sağlayabilen bir teknoloji olarak tanımlanabilir (Terzi, 2020: 1501). Yapay zekâ teknolojilerindeki gelişmeler, insan yaşamını çeşitli yönlerden etkilemektedir. Bu süreçte ortaya çıkan değişimlerin bireyler tarafından anlaşılması ve bu değişimlere uyum sağlanması her zaman kolay olmamaktadır. Yapay zekânın yaşam üzerindeki etkisinin giderek artması, bireylere her zaman güvenli ve olumlu bir ortam sunmamakta, bazı belirsizlik ve kaygıları da beraberinde getirmektedir (Yılmaz ve Örücü, 2026: 807).

Bireylerin yaşamlarına yeni bir unsurun dâhil olması, başlangıçta bilgi ve farkındalık eksikliğinden kaynaklanan bir cehalet durumunu beraberinde getirebilmekte; bunu sırasıyla tepki ve inkâr, panik ve nihayetinde kaygı izleyebilmektedir (Ulukapı Yılmaz ve Yılmaz, 2024: 173). Yapay zekâ kaygısı, kontrol dışı yapay zekâya yönelik korku veya tedirginlik duygularını içeren, bireylerin yapay zekâ sistemleriyle etkileşime girme eğilimlerini olumsuz yönde etkileyen duyuşsal bir tepki olarak tanımlanabilen, teknolojik kaygının "yeni bir biçimini" ifade etmektedir (Ülkü vd., 2025: 14; Russo vd., 2025: 2). Bu kavram, bireylerin yapay zekâ teknolojisinin kontrol edilemez olduğuna ilişkin algılarından kaynaklanan irrasyonel endişe ve duygusal tepkiyi ifade etmekte; kaçınma davranışlarına yol açmakta ve yapay zekânın kontrol edilemeyen yönlerine ilişkin korku

ve huzursuzluğu yansıtmaktadır (Fan vd., 2025: 3). Ugochukwu ve Madighi'ye (2026: 5) göre yapay zekâ kaygısı, geleneksel teknofobinin ötesine geçmektedir. Bunun temel nedeni, yapay zekâ sistemlerinin insan müdahalesinden bağımsız olarak otonom biçimde çalışabilmesi, karar alma süreçlerinin çoğu durumda yeterince şeffaf olmaması ve geleneksel bilgisayar kaygısı kapsamında ele alınmayan çeşitli etik sorunları beraberinde getirmesidir.

Yapay zekâ kaygısı; öğrenme kaygısı, iş değiştirme kaygısı, sosyoteknik körlük ve yapay zekâ yapılandırması olmak üzere dört temel boyut altında sınıflandırmıştır (Wang ve Wang, 2022: 624). Öğrenme kaygısı, bireylerin yapay zekâ teknolojilerini etkili ve yetkin bir biçimde kullanabilmek için gerekli bilgi ve becerileri edinme sürecine ilişkin yaşadıkları endişeleri kapsamaktadır (Özdemir, 2025: 1089). İş değiştirme kaygısı, yapay zekâ teknolojilerinin insan emeğinin ve mevcut işlerin yerini alarak istihdam olanaklarını azaltabileceğine ilişkin endişeleri ifade etmektedir. Bu kaygı, yapay zekânın iş gücü üzerindeki dönüştürücü ve ikame edici etkilerine ilişkin tartışmalarla da ilişkilidir (Kılıç, 2026: 4). Sosyoteknik körlük, yapay zekânın kötüye kullanılması, bireylerin yapay zekâ üzerindeki kontrolünü kaybetmesi veya yapay zekâ kaynaklı tehditlerin toplumsal sonuçlar doğurmasına ilişkin korku ve endişelere işaret etmektedir. Yapay zekâ yapılandırma kaygısı, insan benzeri özellikler taşıyan veya insan benzeri biçimde tasarlanmış yapay zekâ teknolojileriyle karşılaşma ve etkileşim kurma sonucunda ortaya çıkan rahatsızlık, huzursuzluk ve kaygıyı düzeylerine atfedilmektedir (Terzi, 2020: 1502; Yılmaz ve Yılmaz, 2024: 174).

1.1.2. Yenilikçi Davranış

Örgütsel yetkinliklerin geliştirilmesi, büyük ölçüde yenilikçilik kapasitesinin güçlendirilmesine dayanmaktadır. Örgütün yenilikçi çıktıları ise çalışanların sergilediği yenilikçi davranışlarla doğrudan ilişkilidir. Yenilikçi davranışı, performansın geliştirilmesine katkı sağlamak amacıyla bireyin iş rolü, grup veya örgüt içerisinde yeni fikirleri bilinçli olarak üretmesi, tanıtılması ve uygulanmasını amaçlayan bireysel davranışlar olarak tanımlamaktadır (Janssen, 2000: 288; De Jong ve Hartog, 2010: 24). Çalışanların yeni teknolojileri keşfetmesi, amaçlara ulaşmada alternatif yollar geliştirmesi, yeni çalışma yöntemlerini hayata geçirmesi ve yeni fikirlerin uygulanması için gerekli kaynakları araştırarak temin etmesi, yenilikçi davranışın başlıca örnekleri arasında yer almaktadır (Akkoç vd., 2011: 87).

Yenilikçi davranış, fikir üretme, fikirleri geliştirme ve fikirleri gerçekleştirme olmak üzere olmak üzere üç temel aşamadan oluşmaktadır (Janssen, 2000: 288; Scott & Bruce, 1994: 582). Fikir üretme, yeni ürünlerin, örgütsel uygulamaların ve hizmetlerin geliştirilmesine yönelik düşüncelerin ortaya çıktığı dinamik bir aşamadır. Fikirleri geliştirme, üretilen fikirlerin güçlendirilmesini ve değişimin önündeki örgütsel direnç ve engellerin

aşılmasını içermektedir. Fikirlerin gerçekleştirilmesi ise geliştirilen ve desteklenen fikirlerin uygulamaya aktarılmasını ve yeni ürün, hizmet ve iş süreçlerinin ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Akram vd., 2020: 119).

Yenilikçi davranış, örgütsel yenilikçiliğin mikro temellerinden biri olarak değerlendirilmekte ve işletmelerin rekabet avantajlarını sürdürmelerini sağlayan bireysel düzeydeki mekanizma olarak görülmektedir. Yaratıcılık ve yenilikçilik birbiriyle yakından ilişkili olmakla birlikte, güncel yaklaşımlarda yaratıcılık yeni fikirlerin bilişsel olarak üretilmesi, yenilikçilik ise bu fikirlerin daha geniş kapsamlı bir uygulama süreci olarak birbirinden ayrılmaktadır (Ugochukwu ve Madighi, 2026: 6). Bu yönüyle yenilikçi davranış, yalnızca fikir üretmeyi değil, aynı zamanda bu fikirlerin fayda sağlayacak fayda sağlayacak biçimde hayata geçirilmesini de içeren daha kapsamlı bir süreçtir (De Jong ve Hartog, 2010: 24).

Yenilikçi davranış sergileyen çalışanlar; yaratıcı iş akışı geliştirmeleri, yeni hizmet sunum yöntemleri veya kişiselleştirilmiş müşteri deneyimlerine yönelik yenilikler aracılığıyla süreçlerin optimize edilmesine yönelik fırsatları belirleme konusunda başarılı olmaktadır (Zhang vd., 2025: 1). Yenilikçi davranış yalnızca çalışanları ilgilendiren bir olgu olmayıp, eğitim çağındaki bireylerin de yaratıcı ve özgün fikirlerle bu sürece katkı sunmaları beklenmektedir. Bu bağlamda çalışma yaşamına geçiş öncesindeki önemli aşamalardan biri olan üniversite eğitimi, öğrencilerin yenilikçi davranışlarının geliştirilmesi açısından önemli bir role sahiptir. Üniversite öğrencilerinin yenilikçi davranışlarının desteklenmesi, teknolojik gelişmelere paralel olarak alternatif çözüm yollarının geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Ülkü vd. 2025: 16).

1.1.3. Mutluluk

Mutluluk, bireyin yaşamını anlamlandırma ve yaşamdan doyum sağlama sürecinde ulaşılmak istenen temel amaçlardan biri olarak kabul edilmektedir. Nitekim araştırmalar, insanların büyük bir bölümünün yaşamlarında en fazla arzuladığı durumun mutluluk olduğunu ortaya koymaktadır (Erer, 2021: 216). Mutluluk, bireyin yaşamına ilişkin yüksek düzeyde doyum hissetmesi ve olumlu duygusal deneyimleri olumsuz duygulara kıyasla daha sık yaşaması olarak tanımlanan bir durumdur. Bu tasvire göre mutluluk, bireyin yaşamına yönelik bilişsel ve duyuşsal değerlendirmelerini yansıtmaktadır. Olumlu ve olumsuz duyguların hangi sıklıkta yaşandığı mutluluğun duyuşsal yönünü oluştururken, bireyin yaşamına yönelik genel değerlendirmeleri bilişsel yönünü oluşturmaktadır (Doğan ve Sapmaz. 2012: 298).

Mutluluk, pozitif örgütsel davranış kapsamında ele alınan ve bireylerin güçlü yönlerini ortaya çıkararak yaşamlarına anlam kazandırmalarını ve daha mutlu olmalarını desteklemeye odaklanan bir kavramdır (Deniz, 2024: 122). Bireyin yaşam kalitesinden duyduğu memnuniyet düzeyi ve yaşamını ne ölçüde olumlu değerlendirdiği, mutluluk düzeyinin belirlenmesine ilişkin önemli göstergeler sunmaktadır (Öztürk, 2022: 731).

Bireylerin mutluluk düzeyleri; yaş ve cinsiyet gibi demografik özelliklerin yanı sıra eğitim düzeyi ve kişilik özellikleri gibi bireysel faktörlerden de etkilenebilmektedir. Bununla birlikte mutluluk, yalnızca onu elde etme kapasitesiyle değil, sahip olunan imkânlar ve elde edilen kazanımlar karşısında ne ölçüde mutlu olunabildiğiyle de ilişkilidir (Akçakanat ve Kılınç, 2021: 673).

Mutluluk, bireyin psikolojik kaynaklarını güçlendiren önemli bir süreç olarak ifade edilebilir. Nitekim mutlu bireylerin daha yardımsever, iş birliğine yatkın ve üretken davranışlar sergiledikleri belirtilmektedir (Yurtsever vd., 2026: 583). Mutluluk, bireyin yalnızca kişisel yaşamını ilgilendiren bir durum olmayıp çalışma yaşamında da karşılığı bulunan ve örgütsel açıdan önem taşıyan bir olgudur (Erer, 2021: 216). İşteki mutluluk; yaratıcılık, performans ve üretkenliği destekleyerek işe devamlılık, verimlilik ve yaşam kalitesine katkı sağlamaktadır (Öztürk, 2022: 731). Bu durumun farkına varan işletmeler, rekabetçi ortamda varlıklarını sürdürebilmek ve kalıcı başarı elde edebilmek amacıyla çalışanların iş yerindeki mutluluğuna daha fazla önem vermeye başlamıştır (Ünüvar ve Polatcı, 2024: 127).

2. YÖNTEM

2.1. Örneklem

Araştırmanın örneklemi, 2025-2026 eğitim-öğretim yılı bahar yarıyılında Gaziantep Üniversitesi İslahiye İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesinde eğitimine devam eden öğrencilerden oluşmaktadır. Örneklem seçiminde olasılıklı olmayan örnekleme tekniklerinden kolayda örnekleme yaklaşımından yararlanılmıştır. Elde edilen veriler, analiz öncesinde veri kalitesi açısından incelenmiş; eksik bilgi içeren, hatalı veya tutarsız kodlamaların bulunduğu formlar araştırma kapsamından çıkarılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda, analiz için uygun nitelikte olduğu belirlenen 183 anket formu araştırmanın istatistiksel analizlerine dâhil edilmiştir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin %53,6'sı (n = 98) kadın, %46,4'ü (n = 85) erkektir. Bölüm dağılımı incelendiğinde, katılımcıların %42,6'sının (n = 78) İktisat, %42,1'inin (n = 77) Kamu Yönetimi ve %15,3'ünün (n = 28) İşletme bölümünde öğrenim gördüğü görülmektedir. Sınıf düzeyine göre katılımcıların %47,5'i (n = 87) 1. sınıf, %30,1'i (n = 55) 2. sınıf, %14,2'si (n = 26) 3. sınıf ve %8,2'si (n = 15) 4. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Yaş dağılımı incelendiğinde, katılımcıların büyük çoğunluğunun (%77,0; n = 141) 19–22 yaş aralığında olduğu görülmektedir. Katılımcıların %16,9'u (n = 31) 18 yaş ve altında, %3,3'ü (n = 6) 23–26 yaş aralığında, %2,7'si (n = 5) ise 27 yaş ve üzerindedir.

2.2. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplamak amacıyla, katılımcıların demografik özelliklerini belirlemeye yönelik altı soru ve araştırmanın temel değişkenlerini ölçmeye yönelik üç farklı ölçek aracı kullanılmış olup, bu ölçekler toplam 34

madde içermektedir. Tüm ölçekler 5'li Likert ölçeği kullanılarak (1 = Kesinlikle Katılmıyorum; 5 = Kesinlikle Katılıyorum) hazırlanmış ve uygulama sırasında kamu çalışanlarından anket formunda yer alan ifadelere ne derece katıldıklarını belirtmeleri istenmiştir.

Yapay Zekâ Kaygısı Ölçeği: Katılımcıların yapay zekâ odaklı endişe düzeylerini değerlendirmek amacıyla Wang ve Wang (2019) tarafından geliştirilen, Türk kültürüne uyarlanması Terzi (2020) tarafından tamamlanan "Yapay Zekâ Kaygısı Ölçeği" kullanılmıştır. Söz konusu ölçme aracı; öğrenme, iş değişimi, sosyoteknik körlük ve yapay zekâ yapılandırması alt boyutları olmak üzere toplam 21 maddeden oluşmaktadır.

Yenilikçi Davranış Ölçeği: Katılımcıların yenilikçi davranış sergileme düzeylerini değerlendirmek amacıyla Scott ve Bruce (1994) tarafından geliştirilen, Türkçe formunun geçerlik ve güvenirlik analizleri Akkoç vd. (2011) tarafından yapılan altı maddelik ve tek boyutlu "Yenilikçi Davranış Ölçeği" tercih edilmiştir.

Oxford Mutluluk Ölçeği: Katılımcıların mutluluk düzeylerini değerlendirmek amacıyla Hills ve Argyle (2002) tarafından geliştirilen, Doğan ve Çötok (2011) tarafından Türkçeye uyarlaması gerçekleştirilen "Oxford Mutluluk Ölçeği" kullanılmıştır. Tek faktörlü bir yapı sergileyen söz konusu veri toplama aracı, toplam yedi maddeden oluşmaktadır.

2.3. İstatistiksel Analizler

Verilerin analizi Python (v.3.13.15) programlama dili ile yapılmıştır. Her ölçek, madde ortalamaları alınarak tek bir değiken şeklinde kullanılmıştır. Ölçeklerin iç tutarlılığı Cronbach alfa katsayısı ile incelenmiştir. Normallik varsayımı çarpıklık ve basıklık değerleriyle değerlendirilmiş ve ±2 aralığı ölçüt olarak alınmıştır (George ve Mallery, 2011). Değişkenler arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon analiziyle incelenmiştir. Demografik değişkenlerin oluşturduğu gruplar arası ortalamaların eşitliği, bağımsız örneklemler t testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile test edilmiş, anlamlı farkların kaynağı Tukey HSD testiyle belirlenmiştir. Mutluluğun düzenleyici rolü, Hayes'in (2013) regresyon temelli yaklaşımı ile sınanmıştır. Bu analizde yordayıcı ve düzenleyici değişkenler ortalamadan merkezlenmiş, anlamlı etkileşim basit eğim analizi (−1 SS, ortalama, +1 SS) ve Johnson–Neyman tekniği ile incelenmiştir. Anlamlılık düzeyi .05 olarak kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Ön Analizler

Tüm ölçek ve alt boyutlarda çarpıklık değerleri (min: −0.50, max: 0.22) ve basıklık değerleri (min: −1.69, max:−1.04) kabul edilebilir aralıkta yer aldığından değişkenlerin normal dağılması varsayımı kabul edilmiştir. Ölçek maddeleri arasında iç tutarlığı ölçmek için Cronbach alfa katsayıları hesaplanmış ve .96 ile .99 arasında yüksek değerler elde edilmiştir. Harman tek faktör testinde döndürülmemiş ilk faktör toplam varyansın

%67.4'ünü açıklamıştır. Bu oran %50 eşiğinin üzerinde olduğundan, ortak yöntem varyansı çalışmanın bir sınırlılığı olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 1: Ölçeklere İlişkin Betimsel İstatistikler ve İç Tutarlılık Katsayıları

Değişken	Madde	Ort.	SS	Min	Maks	Çarpıklık	Basıklık	α
YZ kaygısı (toplam)	21	3.21	1.20	1.00	5.00	-0.23	-1.48	.99
Öğrenme	8	2.97	1.37	1.00	5.00	0.07	-1.42	.99
İş değişimi	6	3.37	1.19	1.00	5.00	-0.26	-1.14	.96
Sosyoteknik körlük	4	3.39	1.29	1.00	5.00	-0.50	-1.04	.97
YZ yapılandırması	3	3.27	1.34	1.00	5.00	-0.29	-1.32	.98
Mutluluk	7	3.17	1.38	1.00	5.00	-0.26	-1.69	.98
Yenilikçi davranış	6	2.81	1.23	1.00	4.83	0.22	-1.50	.96

Not. N = 183. Puanlar madde ortalamasıdır (1–5). α = Cronbach alfa.

3.2. Betimsel İstatistikler ve Korelasyonlar

Katılımcıların yapay zekâ kaygısı (Ort. = 3.21, SS = 1.20) ve mutluluk (Ort. = 3.17, SS = 1.38) düzeyleri orta düzeydedir. Yenilikçi davranış puanları (Ort. = 2.81, SS = 1.23) ise ölçeğin orta noktasının biraz altında kalmakla birlikte alt boyutlar içinde en yüksek ortalama sosyoteknik körlükte (Ort. = 3.39), en düşük ortalama öğrenme kaygısında (Ort. = 2.97) gözlenmiştir. Korelasyon analizine göre yapay zekâ kaygısı yenilikçi davranışla ($r = .63$, $p < .001$) ve mutlulukla ($r = .76$, $p < .001$) pozitif yönde ilişkilidir. Mutluluk ile yenilikçi davranış arasında da pozitif ve güçlü bir ilişki bulunmuştur ($r = .71$, $p < .001$).

3.3. Demografik Değişkenlere Göre Karşılaştırmalar

Hiçbir değişkende cinsiyete göre yapılan testlerde anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > .05$; $|d| \leq 0.17$). Yapay zeka kaygısı bölümler arası farklılık göstermektedir ($F(2, 180) = 3.34$, $p = .038$, $\eta^2 = .04$). İktisat bölümü öğrencilerinin kaygı düzeyi, İşletme bölümü öğrencilerinden daha yüksektir. Öğrencilerin okuduğu sınıf düzeyine göre yapılan kıyaslamalarda üç değişkende de anlamlı fark bulunmuştur (yapay zekâ kaygısı ($F(3, 179) = 4.16$, $p = .007$, $\eta^2 = .07$), mutluluk ($F(3, 179) = 6.92$, $p < .001$, $\eta^2 = .10$) ve yenilikçi davranış ($F(3, 179) = 6.37$, $p < .001$, $\eta^2 = .10$)) Barınma şekline göre yalnızca yenilikçi davranışta anlamlı fark bulunmuş ($F(2, 180) = 3.51$, $p = .032$, $\eta^2 = .04$), yaşa göre ise hiçbir değişkende anlamlı fark gözlenmemiştir.

Tablo 2: *Ölçek Puanlarının Cinsiyete Göre Karşılaştırılması (Bağımsız Örneklem t-testi)*

Değişken	Erkek (n = 85) Ort. (SS)	Kadın (n = 98) Ort. (SS)	t	sd	p	Cohen d
YZ kaygısı (toplam)	3.13 (1.24)	3.28 (1.17)	-0.85	181	.395	-0.13
Öğrenme	2.91 (1.40)	3.03 (1.36)	-0.59	181	.558	-0.09
İş değişimi	3.29 (1.20)	3.44 (1.19)	-0.88	181	.379	-0.13
Sosyoteknik körlük	3.27 (1.33)	3.49 (1.24)	-1.15	181	.253	-0.17
YZ yapılandırması	3.20 (1.37)	3.34 (1.31)	-0.73	181	.469	-0.11
Mutluluk	3.05 (1.43)	3.27 (1.33)	-1.09	181	.276	-0.16
Yenilikçi davranış	2.73 (1.21)	2.88 (1.25)	-0.82	181	.412	-0.12

Not. Levene testi anlamlı olduğunda Welch düzeltmesi uygulanmış ve serbestlik derecesi ondalıklı raporlanmıştır.

Tablo 3: *Ölçek Puanlarının Bölüm, Sınıf, Yaş ve Barınma Şekline Göre Karşılaştırılması (Tek Yönlü ANOVA)*

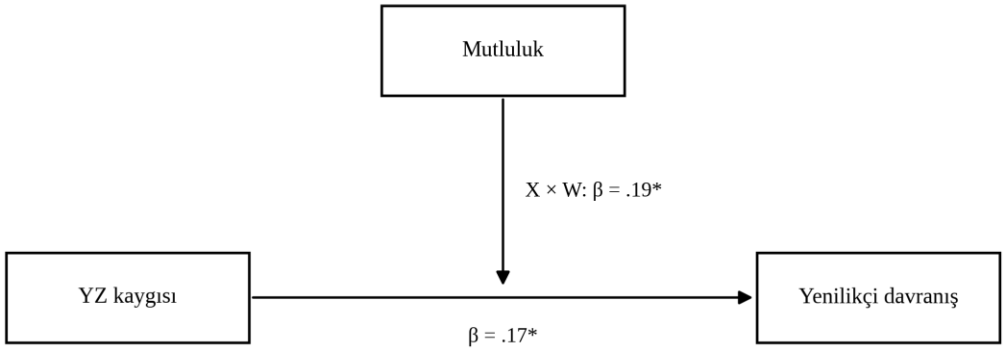
Değişken	Bölüm F	η^2	Sınıf F	η^2	Yaş F	η^2	Barınma F	η^2
YZ kaygısı (toplam)	3.34*	.04	4.16**	.07	0.51	.01	1.03	.01
Öğrenme	1.93	.02	6.37***	.10	0.58	.01	1.92	.02
İş değişimi	3.95*	.04	2.21	.04	0.40	.00	0.72	.01
Sosyoteknik körlük	3.52*	.04	2.84*	.05	1.99	.02	0.05	.00
YZ yapılandırması	3.69*	.04	1.84	.03	0.06	.00	0.94	.01
Mutluluk	2.89	.03	6.92***	.10	0.43	.00	0.77	.01
Yenilikçi davranış	1.96	.02	6.37***	.10	0.38	.00	3.51*	.04

Not. Serbestlik dereceleri: Bölüm F(2, 180); Sınıf F(3, 179); Yaş F(2, 180); Barınma F(2, 180). Yaş değişkeninde 23–26 (n = 6) ve 27 ve üzeri (n = 5) grupları az gözlem nedeniyle birleştirilmiştir. *p < .05. **p < .01. ***p < .001.

3.4. Mutluluğun Düzenleyici Rolü

Mutluluk değişkeninin, yapay zekâ kaygısının yenilikçi davranış üzerine etkisinde düzenleyici rolünü incelemek için doğrusal regresyon modeli tahmin edilmiştir. Kurulan model, bütün olarak anlamlıdır ve yenilikçi davranıştaki varyansın %54'ünü açıklamaktadır ($R^2 = .54$, $F(3, 179) = 70.00$, $p < .001$). Yapay zekâ kaygısı ($b = 0.18$, $p = .031$) ve mutluluk ($b = 0.56$, $p < .001$) ile yenilikçi davranış arasında pozitif bir yordama söz konusudur. Yapay zekâ kaygısı × mutluluk etkileşimi anlamlı bulunmuştur ($b = 0.14$, $SH = 0.05$, $p = .012$). Etkileşim terimi açıklanan varyansa %1.7'lik ek katkı sağlamıştır ($\Delta R^2 = .017$, $F(1, 179) = 6.49$, $p = .012$).

Şekil 1: Mutluluğun Düzenleyici Rolüne İlişkin Kavramsal Model



Not. Değerler standartlaştırılmış katsayılardır. *p < .05. **p < .01. ***p < .001.

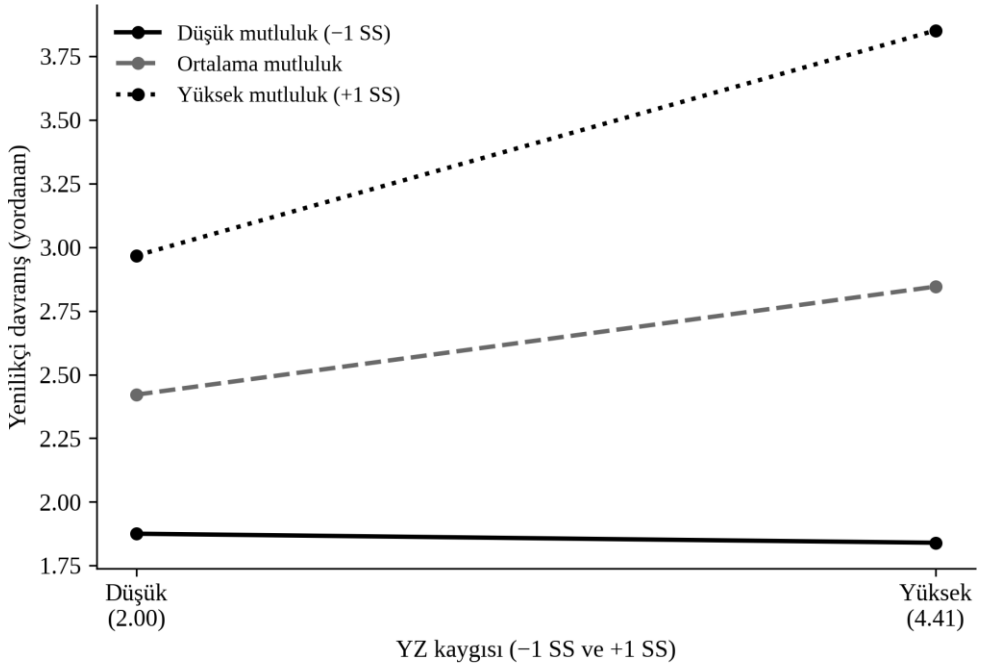
Basit eğim analizine göre mutluluk düzeyi düşük olan öğrencilerde (−1 SS) yapay zekâ kaygısı ile yenilikçi davranış arasında anlamlı bir ilişki yoktur (b = −0.01, p = .901). Bunun aksine, ortalama mutluluk düzeyinde ise bu ilişki anlamlı bulunmuş (b = 0.18, p = .031) ve yüksek mutluluk düzeyinde (+1 SS) ise en güçlü düzeye ulaşmaktadır (b = 0.37, p < .001). Johnson–Neyman analizine göre yapay zekâ kaygısının yenilikçi davranış üzerindeki etkisi, mutluluk puanı 3.07 ve üzerinde olan öğrencilerde anlamlıdır. Katılımcıların %55.2'si bu bölgede yer almaktadır. Bu bulgular, mutluluk arttıkça yapay zekâ kaygısının yenilikçi davranışa daha güçlü biçimde dönüştüğünü göstermektedir.

Tablo 4: Yapay Zekâ Kaygısı ile Yenilikçi Davranış Arasındaki İlişkide Mutluluğun Düzenleyici Rolü

Yordayıcı	b	SH	t	p	β	%95 GA
Sabit	2.63	0.09	28.46	< .001	—	[2.45, 2.82]
YZ kaygısı (X)	0.18	0.08	2.17	.031	.17	[0.02, 0.34]
Mutluluk (W)	0.56	0.07	7.52	< .001	.63	[0.41, 0.71]
X × W	0.14	0.05	2.55	.012	.19	[0.03, 0.25]
Koşullu etkiler (X → Y)						
Mutluluk düşük (−1 SS)	-0.01	0.12	-0.12	.901	—	[-0.25, 0.22]
Mutluluk ortalama	0.18	0.08	2.17	.031	—	[0.02, 0.34]
Mutluluk yüksek (+1 SS)	0.37	0.10	3.62	< .001	—	[0.17, 0.57]

Not. N = 183. R^2 = .54, F(3, 179) = 70.00, p < .001.

Şekil 2: Farklı Mutluluk Düzeylerinde Yapay Zekâ Kaygısı ile Yenilikçi Davranış Arasındaki İlişki



Not. Mutluluk düşük (−1 SS): b = -0.01, p = .901; Mutluluk ortalama: b = 0.18, p = .031; Mutluluk yüksek (+1 SS): b = 0.37, p < .001.

Elde edilen bulgular, mutluluk düzeyinin yapay zekâ kaygısı ile yenilikçi davranış arasındaki ilişkide düzenleyici bir role sahip olduğunu göstermektedir. Tahmin edilen katsayılara göre, mutluluk düzeyindeki bir standart sapmalık artış, yapay zekâ kaygısındaki bir standart sapmalık artışın yenilikçi davranış üzerindeki etkisini 0.19 standart sapma artırmaktadır. Bu da mutluluk düzeyi arttıkça söz konusu ilişkinin güçlendiğini ortaya koymaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın bir sonucu olarak yapay zekâ kaygısının yenilikçi davranışı pozitif yönde yordadığı bulunmuştur. Bunun yanı sıra bu ilişkinin öğrencilerin mutluluk düzeyine bağlı olarak değiştiğini göstermesi araştırmanın özgün tarafını oluşturmaktadır. Yapay zekanın yenilikçi davranışı pozitif yönde etkilediği yönünde benzer sonuç elde eden çalışmaların yanı sıra bu ilişkinin yönünü negatif bulan çalışmalar da mevcuttur. Ülkü vd. (2025) tarafından Gaziosmanpaşa Üniversitesi'nde öğrenim gören 384 öğrenciden oluşan bir örneklem üzerinde yapılan çalışmada, yapay zekâ kaygısının yenilikçi davranışları pozitif yönde etkilediği ve gelecek kaygısının bu ilişkide aracılık rolü üstlendiği belirlenmiştir. Diğer yandan, Yılmaz ve Örücü (2026) tarafından 598 sağlık çalışanından oluşan bir örneklem üzerinde gerçekleştirilen çalışmada, dönüşümcü liderlik ile yenilikçi davranış

eğilimi arasında pozitif yönlü ve anlamlı, dönüşümcü liderlik ile yapay zekâ kaygısı ve yapay zekâ kaygısı ile yenilikçi davranış eğilimi arasında ise negatif yönlü ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca, yapay zekâ kaygısının bu ilişkide kısmi aracılık rolü üstlendiği belirlenmiştir. Benzer şekilde, Ugochukwu ve Madighi (2026) tarafından Rivers State'teki mobil telekomünikasyon firmalarında çalışan 140 kişiyle yapılan çalışmada, yapay zekâ kaygısının yenilikçi iş davranışlarıyla negatif yönlü ve anlamlı ilişkili olduğu; işin yerini almasına, becerilerin geçerliliğini yitirmesine ve teknolojik belirsizliğe ilişkin kaygıların yenilikçi iş davranışlarını olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Özdemir (2025), yapay zekâ kaygısının çalışanların yenilikçi davranışları üzerinde anlamlı ve negatif bir etkisinin bulunduğunu ve değişime direncin bu ilişkide düzenleyici bir rol üstlendiğini belirlemiştir.

Yapay zekâ kaygısının, üniversite öğrencilerinin yenilikçi davranışlarını pozitif ve anlamlı olarak etkilemesi bulgusundan hareketle, yapay zekâya yönelik kaygıların her durumda yenilikçi davranışı sınırlandırmayabileceği, bireyin içinde bulunduğu koşullarda yenilikçi davranışı harekete geçiren bir unsur olarak da ele alınabileceğini düşündürmektedir. Yapay zekâ ve bu doğrultuda gelişen teknolojiler, işlerin gerçekleştirilme biçimlerini ve iş yaşamında ihtiyaç duyulan bilgi, beceri ve yetkinlikleri dönüştürme potansiyeli taşımakta; aynı zamanda gelecekte birçok mesleğin bu teknolojiler tarafından devralınabileceğine ilişkin endişelere yol açmaktadır. Bu tür endişeler, üniversite öğrencilerini değişen koşullara uyum sağlamaya, yeni teknolojileri araştırmaya, yaratıcı olmaya, farklı fikirler geliştirmeye ve gelecekte ihtiyaç duyabilecekleri yetkinlikleri kazanmaya yöneltiyor olabilir.

Yapay zekâ kaygısı ölçeğinde yer alan teknolojileri öğrenme, işlevlerini anlama ve teknolojik gelişmeleri takip etme konusundaki endişeler, öğrencilerin yeni bilgi ve yöntemlere yönelme gereksinimini daha fazla hissetmeleriyle ilişkili olabilir. Benzer şekilde, yapay zekânın insan emeğinin yerini alabileceğine ilişkin kaygılar, öğrencilerin gelecekteki çalışma yaşamında kendilerini farklılaştırmak amacıyla yaratıcı düşünme, yeni fikirler geliştirme ve bu fikirleri uygulamaya yönelik planlar oluşturma çabalarını teşvik edebilir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, yapay zekâ kaygısının yenilikçi davranış üzerindeki pozitif etkisi, öğrencilerin teknolojik dönüşüm karşısında hissettikleri endişeyi değişime hazırlanma ve alternatifler geliştirme yönünde bir motivasyona dönüştürmeleriyle açıklanabilir.

Araştırmanın ikinci ve çarpıcı bir diğer bulgusu ise mutluluk düzeyi yükseldikçe yapay zekâ kaygısı ile yenilikçi davranış arasındaki pozitif ilişkinin güçlenmesidir. Yapay zekâ kaygısının yenilikçi davranış üzerindeki etkisinin düşük mutluluk düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olmadığı, ortalama mutluluk düzeyinde pozitif ve anlamlı hâle geldiği, yüksek mutluluk düzeyinde ise daha da güçlendiği görülmüştür. Bu

sonuç, yapay zekâya ilişkin endişelerin yenilikçi davranışlarla ilişkisinin bireylerin mutluluk düzeylerine göre farklılaşabildiğini göstermektedir. Yaşamından memnun olan, çevresindeki olumlu unsurların farkına varabilen ve kendisini zihinsel açıdan zinde hisseden öğrenciler, yapay zekânın oluşturduğu belirsizlikleri yeni teknolojileri araştırmak, yaratıcı fikirler geliştirmek ve bu fikirlerin uygulanmasına yönelik adımlar atmak için bir motivasyon kaynağı olarak da değerlendiriyor olabilirler.

Elde edilen sonuçlar ve literatürdeki bulgular kıyaslandığında farklılıklar gözlemlenmiştir. Düşük sayıdaki katılımcı sayısını bir kısıt olarak düşündüğümüzde; farklı kültürler, farklı örneklemler veya çalışmaların yapılma şekli ile ilgili olabilse de bu çalışmanın daha kapsamlı ve çeşitli bir örneklem ile yapılması sonuçların genelleştirilebilmesi adına gelecek çalışma konusu önerilebilir. Bunun yanı sıra, elde edilen bulgu yapay zekâ kaygısının her durumda yararlı olduğu şeklinde yorumlanmamalıdır. Söz konusu ilişki, kaygının bireyleri harekete geçirebileceği olasılığına işaret etmekle birlikte, kaygının hangi koşullarda yenilikçi davranışları desteklediğinin ve hangi koşullarda sınırlandırdığının ayrıca araştırılmasını gerektirmektedir. Dolayısıyla üniversite öğrencilerinin yapay zekâya ilişkin endişelerinin, teknolojik dönüşüme uyum sağlama ve yenilikçi davranış geliştirme süreçleriyle nasıl ilişkilendiğinin farklı örneklemler ve araştırma tasarımlarıyla incelenmesi önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Akçakanat, Ö., & Kılınç, Z. (2021). Muhasebe Meslek Mensupları Mutlu Mu? İşin Anlamı ve Yaşamın Anlamının Mutluluk Üzerine Etkisi. *Journal of Accounting and Taxation Studies,* 14(2), 665-693.

Akkoç, D., Turunç, D., & Çalışkan, D. (2011). Gelişim Kültürü Ve Lider Desteğinin Yenilikçi Davranış Ve İş Performansına Etkisi: İş-Aile Çatışmasının Aracılık Rolü. *ISGUC The Journal of Industrial Relations and Human Resources,* 13(4), 83-114. https://izlik.org/JA94NX58TS

Akram, T., Lei, S., Haider, M. J., & Hussain, S. T. (2020). The impact of organizational justice on employee innovative work behavior: Mediating role of knowledge sharing. *Journal of Innovation & Knowledge*, 5(2), 117-129. https://doi.org/10.1016/j.jik.2019.10.001

De Jong, J., & Den Hartog, D. (2010). Measuring innovative work behaviour. *Creativity and Innovation Management,* 19(1), 23–36.

Deniz, B. (2024). Birey Örgüt Uyumu ve Örgütsel Özdeşleşmenin İşteki Mutluluğa Etkisi; Gemi İnşa Sanayi Çalışanları Üzerine Bir Uygulama. *Sağlık ve Sosyal Refah Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 119-128. http://dx.doi.org/10.55050/sarad.1421001

Doğan, T., & Sapmaz, F. (2012). Oxford Mutluluk Ölçeği Türkçe Formunun Psikometrik Özelliklerinin Üniversite Öğrencilerinde İncelenmesi (Examination of Psychometric Properties of Turkish Version of Oxford Happiness Questionnaire In University Students). *Dusunen Adam-Journal of Psychiatry and Neurological Sciences,* 25(4). http://dx.doi.org/10.5350/DAJPN2012250401

Doğan, T. & Çötok, N. A. (2011). Oxford mutluluk ölçeği kısa formunun türkçe uyarlaması: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*, 4(36), 165-172.

Eren, E., Ergulec, F., & Kara, A. (2025). The mediating role of individual innovativeness in the relationship between career engagement and artificial intelligence anxiety. *Education and Information Technologies,* 30(18), 26301-26328. https://doi.org/10.1007/s10639-025-13723-1

Erer, B. (2021). İşyeri mutluluğunun öncülleri ve sonuçları üzerine nitel bir çalışma. Pamukkale Üniversitesi İşletme Araştırmaları Dergisi, 8 (1), 215-229.

Fan, J., Zhang, L., Li, N., & Man, S. (2025). How the perceived substitution of AI technology hinders nurses' innovation behavior: the mediating role of AI anxiety and human-AI cooperation intention and the moderating role of organizational AI readiness. *BMC nursing*, 24(1), 832. https://doi.org/10.1186/s12912-025-03265-9

George, D. (2011). SPSS for windows step by step: A simple study guide and reference, 17.0 update, 10/e. Pearson Education India.

Hayes, A. F. (2013). Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach.

Hills, P. & Argyle, M. (2002). The Oxford happiness questionnaire: a compact scale for the measurement of psychological well-being. *Personality and Individual Differences*, 33(7), 1073-1082.

Janssen, O. (2000). Job demands, perceptions of effort–reward fairness and innovative work behaviour, *Journal of Occupational and Organizational Psychology,* 73: 287–302.

Kılıç, S. (2026). Potansiyel Çalışanlarda Yapay Zekâ Kaygısı: Sektör Tercihi, Dijital Yetkinlik Düzeyi ve Demografik Özellikler Açısından Bir Değerlendirme. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (19), 1-27. http://dx.doi.org/10.25287/ohuiibf.1721842

Ma, Z., Lin, H., & Ji, Y. (2026). How AI anxiety and contextual factors shape employee deviant innovation. *Frontiers in Psychology*, 17, 1906727. http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1906727

Nazeer, S., & Ahmad, A. (2025). AI anxiety or job crafting? How employees' AI perceptions reshape innovative work behaviour in Pakistan's corporate landscape. *International Journal of Sociology and Social Policy*, 45(11-12), 1187-1204. http://dx.doi.org/10.1108/IJSSP-04-2025-0227

Özdemir, İ. (2025). Artificial intelligence anxiety among employees: The moderating role of resistance to change in the effect of AI anxiety on innovative behavior. *OPUS–Journal of Society Research,* 22(5), 1088-1103. http://dx.doi.org/10.26466/opusjsr.1715067

Öztürk, F. (2022). İşin anlamı, mutluluk ve iş tatmini arasındaki ilişkinin incelenmesine yönelik bir araştırma. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi,* 5 (2), 729—740. https://doi.org/10.33712/mana.1128643

Russo, C., Romano, L., Clemente, D., Iacovone, L., Gladwin, T. E., & Panno, A. (2025). Gender differences in artificial intelligence: the role of artificial intelligence anxiety. *Frontiers in psychology,* 16, 1559457. http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1559457

Scott, S. G. & Bruce, R. A. (1994). Determinants of Innovative Behavior: A Path Model of Individual Innovation in Theworkplace, *Academy of Management Journal,* 37(3), 580-607.

Terzi, R. (2020). An adaptation of artificial intelligence anxiety scale into Turkish: reliability and validity study. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET),* 7(4), 1501-1515.

Tong, H., Yu, J., & Shou, M. (2025). Mitigating the effect of AI anxiety on employees' creativity: A social cognitive perspective. *Journal of Digital Management,* 1(1), 7. https://doi.org/10.1007/s44362-025-00006-5

Tutar, Ü. (2026). Çalışanlarda Yapay Zekâ Kaygı Düzeyinin Yenilikçi İş Davranışına Etkisi: Sivas Cumhuriyet Teknokent Örneği. *Örgütsel Davranış Çalışmaları Dergisi*, 6(1), 1-22. http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.20941100

Ugochukwu, G., & Madighi, J. A. C. O. B. (2026). Artificial intelligence anxiety and innovative work behaviour among employees of mobile telecommunicatıon firms in rivers state. *FUK Journal of Research and Administration,* 9(1), 1-15.

Ulukapı Yılmaz, H., & Yılmaz, A. (2024). Dijital çağın potansiyel çalışanlarının yapay zekâ kaygılarının belirlenmesi. *Business and Economics Research Journal,* 15(2), 171-188. http://dx.doi.org/10.20409/berj.2024.440

Ülkü, T., Özcan, S. U., & Polatcı, S. (2025). Yapay zekâ kaygısının gelecek kaygısı ve yenilikçi davranışlar üzerindeki etkisi: Üniversite öğrencileri üzerine bir uygulama. *Journal of human and work*, 12(1), 12-25. http://dx.doi.org/10.18394/iid.1547768

Ünüvar, H., & Polatcı, S. (2024). Beş Faktör Kişilik Özelliklerinin İşte Mutluluk Üzerindeki Etkisinde İş Yaşam Dengesinin Aracılık Rolü. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi,* 20(1), 123-145. http://dx.doi.org/10.17130/ijmeb.1357958

Wang Y. Y. & Wang, Y. S. (2019). Development and validation of an artificial intelligence anxiety scale: an initial application in predicting motivated learning behavior. Interact. Learn. Environ., 0(0), 1–16, http://dx.doi.org/10.1080/10494820.2019.1674887

Wang, X. & Long, L. (2025). The innovation paradox in human-AI symbiosis: ambidextrous effects of AI technology adoption on innovative behavior. Front. Artif. Intell. 8:1635246. http://dx.doi.org/10.3389/frai.2025.1635246

Wang, Y. Y., & Wang, Y. S. (2022). Development and validation of an artificial intelligence anxiety scale: An initial application in predicting motivated learning behavior. *Interactive Learning Environments, 30*(4), 619-634. https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1674887

Yılmaz, G., & Örücü, E. (2026). Dönüşümcü Liderliğin İnovatif Davranış Eğilimi Üzerindeki Etkisi: Yapay Zekâ Kaygısının Aracı Rolü. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 18(1), 805-823. https://doi.org/10.20491/isarder.2026.2208

Yurtsever, B. B., Arslan, I. K., Buran, K., & Özer, E. Sağlık çalışanlarının yaşam becerilerinin psikolojik iyi oluş ve mutluluk üzerindeki etkisi: Nicel bir inceleme. *Gazi İktisat ve İşletme Dergisi*, 12(2), 578-599. https://doi.org/10.30855/gjeb.2026.12.2.023

Zhang, Q., Liao, G., Ran, X., &Wang, F. (2025). The Impact of AI Usage on Innovation Behavior at Work: The Moderating Role of Openness and Job Complexity. *Behavioral Sciences,* 15(4), 491. https://doi.org/10.3390/bs15040491

TÜRKİYE'DE SİVİL SAVUNMA: KIRSAL ALANLARDA SİVİL SAVUNMANIN ÖNEMİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Doç. Dr. Nurettin BİLMEZ[1]

[1] Amasya Üniversitesi, Gümüşhacıköy Hasan Duman MYO Yerel Yönetimler Programı,

nurettin.bilmez@amasya.edu.tr, 0000-0003-2492-5916.

Özet

Sivil savunma gerek savaş dönemlerinde gerekse de afetlerde can ve mal kaybının en aza indirilmesi amacıyla koruyucu ve kurtarıcı nitelikteki her türlü faaliyettir. Sivil savunma faaliyetlerinin etkinleştirilmesi ve geliştirilmesinde devletin aktif çalışmalar yürüttüğü bilinmektedir. Bu bağlamda geliştirilen politikalar kapsamında çeşitli eğitimler, etkinlikler, seminerler, tatbikatlar gerçekleştirilmektedir. Halkın zarar görmesini, oluşan zararın ise en aza indirilmesini hedefleyen sivil savunma hem karar alıcılar için hem de toplumsal yaşamın devamı için kritik öneme sahiptir. Bu çalışmanın amacı, sivil savunma faaliyetlerinin büyük yerleşim alanlarında olduğu kadar kırsal alanlarda da önemli olduğunu göstermektir. Çalışma, kırsal alanlarda sivil savunmanın geliştirilmesi gerektiğine vurgu yapmaktadır. Çünkü sivil savunmanın kırsal alanlarda yaşayan vatandaşları kapsayacak şekilde geliştirilip yaygınlaştırıldığına dair herhangi bir bulgu elde edilememiştir. Kırsal alanlarda yaşayan vatandaşların sivil savunma konularında yeterince bilgilenemedikleri ve bilinçlenemedikleri üzerinde durulmaktadır. Çalışma, Türkiye özelinde sivil savunmanın kırsal alanlarda geliştirilmesi gerektiğine odaklanmakta ve bu konuda yaşanan sorunlara çözüm önerileri geliştirmeyi hedeflemektedir. Sivil savunma afet yönetiminin önemli bir parçasıdır ve özellikle afet yönetiminin hazırlık ve müdahale aşamalarının önemli bir kısmını meydana getirmektedir. Afet yönetiminin başarısı sadece müdahale çalışmalarının başarısına değil, aynı zamanda toplumun afetlere ne oranda hazırlıklı olduğuna da bağlıdır. Bu aşamada sivil savunma önemli bir eğitim ve bilinçlendirme rolü üstlenir. Okullarda, kamu kurumlarında ve yerel yönetimlerde gerçekleştirilen tatbikatlar, acil durum eylemleri ve gönüllülük çalışmaları toplumun afetlere karşı daha hazırlıklı olmasını sağlar. Böylelikle afetler yaşandığında panik azalabilir, müdahale hızlı ve etkili şekilde gerçekleşebilir ve can ve mal kayıpları minimize edilebilir.

Anahtar kelimeler: Sivil Savunma, Afet Yönetimi, Kırsal Alanlar

CIVIL DEFENSE IN TURKEY: AN EVALUATION OF THE IMPORTANCE OF CIVIL DEFENSE IN RURAL AREAS

Abstract

Civil defense encompasses all protective and rescue activities aimed at minimizing the loss of life and property both in times of war and during disasters. It is well established that the state actively conducts efforts to enhance the effectiveness and development of civil defense activities. Within the scope of policies developed in this context, various training programs, events, seminars, and drills are organized. Civil defense, which aims to prevent harm to the public and minimize damage when it occurs, is of critical importance for both decision-makers and the sustainability of social life. The objective of this study is to demonstrate that civil defense activities are as vital in rural areas as they are in major urban settlements. The study emphasizes the necessity of developing civil defense in rural regions, as no evidence has been found to suggest that civil defense has been extended or effectively disseminated to cover citizens living in rural areas. It underscores that rural residents lack adequate information and awareness regarding civil defense issues. Focusing specifically on Turkey, the study centers on the need to improve civil defense in rural areas and aims to propose solutions to the challenges encountered in this context. Civil defense constitutes an integral part of disaster management, particularly forming a substantial portion of its preparedness and response phases. The success of disaster management depends not only on the efficacy of response efforts but also on the degree of societal preparedness for disasters. At this stage, civil defense assumes a vital role in education and awareness-building. Drills, emergency actions, and volunteering activities carried out in schools, public institutions, and local governments enable society to be better prepared for disasters. Consequently, when disasters occur, panic can be reduced, responses can be executed rapidly and effectively, and losses of life and property can be minimized.

Keywords: Civil Defense, Disaster Management, Rural Areas

1. GİRİŞ

Doğa ve insan kaynaklı afetlerin sıklığı ve artan (olumsuz) etkileri, ülkelerin yalnızca afetlere müdahale kapasitesini değil, aynı zamanda toplumun afetler öncesinde hazırlanmasını esas alan sivil savunma anlayışını da gerekli kılmıştır. Günümüzde sivil savunma, yalnızca savaş dönemlerine yönelik bir yapılanma olmaktan çıkmış; afet risklerinin azaltılması, toplumun bilinçlendirilmesi, gönüllülük sistemlerinin geliştirilmesi ve yerel kapasitenin güçlendirilmesini kapsayan bütüncül bir güvenlik yaklaşımına dönüşmüştür. Özellikle kırsal yerleşimler, coğrafi dağınıklık, altyapı yetersizlikleri ve profesyonel müdahale ekiplerine erişimde yaşanabilecek gecikmeler nedeniyle afetlerden daha fazla etkilenebilmektedir. Bu durum köylerin kendi kendine yeterlilik kapasitesinin artırılmasının, afet konusunda eğitilmelerinin ve yerel sivil savunma organizasyonlarının önemini artırmaktadır. Bu nedenle günümüzde dirençli toplum oluşturmanın temel unsurlarından biri, merkezi kurumların yanı sıra yerel halkın da sivil savunma faaliyetlerine aktif katılımıyla şekillenen toplum temelli yaklaşımların geliştirilmesidir.

Bu çalışmanın amacı, köylerin sivil savunma sistemi içerisindeki rolünü toplum temelli yaklaşımlar çerçevesinde değerlendirerek Türkiye'de kırsal yerleşimlerin sivil savunma yapılanmasına daha etkin biçimde entegre edilmesine yönelik öneriler geliştirmektir. Çalışmanın temel hipotezi, köylerin sivil savunma sistemine yasal, kurumsal ve toplumsal açıdan etkin biçimde dâhil edilmesinin afetlere hazırlık kapasitesini artıracağı, ilk müdahale yeteneğini güçlendireceği ve kırsal yerleşimlerin dirençliliğine önemli katkılar sağlayacağı düşüncesidir. Araştırmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiş; konuya ilişkin ulusal ve uluslararası literatür, bilimsel yayınlar, yasal düzenlemeler ve kurumsal raporlar doküman analizi yöntemiyle incelenmiştir. Ayrıca toplum temelli sivil savunma uygulamaları açısından öne çıkan Finlandiya ve Japonya örnekleri ile Türkiye'de uygulanan Mahalle Afet Gönüllüleri (MAG) modeli değerlendirilmiş; bu uygulamalardan hareketle Türkiye'deki köyler için geliştirilebilecek kurumsal ve hukuki öneriler ortaya konulmuştur.

Bu çalışma, kırsal yerleşim alanlarında toplum temelli sivil savunma uygulamaları, gönüllülük esaslı örgütlenme modelleri ve yerel katılım mekanizmalarının Türkiye açısından değerlendirilmesi ile sınırlandırılmıştır. Bu doğrultuda köylerin sivil savunma sistemine entegrasyonu için gerekli yasal altyapının oluşturulması, kurumsal koordinasyonun güçlendirilmesi, eğitim ve tatbikat faaliyetlerinin yaygınlaştırılması ile yerel gönüllülük sistemlerinin geliştirilmesine yönelik öneriler ele alınmıştır. Finlandiya, Japonya ve MAG modeli, bu önerilerin geliştirilmesine katkı sağlayan iyi uygulama örnekleri olarak incelenmiştir. Burada amaç, bu modellerin doğrudan aktarılması değil, Türkiye'nin idari yapısı, kırsal yerleşim özellikleri ve güncel risk profili dikkate alınarak uyarlanabilecek yönlerinin ortaya konulması olmuştur. Bu çalışma köylerin sivil

savunma sistemi içerisindeki rolünün yeniden değerlendirmesine, toplum temelli sivil savunma anlayışının kırsal alanlara uyarlamasına ve MAG modelinin günümüz koşullarına uygun şekilde köy ölçeğinde yeniden tasarlanmasına yönelik öneriler geliştirmesi bakımından literatüre özgün katkı sunmayı hedeflemektedir.

2. SİVİL SAVUNMA: KAVRAMSAL GELİŞİM VE DÖNÜŞÜM ANALİZİ

"Ulusal güvenlik", "sivil acil durum", "hazırlık" gibi bir dizi kavramla bağlantılı olarak sivil savunma kavramı literatürde tartışılmaktadır (Preston, 2008: 469). Sivil savunma kavramı yirminci yüzyılın bir ürünü gibi görünse de kökenleri kent tarihinin başlangıcına kadar geriye gitmektedir. Kent anlayışının bir kısmı, kent surları içinde yaşamını sürdüren vatandaşlar için barınma ve güvenliğin birlikte tesis edilmesi ihtiyacına dayanmaktadır. Kent yöneticileri, düşmanların saldırılarına karşı vatandaşlarını koruyarak meşruiyetlerini büyük ölçüde tesis etmişlerdir (Vale, 1987: 14). Bu dönemde güvenlik her şeyden daha öncelikli olmuştur.

Sivil savunmanın ne anlama geldiği konusu kadar günümüzde karşılaşılan sorunlara modern çözümler üretilmesi de bir o kadar önemli bir konudur. Günümüz dünyasında modern önlemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak oldukça eski olan bu önlemler için yeni olan bunların nasıl uygulandığıdır. Günümüz dünyasının zorlukları çok daha fazla ve karmaşıktır. Devletler ve bireyler bu sorunların üstesinden gelmeye çalışmaktadır. Birçok ülkede bu zorluklarla mücadele etmek için son yüzyıllarda farklı politikalar geliştirilmiştir. Temel amaç, sivilleri, maddi malları ve çevreyi korumaktır. Temelde sivil bağlamda iki yaklaşım vardır: sivil savunma ve sivil koruma. Bu iki yaklaşımdan hangisinin ve hangi kapsamda kullanılacağı, tehditlere ve devletin bu iki yaklaşımdan birisini organize etme yeteneğine bağlıdır. Sivil koruma savaş koşullarında vatandaşların korunması ve kurtarılmasıyla ilgilidir. Sivil savunma ise, insanların yaşamı ve yaşam koşularının sürdürülmesi için gerekli olan temel hizmetleri korumak ya da yenilemek amacıyla siviller tarafından organize edilen bir faaliyettir (Jurisic, 2022: 165-166).

Sivil savunma, sivil halkı savaş ve diğer afetlerin yarattığı tehlikelere karşı korumayı, bunların doğrudan etkilerinden kurtulmasına yardımcı olmayı ve gerekli koşulları (uyarı, tahliye, sığınaklar, kurtarma, sağlık hizmetleri, yangın söndürme, kamu hizmetleri vb.) tesis etmeyi amaçlamaktadır (Jeannet, 1997: 716). Günümüzde sivil savunma alanında acil durum prensiplerine dayalı olarak yeni kavramlar gelişmektedir: acil durum hazırlığı, müdahale ve iyileştirme, hafifletme. Öte yandan sivil savunma, dünyanın farklı bölgelerinde sivil koruma, kriz yönetimi, acil durum yönetimi, acil durum hazırlığı, acil durum planlaması, acil hizmetler gibi farklı kavramlaştırmalarla da ifade edilmektedir (Khanal, 2018). Sivil savunma düşüncesinin zaman içinde evrildiği, bu alanda yaşanan sorunların çözümüne dönük yasal ve örgütsel yaklaşımların değiştiği ve belli bir olguya ilişkin toplumsal farkındalığın da yeniden değerlendirildiği söylenebilir. Örneğin Polonya'da Polonya

Evrensel Savunma Görevi Kanunu'na göre sivil savunma, vatandaşların, ekonomik yaşamın, kamu hizmetlerinin, kültürel varlıkların, savaş mağdurlarının korunmasını, doğal afetler ve çevresel tehditlerle mücadelede iş birliği ve bunların etkilerinin ortadan kaldırılmasını amaçlayan tüm savunma girişimleridir (Ostrowska, 2021: 349-350). Bu durum sivil savunma kavramının hem kapsamında bir genişleme yaşandığını hem de kavramın kapsadığı konularda da bir çeşitlenmenin görüldüğünü göstermektedir.

W. Kitler'e göre, mülkiyet, çevre, kültürel varlıklar gibi değerlerin korunması sivil savunmanın bir parçasıdır. Böylelikle sivil savunma oldukça geniş bir bakış açısıyla tanımlanmaktadır. Kitler, gıda, su, hava, bitkiler, hayvanlar, kişisel mülkiyet ya da kamu kurumlarının korunmasını kapsayan bir sivil savunma yaklaşımını ortaya atmaktadır. Ona göre bunların tamamı insan yaşamı için hayatidir ve bundan dolayı korunmalıdırlar. Kitler'in bu yaklaşımına göre sivil savunma; ulusal çıkarları tehdit eden her türden saldırıyı önlemek ve bunlara karşı koymak için yürütülen tüm sivil girişimleri, güçlerin ve önlemlerin toplamıdır (Ostrowska, 2021: 350). Çeşitli yazarlar sivil savunma kavramını dar ve geniş olmak üzere iki şekilde tanımlamaktadır. Dar anlamda sivil savunma, savaş koşullarında ve afetlerde sivil vatandaşların can ve mallarının korunmasıdır. Geniş anlamda sivil toplum ise, savaş gibi olağanüstü durumlarında vatandaşların korunmasına ek olarak olağan dönemlerde vatandaşların, maddi ve kültürel varlıkların korunmasını ihmal etmemeyi içermektedir. İşlevsel açıdan değerlendirildiğinde bu yaklaşıma göre sivil savunma, kamu kurumlarının, ekonominin, bölgenin ve çevrenin korunmasını, bilgi sistemlerini ve potansiyel tehlikelere karşı erken uyarı sistemlerini kapsamaktadır. Bütün bunlar, sivil savunmanın pasif olmadığını ortaya koymaktadır. Ancak sivil savunma kavramına yüklenen anlam ülkeden ülkeye değişkenlik göstermektedir. Örneğin, İtalya'da sivil savunma askeri politikaların bir uzantısı olarak değerlendirirken, İsviçre'de sivil savunma devletin sorumluluğu olarak görülmektedir. Rusya'da ise sivil savunma ve sivil koruma eş anlamlı olarak ele alınmaktadır (Jurisic, 2022: 167).

Sivil savunma kavramının önemi, son zamanlarda yaşanan afetler karşısında gelişen farkındalık ve afetlere karşı güçlenen mücadele bilinci sayesinde giderek artmıştır. Sivil savunma kavramı sadece savaşlarla sınırlı değildir. Aksine afete karşı mücadele de sivil savunma kapsamına girmektedir. İkinci Dünya Savaşından sonra öne çıkan sivil savunma örgütlenmesi, zaman içinde gelişip dönüşerek kamu yönetiminin öncelikli bir konusu haline gelmiştir (Bolat ve Öztop, 2023: 660). Soğuk Savaş döneminde ise daha çok askeri gücü desteklemek amacıyla örgütlenen sivil savunma; bu süreçte savaş, nükleer saldırı, kimyasal, biyolojik ve radyoaktif saldırılar ile afet durumlarında halkın can ve mal kayıplarını minimuma indirmek amacıyla çalışmalar yürütmüştür (Tunç, 2015: 147). Bu doğrultuda sivil savunmanın finans, jeopolitik, doğal afetler,

savaşlar, iç politika ve nükleer savaşlar şeklinde altı temel faktörden kaynaklandığı söylenebilir (Jurisic, 2022: 169).

1958 tarihli 7126 Sayılı Sivil Savunma Kanunun 1. maddesine göre "sivil savunma; düşman taarruzlarına, tabii afetlere ve büyük yangınlara karşı halkın can ve mal kaybının asgari hadde indirilmesi, hayati ehemmiyeti haiz her türlü resmi ve hususi tesis ve teşekküllerin korunması ve faaliyetlerinin idamesi için acil tamir ve ıslahı, savunma gayretlerinin sivil halk tarafından azami surette desteklenmesi ve cephe gerisi maneviyatının muhafazası maksadıyla alınacak her türlü silahsız koruyucu ve kurtarıcı tedbir ve faaliyetleri ihtiva eder."

Sivil savunma kavramı Türkiye'de 1958 yılında hayata geçirilen Sivil Savunma Kanunu ile gündeme gelmesine rağmen dünyada bu konudaki ilk çalışmaların Birinci Dünya Savaşı sonrasında başladığı bilinmektedir. Birinci Dünya Savaşı sırasında sivillerin büyük can ve mal kayıpları yaşamasına yol açan bombalı saldırılardan sonra sivilleri her türlü tehlikeye karşı korumayı hedefleyen örgütlenme çalışmaları başlamıştır. Bu çalışmalar ilk etapta pasif koruma adı altında gerçekleşmiştir. Bu alandaki ilk çalışma 1924 yılında İngiltere'de hayata geçirilen hava saldırılarına karşı tedbir almayı amaçlayan bir komitenin kurulmasıdır. Daha sonra bu girişimler diğer Avrupa ülkelerine ve zaman içinde de dünyaya yayılmıştır (Bolat ve Öztop, 2023: 661).

3. TÜRKİYE'DE SİVİL SAVUNMA: GENEL GÖRÜNÜM VE ÖRGÜTLENME

Türkiye'de afet yönetimi konusunda geçmişte askeri yönetim ve kontrol yaklaşımı temelinde bir afet yönetim yaklaşımı benimsenmiştir. Ancak bu afet yönetim yaklaşımı, süreç içinde birçok değişim yaşamıştır. Askeri yönetim ve kontrol yaklaşımını esas alan afet yönetim süreci, daha çok nükleer savaş tehditleri ve düşman saldırılarını esas almaktaydı. Bundan dolayı afet yönetimi tümüyle sivil savunmaya odaklanmaktaydı. Sivil savunma yaklaşımı, afet sonrası patlak veren kriz ortamına dönük bir kontrol ve yönetim anlayışını yansıtmaktadır. 1960'lı yıllardan 1990'lı yıllara kadar yaşanan değişimler sonucunda bu yaklaşım, doğal afetlerle mücadeleye ve afet sonrası müdahale aşamasına odaklanan bir yaklaşıma dönüşmesine yol açmıştır. Geleneksel afet yönetimi olarak adlandırılan bu yaklaşım, afet anını ve afet sonrası iyileştirme ve yaşana olumsuzlukları giderme çalışmalarını ele almaktaydı (Erbaydar vd., 2025: 89).

Ülkemizde 17 Ağustos 1999'da yaşanan Marmara Depremi sonrasında ortaya çıkan büyük yıkımda elde edilen tecrübeler yeni bir yaklaşımın benimsenmesi gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Bu yeni yaklaşım doğal afetler meydana geldikten sonra müdahaleyi içeren bir afet yönetimi değildir. Aksine bu yeni afet yaklaşımı,

afet öncesi hazırlık sürecini kapsayan bir risk yönetimidir. Dünyada bu yeni yaklaşımın gelişmesine Hyogo Eylem Planı (2005-2015) ve Sendai Eylem Planı (2015-2030) etkili olmuştur (Günpay, 2022: 315).

Türkiye'nin sivil savunma geçmişi Osmanlı Devleti dönemine kadar uzanmaktadır. 1952 yılına kadar Türkiye'de sivil savunma faaliyetleri büyük oranda askeri faaliyetlerin bir parçası olarak değerlendirilmiş ve koordinasyon, görev ve yetkiler askeri kurumlar tarafından üstlenilmiştir. Türkiye'nin NATO'ya üye olmasıyla sivil savunma faaliyetlerinin askeri örgütlenmeden alınıp sivil yönetime aktarılmasına yönelik düşünce öne çıkmaya başlamıştır. Dönemin meclis zabıtlarında görüşmelerde NATO vurgusunun yer aldığı gözlenmiştir. 1958 yılından sonra Türkiye'de afetlerle meydana gelen zararların azaltılmasında dikkat çekici politika değişikliklerine gidilmiştir (Bolat ve Öztop, 2023: 661).

1958 yılında yapılaşma ve ruhsat alımını kurallara bağlayan 6785 sayılı İmar Yasası kapsamında İmar ve İskân Bakanlığı kurulmuştur (Bolat ve Öztop, 2023: 661). Aynı yıl 7126 sayılı Sivil Savunma Kanunu, savaş, olağanüstü hâl ve büyük afetlerde sivillerin korunması gibi noktaları düzenleyerek afet yönetimi alanıyla ilgili önemli bir yasal temel oluşturmuştur. Yine 1959 yılında çıkarılan Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirler ve Yapılacak Yardımlara Dair Kanun, afet sonrası yardımları düzenleme, tedbirleri tayin etme ve afet sonrası iyileştirme çalışmalarını düzenlemektedir. Farklı dönemlerde çıkarılan bu ayrı yasal düzenlemeler sivil savunmanın ve afet yönetiminin yasal dayanaklarını şekillendirmektedir. Daha alt düzey yasal düzenlemeler arasında ise Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezleri Yönetmeliği dikkat çekmektedir. Bu yönetmelik kriz dönemlerinde ülke çapında ve mahalli düzeyde rol alan farklı birimlerin nasıl örgütleneceğini, yetki ve sorumluluklarının nasıl dağıtılacağını içermektedir. Afet ve Acil Durum Hizmetleri Yönetmeliği ise, farklı afet türlerine göre müdahale hizmetlerinin nasıl örgütleneceğini ortaya koymaktadır (Ergün ve Cihan, 2025: 143). Görüldüğü üzere Türkiye'de afet yönetimi konusunda farklı yasal düzenlemelerin bulunduğu görülmektedir. Bu düzenlemeler afet yönetiminde kamu yönetiminin örgütleniş ve işleyişini düzenlerken bir taraftan da sivil savunmanın nasıl gerçekleştirileceğini içermektedir.

1999 Marmara Depreminden sonra Türkiye'de afet yönetim anlayışı köklü bir dönüşüm yaşamıştır. Bu dönüşümün en büyük çıktılarından birisi hiç şüphesiz 2009 yılında çıkarılan 5902 sayılı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun ile Afet ve Acil Durum Başkanlığının (AFAD) kurulmuş olmasıdır. Bu kanun ile Türkiye Acil Durum Yönetimi Genel Müdürlüğü (Başbakanlık), Afet İşleri Genel Müdürlüğü (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı) ve Sivil Savunma Genel Müdürlüğü (İçişleri Bakanlığı) gibi yapılar da kaldırılmıştır (Erkan, 2010: 5). AFAD'ın kurulmasıyla Türkiye'de afet yönetimi konusunda politika ve stratejiler artık tek elde toplanmıştır. AFAD tarafından Türkiye Afet Risk Azaltma Planı (TARAP) ve

Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) hazırlanmış ve bu planlarla İl AFAD Müdürlerine çeşitli yetkiler verilmiştir. Vali koordinasyonunda hazırlanan il afet risk azaltma ve il afet müdahale planları doğrultusunda birçok kamu kurumuna ve belediyelere yeni görev ve sorumluluklar yüklenmiştir (Özdemir, 2023: 829). Cumhurbaşkanlığı hükümet sistemine geçişle 15 Temmuz 2018 tarihinde AFAD başbakanlıktan alınarak İçişleri Bakanlığına bağlanmıştır. AFAD, acil durumların ve afetlerin durumuna göre bakanlıklarla ve sivil toplum kuruluşlarıyla iş birliği içinde çalışmalar yürütebilmektedir (Bolat ve Öztop, 2023: 662-663).

Türkiye'de afet yönetimi alanında yapılan çalışmaların bir kısmı da sivil savunma ve gönüllülük konularını düzenlemektedir. 2000 yılında hayata geçirilen Sivil Savunma Hizmetlerine Katılma Esasları Yönergesi (Günpay, 2022: 316) kaldırılmış ve 2021 yılında AFAD Gönüllülüğe İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönergesi yürürlüğe girmiştir. Bu yönergenin amacı "afet ve acil durum yönetimi ile sivil savunma hizmetlerinin herhangi bir evresine gönüllü olarak katılmak isteyen kişilerin" sürece dahil edilmesini sağlamaktır.

4. TÜRKİYE'DE KIRSAL ALANLARDA SİVİL SAVUNMA FAALİYETLERİ

1999 tarihli Marmara Depreminin ardından ulusal ölçekte yapılan değişiklikler sonucunda tüm kamu kurum ve kuruluşlarında sivil savunma ve afet işleri için ekiplerin kurulmasına ilişkin çalışmalar başlatılmıştır. Bu noktada öne çıkan yasal düzenleme 2010 yılında çıkarılan 14179 sayılı Sivil Savunma Uzmanlarının İdari Statüleri, Görevleri, Çalışma Usul ve Esasları ile Eğitimleri Hakkında Yönetmelik'tir. Bu yönetmelik kamu kurum ve kuruluşlarında sivil savunma uzmanlarının yetki, görev ve sorumluluklarını düzenlemektedir (Bolat ve Öztop, 2023: 664).

1999 Marmara Depremi sivil savunmanın önemini birçok açıdan ortaya çıkartmıştır. O dönemde yaşananlar Sivil Savunma Müdürlüğü ve Kızılay gibi merkezi örgütler başta olmak üzere kısmen de belediyelerin itfaiye teşkilatlarının kendilerinden beklenen kimi işlevleri mahalle düzeyinde sivillerle örgütlenmeden tam anlamıyla başarılamayacağını göstermiştir. Ortaya çıkan olumsuz tablo hem afetlere hazırlığın hem de afet sonrasındaki ilk saatlerin ne derece değerli olduğunu ortaya koymuştur. Bu gelişmelerden sonra İsviçre Federal Dışişleri Bakanlığına bağlı İsviçre Kalkınma ve İş Birliği Dairesinin destekleriyle İzmit'te Afet Yönetimi Konferansı düzenlenmiştir. Bu konferansın en önemli çıktılarından birisi Mahalle Afet Gönüllüğü (MAG) Projesidir. Bu projeye göre afet gönüllülerin mahalleler düzeyinde örgütlenmesi sağlanmaya çalışılmıştır. 2002 yılında Kocaeli'de 17, Yalova'da 5 ve İstanbul'da 39 MAG grubu ve mahalle afet merkezi kurulmuş, eğitim veren gönüllülerin sayısı ise 2 bin 500'ü geçmiştir. MAG'ların temel amaçlarından bazıları şunlardır: afetlerle mücadelede görev almak, ekipman ve organizasyon sağlamak, diğer afet yönetimi

aktörleriyle iş birliği ve koordinasyon sağmak, afet konusunda yerel halkı bilgilendirmek, afet bilincini artırmaktır. Sunulan eğitimlerde afet bilinci ve hazırlık, afet psikolojisi, temel yangın söndürme, temel ilk yardım ve temel arama-kurtarma becerilerinin kazandırılması hedeflenmiştir. Bu projenin ana vizyonu, Marmara Depreminden dolayı önce İstanbul ve çevre illerdeki mahallelerde örgütlenmeyi tamamlamak ve daha sonra da bunu tüm Türkiye'ye uygulamaktır. Ancak zaman içinde yaşanan mali sorunlar, yetki ve görevlerdeki problemler ve İsveç Kalkınma ve İş Birliği Dairesinin desteğini çekmesi sonucunda proje zamanla etkinliğini kaybetmiştir (Silier ve Meriç, 2023). Bu uygulamanın teoride oldukça dikkat çekici olduğu, afet yönetiminin koordinasyon, iş birliği ve vatandaşların bilinçlendirilmesine dair vizyoner bir kimliğe sahip olduğu söylenebilir. Bugün literatürde ve uygulamada öne çıkan bütünleşik afet yönetimi anlayışına uygun bir anlayışı bünyesinde barından bir proje olmuştur. Çalışmaların afet sonrasına ağırlık vermesi bir eksiklik olarak değerlendirilebilir. Oysa günümüzde bütünleşik afet yönetimi yaklaşımı kapsamında iş birliği ve koordinasyon kadar afet öncesi risk saptama, azaltma ve hazırlık süreçlerinin daha çok önemsendiği görülmektedir.

Türkiye'de yürütülen sivil savunma faaliyetlerinin AFAD'ın kurulmasından sonra genel olarak afet hazırlığı adı altında yürütüldüğü görülmektedir. Ancak AFAD tarafından yürütülen çalışmalara bakıldığında sivil savunma kapsamındaki çalışmaların daha çok şehir merkezlerinde ve nüfusun yoğun olduğu yerleşim yerlerinde gerçekleştirildiği görülmektedir. Afet hazırlık sürecinde kırsal alanların, özellikle de köylerin yeterince afet hazırlık süreçlerine dahil edilmediği gözlenmektedir. Oysa Türkiye'de kent nüfusu oldukça artmış olsa da Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) güncel verilerine göre hala köylerde yaşayan insan sayısı ortalama 5.5 milyondur (TÜİK, 2026). Bu durum köylerde yaşayan insanların sayısal açıdan değerlendirildiğinde hiç de azımsanamayacağını ve ülkede kapsayıcı bir afet yönetimi anlayışının başarısı için kırsal alanların ihmal edilmemesi gerektiğini göstermektedir. 6 Şubat 2023'te yaşanan Kahramanmaraş Depreminde büyük yerleşim yerlerinde olduğu kadar köylerde de büyük yıkımlar yaşanmıştır (Deprem Köyleri Yerle Bir Etti, 2023). Bu bilgiler doğrultusunda bütünleşik bir afet yönetiminin gerçekleştirilebilmesi için köyleri de içine alacak şekilde genişletilmiş bir sivil savunma yaklaşımına ihtiyaç bulunmaktadır.

Türkiye'de sivil savunmanın güçlendirilmesi bağlamında son yıllarda önemli adımların atıldığı afet hazırlıklarına, risk azaltma çalışmalarına, afet eğitimlerine yoğunluk verildiği gözlenmektedir. Ancak köyleri de içine alacak şekilde bu çalışmaların yeterince kapsamlı hale getirildiği ve bu bölgelerde yaşayanların afetler konusunda bilinçlendirilip eğitildiklerine ilişkin çok fazla bulguya rastlanmamıştır. Bu anlamda ulaşılan nadir uygulamalardan birisi 2022 yılında Siirt'teki 8 köydeki köy okullarında binin üzerinde öğrenciye 12 kişilik Kızılay gönüllüleri tarafından "Köy Okullarımız Kızılay ile Afetlere Hazır Projesi" kapsamında afet eğitimi

verilmesidir (Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı, 2022). Bunun gibi tekil uygulamalar dışında çok fazla çalışmanın yürütüldüğü bilgisine ulaşılamamıştır.

AFAD 2024 – 2028 Stratejik Planına bakıldığında kırsal alanlarda yaşayan vatandaşlara dönük doğrudan bir stratejik hedef bulunmamaktadır. Ancak temel performans hedefleri arasında "afet ve acil durumlara kurumsal ve toplumsal olarak en iyi şekilde hazırlanmak" yer almaktadır. Bu bağlamda "toplumsal farkındalığı artıracak afet ve acil durumlara hazırlıklı olmak" alt hedef olarak sunulmaktadır. Toplumun afet ve acil durumlara yönelik bilinçlenmesini sağlayacak eğitimlerde ulaşılan kişi sayısı 2023 yılı itibariyle kümülatif şekilde 87 milyon olarak değerlendirilirken, 2028 yılında bu rakamın 112 milyona ulaşması beklenmektedir. Sorumlu birim olarak Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürlüğü tayin edilmiştir. Tekrar eden eğitimlerin verilmesi, dijital kanallardan sunulan online eğitimler, afiş, broşür ve bilgilendirme tabelalarına basın yayında daha fazla yer verilmesi gerektiğine değinilmiştir. Toplumsal bilincin oluşturabilmek adına tüm kurumlarla iş birliği yapılması ihtiyacına yer verilmiştir. Burada görüldüğü üzere AFAD toplumun tamamını kapsayın şekilde temel bir hedef ortaya koyarak afetler konusunda toplumsal farkındalığı her yaştan ve her kesimden tüm vatandaşlara kazandırmayı amaçlamaktadır (AFAD, 2024: 78). Birincisi toplumun tamamı kastedilirken eğitim çağına gelmemiş çocukların bu bilince sahip olmasını beklemek gerçekçilikten uzak görünmektedir. Bu durum afet farkındalık hedefini gerçekçilikten ve bilimsel zeminden uzaklaştırmaktadır. İkinci olarak, kırsal ya da kentsel alanlarda yaşayan vatandaşlar ayrımının yapılmadığı görülmektedir. Bu kapsayıcı bakış açısı umut verici olsa da kırsal alanlarda yaşayan vatandaşların yaşam koşulları, eğitim durumları, dijital mecralara erişim imkanları vb. konularda kentlerde yaşayan vatandaşlarla eşdeğer imkanlara sahip olmadıklarına dikkat çekmek gerekir. Hatta Türkiye'de büyük yerleşim alanları arasında hatta bu yerleşim alanlarının farklı bölgeleri içinde bile mevcut imkân ve zorluklar yönünden büyük farklılıklar bulunmaktadır. Bu durum mevcut afet farkındalığını artırma hedefinin gerçekleşebilmesi için burada belirtilen farklılıkların göz önüne alınarak uygulamaların geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Türkiye'de afetlere hazırlık çalışmaları AFAD bünyesinde Afet ve Acil Durum Eğitim Merkezi (AFADEM) tarafından yürütülmektedir. İçişleri Bakanlığı tarafından 2021 yılı Afet Eğitimi Yılı olarak ilan edilmiştir. Bu kapsamda ülke çapında reklamlar ve kamu spotları ile farkındalık oluşturulmaya ve her yaştan vatandaşa afet eğitimi verileceği kararlaştırılmıştır (Birinci Konur, Şeyihoğlu, Sezen Vekli, Tekbıyık ve Kartal, 2024: 1499). 2022 yılında Ünal, Ada, Gönen ve Yıldırım (2022) tarafından Uşak ilinde yapılan bir saha çalışmasında 542 kişiye afet eğitimi hakkında sorular yönlendirilmiştir. Bu sorulara verilen yanıtlara göre katılımcıların %37,8'i afet eğitimi aldığını belirtirken katılımcıların %62,2'si hiç afet eğitimi almadığını ifade

etmiştir. Bir başka çalışmada ise üniversite öğrencilerinin afetlere yönelik bilgi, tutum ve davranışları incelenmiştir. 368 öğrencinin katılımıyla bir kamu üniversitesinde yürütülen bu çalışmanın sonuçlarına göre katılımcıların %27,4'ü afet eğitimi almışken, %66,3'ü afet tatbikatlarına katıldığını belirtmiştir (Erkin, Coşgun, Güler, Karaaslan, Almaç ve Dağ, 2024). Söz konusu çalışmalara bakıldığında ülkemizde son yıllarda artan afet hazırlıklarına rağmen afet eğitiminin hala düşük seviyede kaldığını göstermektedir.

Japonya ve Finlandiya'da afet yönetimi konusunda yürütülen çalışmalara bakıldığında köy ve mahalleleri kapsayacak şekilde yerelin de bu süreçlere entegre edildiği görülmektedir. Japonya doğal afetlerin yoğun yaşandığı bir ülke olmasından dolayı afet yönetimi alanında da önemli adımlar atmıştır. Ülkede 1947 tarihli Afet Yardım Yasasından itibaren köklü bir afet yönetim anlayışı bulunmaktadır. Daha sonra Afetlere Karşı Önlemler Temel Yasasının uygulanmaya başlamasıyla merkezi yönetim ve yerel yönetimlerin afet yönetimdeki rolleri açıklığa kavuşturulmuştur. Merkezi yönetim planlama ve kaynak tahsisi sorumluluğuyla donatılmışken yerel yönetimler hızlı ve etkili müdahalelerde bulunma görevini üstlenmiştir. Toplumun tüm kesimlerinin afet yönetim süreçlerine katılımları teşvik edilmektedir. Japonya, afet yönetim süreçlerinde yerel yönetimlere önemli görevler yüklemektedir. Belediyeler bu sürecin en önemli aktörleri olarak, gönüllülerin örgütlenmesini sağlamak ve diğer yerel aktörlerle iş birliğini geliştirmektir. Bununla birlikte yerelde afet yönetimi sadece belediyeler ya da valiler nezdinde değil, köy ve kasaba gibi daha alt kademelerde afet planları ve afetle mücadele birimleri oluşturularak organize edilmiştir (Küçükyağcı, 2024). Japonya Yangın ve Doğal Afet Yönetim Ajansına göre, afet yönetiminde "kendi kendine yardım", "toplumsal yardım" ve "kamu yardımı" şeklinde bir gruplandırma yapılmaktadır. Bu durum afetlerde insanların birbirine yardım etmesinin devletin gönderdiği yardımlar kadar önemsendiğini ve insanların kendi imkanlarıyla kendilerini korumaları gerektiğini göstermektedir. Mahalle Dernekleri adı verilen örgütlenmelerle afetlerde kayıpların önlenmesi hedeflenmiştir. Bu oluşum karşılıklı yardımlaşmayı, afet kayıplarının önlenmesini ya da azaltılmasını sağlamaktadır. Yerel topluluklara afetlere hazırlık, topluluk bilinci ve eğitimi, acil durum planlaması, izleme, bireysel hazırlık, risk azaltma önlemleri ve toplumsal dayanıklılığın artırılması gibi bir dizi sorumluluklar verilmiştir. Bu süreçte topluluk bilinci ve afet eğitimi önemli bir aşamadır. Afetlere karşı farkındalık yaratmak, hazırlık yapmak ve vatandaşların kendilerini ve ailelerini korumasını sağlamak için eğitimler yürütülmektedir (Nurcan, 2024). Dikkat edileceği üzere Japonya afet yönetiminde yerel aktörleri daha fazla sorumlulukla donatarak daha etkin kılmayı hedeflemiştir. Burada köyler, kasabalar ve kırsal alanlar afet yönetiminin önemli bir parçası haline getirilmiştir.

Finlandiya'ya bakıldığında afet yönetimindeki temel yaklaşımın kırsal bölgelerdeki vatandaşların kendi hazırlık kapasitelerini geliştirmelerini sağlamaktır. Bunun gerekçesi ise kırsal alanların herhangi bir afet durumunda kamu hizmetlerine ulaşımının daha güç hale gelmesi ve daha uzun zaman almasıdır. Bu bağlamda temel uygulamalar şu şekilde özetlenebilir: hane halkının kendi acil durum planını yapması, evlerde temel acil durum malzemelerinin hazır bulundurulması, komşuluk dayanışmasının güçlendirilmesi ve yerel gönüllü ekiplerin afet sürecine katılması. Finlandiya'da köylerde afet farkındalığının oluşturulmaya çalışıldığı gözlenmektedir. Bu kapsamda köy toplantıları, eğitimler, bilgilendirici broşürler, uzman sunumları, soru – cevap oturumları düzenlenmektedir. Aynı zamanda halkın afet hazırlık sürecine katılımı sağlanarak afet yönetişimi hayata geçirilmektedir. Afet yönetişiminde kurumlar arası iş birliğinin önemi göz önüne alınarak kamu kurum ve kuruluşları başta olmak üzere sivil toplum kuruluşları, köy dernekleri, üniversiteler sürecin paydaşları haline getirilmektedir. Finlandiya'nın köylerinde uygulanmaya çalışılan afet yönetiminde köy halkının afet risklerini tanıması, farkındalığının oluşması, düzenli eğitimlerin sunulması, komşuluk dayanışmasının güçlendirilmesi ve yerel aktörlerle iş birliğinin geliştirilmesine odaklanmaktadır (Ruponen, Tuominen, Vanhamäki ve Aarrevaara, 2025).

Görüldüğü üzere Japonya ve Finlandiya'da köylerin afet hazırlık sürecinde önemli birer aktör olarak ele alındığı, afet yönetiminin katılımcılık ve yönetişim ekseninde yürütülmeye çalışıldığı, köyde yaşayan vatandaşlara afetler konusunda eğitim verildiği ve sosyal ilişkilerin güçlendirilmeye çalışıldığı anlaşılmaktadır. Türkiye'de köylerin afetlere hazırlıklı hale getirilmesi temel bir gerekliliktir. Bu süreçte farklı ülkelerdeki deneyimler ve çalışmalar örnek alınabilir.

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Türkiye, farklı afet türlerine aynı anda maruz kalan ülkelerden biri olması nedeniyle özellikle kırsal yerleşimlerin afet yönetim sistemine daha etkin biçimde entegre edilmesini gerektirmektedir. Deprem, sel, heyelan, çığ, orman yangını ve kuraklık gibi afetlerin sıklığı göz önünde bulundurulduğunda, köylerin yalnızca afet sonrasında yardım ulaştırılan yerleşimler olarak değil, afet öncesinde hazırlık çalışmalarının yürütüldüğü, risk azaltma faaliyetlerinin planlandığı ve yerel kapasitenin geliştirildiği birimler olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda köylerin afet yönetimindeki görev, yetki ve sorumluluklarını tanımlayan yasal altyapının güçlendirilmesi, kırsal yerleşimlere özgü afet hazırlık planlarının hazırlanması ve bu çalışmaların ulusal afet yönetim sistemiyle bütünleştirilmesi önem arz etmektedir.

Bununla birlikte AFAD koordinasyonunda valilikler, kaymakamlıklar, belediyeler, il özel idareleri, üniversiteler, muhtarlıklar ve sivil toplum kuruluşlarının iş birliğiyle köylerde düzenli afet farkındalık

eğitimleri, uygulamalı tatbikatlar ve gönüllülük programlarının yürütülmesi gerekmektedir. Eğitimlerin yalnızca afet anındaki davranışları değil; hane halkı hazırlıkları, ilk yardım, tahliye planlaması, acil durum haberleşmesi, yaşlı ve dezavantajlı bireylerin desteklenmesi ile yerel kaynakların afetlerde etkin kullanımını da kapsaması kırsal toplumların dirençliliğini önemli ölçüde artıracaktır.

Bu kapsamda Türkiye'de uzun yıllardır uygulanan Mahalle Afet Gönüllüleri (MAG) modeli, kırsal yerleşimlere uyarlanabilecek önemli bir örnek olarak değerlendirilebilir. Ancak köylerin demografik yapısı, yerleşim düzeni, coğrafi koşulları ve hizmetlere erişim farklılıkları dikkate alınarak bu modelin günümüz ihtiyaçlarına uygun şekilde yeniden tasarlanması gerekmektedir. Köy muhtarlıkları, yerel gönüllüler ve ilgili kamu kurumlarının koordinasyonunda oluşturulacak Köy Afet Gönüllüleri yapılanması; temel afet eğitimi almış, ilk müdahale kapasitesine sahip, yerel riskleri bilen ve afet öncesi hazırlık çalışmalarını sürdüren bir yapı olarak kırsal afet yönetimine önemli katkılar sağlayabilecektir. Böyle bir model, profesyonel ekipler olay yerine ulaşıncaya kadar ilk müdahale kapasitesini güçlendirecek, toplumsal dayanışmayı artıracak ve afetlere karşı yerel dirençliliğin geliştirilmesine katkı sunacaktır.

Bu çalışmada ayrıca dünyadan farklı ülke örnekleri de incelenmiştir. Bu kapsamda Finlandiya ve Japonya'da kırsal yerleşimlerin afetlere hazırlık süreçleri incelenmiş ve her iki ülkenin farklı uygulamalara sahip olmakla birlikte ortak bir anlayış etrafında buluştuğu görülmüştür. İncelenen örneklerde, afetlere karşı dirençli toplum oluşturulmasında yalnızca merkezi yönetimlerin kapasitesinin yeterli olmadığını; yerel yönetimlerin, sivil toplum kuruluşlarının ve en önemlisi yerel halkın afet yönetiminin aktif bir paydaşı olarak sürece katılmasının büyük önem taşıdığını ortaya koymaktadır. Finlandiya örneğinde toplum temelli afet yönetimi anlayışı doğrultusunda köy halkının risk değerlendirme süreçlerine katılımı, düzenli farkındalık eğitimleri, gönüllülük faaliyetleri ve kurumlar arası iş birliği sayesinde kırsal yerleşimlerin afetlere hazırlık düzeyinin artırıldığı görülmektedir. Japonya örneğinde ise afet kültürünün toplumsal yaşamın bir parçası hâline getirildiği; düzenli tatbikatlar, sürekli eğitim faaliyetleri, yerel afet organizasyonları ve güçlü gönüllülük sistemi sayesinde afetlere hazırlığın yalnızca kriz dönemleriyle sınırlı kalmadığı, günlük yaşamın doğal bir unsuru olarak sürdürüldüğü anlaşılmaktadır. Her iki ülke deneyimi de afet risklerinin azaltılmasında yerel kapasitenin geliştirilmesi, toplumsal farkındalığın artırılması ve gönüllülük esaslı katılım mekanizmalarının kurumsallaştırılmasının başarılı afet yönetiminin temel unsurları olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak MAG uygulaması ile Finlandiya'nın katılımcı ve toplum temelli afet yönetimi yaklaşımı ile Japonya'nın güçlü afet kültürü ve kurumsallaşmış gönüllülük sistemi, Türkiye'de kırsal afet yönetiminin geliştirilmesi açısından önemli örnekler sunmaktadır. Bu deneyimlerden hareketle Türkiye'de köylerin afet

yönetim sistemine etkin biçimde entegre edilmesi; gerekli yasal düzenlemelerin yapılması, kurumsal koordinasyonun güçlendirilmesi, sürekli eğitim ve tatbikatların yaygınlaştırılması, yerel risk analizlerinin düzenli olarak güncellenmesi ve Mahalle Afet Gönüllüleri modelinin kırsal koşullara uygun biçimde yeniden yapılandırılarak uygulanmasıyla mümkün olacaktır. Bu yaklaşım, yalnızca afetlere müdahale kapasitesini değil, afet öncesi hazırlık ve risk azaltma çalışmalarını da güçlendirerek kırsal yerleşimlerin dirençliliğinin artırılmasına ve sürdürülebilir afet yönetimi hedeflerinin gerçekleştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

726 Sayılı Sivil Savunma Kanunu (1958).

AFAD (2024). *2024 – 2028 Stratejik Planı*. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.

AFAD Gönüllülüğüne İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönerge (2021).

Birinci Konur, K., Şeyihoğlu, A., Sezen Vekli, G., Tekbıyık, A. ve Kartal, A. (2024). Afet Eğitimi Konusunda Disiplinlerarası Öğrenme Temelinde Tasarlanan Projenin Değerlendirmesi. *Trakya Eğitim Dergisi, 14*(3), 1496-1514.

Bolat, C. ve Öztop, S. (2023). İstanbul İlçe Belediyelerinde Sivil Savunma Birimlerinin Yapısal ve İşlevsel İncelemesi. *Afet ve Risk Dergisi, 6*(3), 659-676.

Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı. (2022, 17 Haziran). Siirt'te Türk Kızılay gönüllüleri, köy köy gezerek yüzlerce öğrenciye afet eğitimi verdi. Erişim Tarihi: 13.07.2026, https://www.iletisim.gov.tr/turkce/yerel_basin/detay/siirtte-turk-kizilay-gonulluleri-koy-koy-gezerek-yuzlerce-ogrenciye-afet-egitimi-verdi.

Deprem Köyleri Yerle Bir Etti: Sadece Bu Köyde 33 Kişi Hayatını Kaybetti. (2023, 13 Şubat). Milliyet. Erişim Tarihi: 13 Temmuz 2026. https://www.milliyet.com.tr/gundem/deprem-koyleri-de-yerle-bir-etti-sadece-bu-koyde-33-kisi-hayatini-kaybetti-6902866.

Erbaydar, N. P., Mutlu, A. N. D., Önal, E. İ. ve Yalçın, G. (2025). Türkiye'de katılımcı demokrasinin güçlendirilmesi: Toplumsal cinsiyet eşitliğinin izlenmesi projesi faz III: Afet yönetimi ve toplumsal cinsiyet eşitliği haritalama ve izleme çalışması. *Cinsiyet Eşitliği İzleme Derneği*.

Ergün, Y. ve Cihan, A. Ş. (2025). Türkiye'de Afet Yönetimi ve Afet Müdahale Stratejileri. M. Altıntaş (Ed.). *Sosyal Bilimlerde Kuramsal Çerçeveler ve Metodolojik Tartışmalar* içinde (ss.131-166). Gaziantep: Özgür Yayınları.

Erkan, E. A. (2010). *Afet Yönetiminde Risk Azaltma ve Türkiye'de Yaşan Sorunlar*. DPT Uzmanlık Tezi. Ankara.

Erkin, Ö., Coşğun, M. Güler, B., Karaaslan, C., Almaç, C. ve Dağ, Z. (2024). Bir Kamu Üniversitesindeki Öğrencilerin Afetlere İlişkin Bilgi, Tutum ve Davranışlarının Belirlenmesi: İzmir Örneği. *Afet ve Risk Dergisi, 8*(1), 196-212.

Günpay, O. G. (2022). Türkiye'de Bütünleşik Afet Yönetiminde Gönüllülük ve Mevzuat. *Dirençlilik Dergisi, 6*(2), 311-319.

Jeannet, S. (1997). Civil defence 1977-197: from law to practice. *International Civil Defence Journal, 10*(4), 715-723.

Jurisic, D. (2022). Civil defence or civil protection. *VIII International Scientific Professional Conference Security and Crisis Management – Theory and Practice*. Sremska Kamenica, Republic of Serbia, 164-169.

Khanal, A. (2018). Civil defence: an article. Institute of Crisis Management Studies. https://www.researchgate.net/publication/330322502_civil_defence_article_for_research_gate (Erişim Tarihi: 06.07.2026).

Küçükyağcı, T. (2024). Afetle Mücadelede Yerel Yönetimlerin Rolü ve Etkisi: Japonya-Türkiye Karşılaştırması. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi, Türk-Japon İlişkileri 100. Yıl Özel Sayı* (14), 237-255.

Nurcan, E. S. (2024). Japonya'da Bireyler ve Mahalleler Doğal Afetlere Nasıl Hazırlanıyor?. Erişim Tarihi: 22.07.2026, https://fikirturu.com/toplum/japonyada-bireyler-ve-mahalleler-dogal/.

Ostrowska, R. (2021). Contemporary understanding of civil defense. *Scientific Journal of the Military University of Land Forces, 53*(2), 340-353.

Özdemir, A. (2023). Afet Yönetiminde Belediyelerin Rolü. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 12*(2), 828-839.

Preston, J. (2008). Protect and Survive: 'whiteness' and the middle-class family in civil defence pedagogies. *Journal of Education Policy, 23*(5), 469-482.

Ruponen, J., Tuominen, K., Vanhamäki, S. ve Aarrevaara, E. (2025). Preparedness for climate change in rural areas—case study in three southern Finnish villages. Frontiers in Climate. doi: 10.3389/fclim.2025.1548983.

Silier, O. ve Meriç, Z. (2023). Mahalle Afet Gönüllülüğü: Türkiye'de ve Adalar'da. Adalı Dergisi. https://adalidergisi.com/tum-sayilar/2023/mart-sayi-213/mahalle-afet-gonullulugu-turkiyede-ve-adalarda/. (Erişim Tarihi: 12.07.2026).

Tunç, A. Ş. (2015). Savunmanın sivil gücü: strateji değişimi sonrası yeniden yapılanmaya ilişkin personel algısı araştırması. *Ombudsman Akademik, 2*(3), 143-171.

TÜİK (2026, 12 Temmuz). İl ve İlçelere Göre İl/İlçe Merkezi, Belde/Köy Nüfusu. Erişim tarihi: 12 Temmuz 2026, https://veriportali.tuik.gov.tr/tr/databrowser/tuik/categories/11/11_1/11_1_1/TR,DF_ADNKS_T22,1.1.

Ünal, S., Ada, M., Gönen, T. ve Yıldırım, H. (2022). Uşak İlinin Afet Farkındalığı ve Afet Karşı Hazırlık Durum Araştırması. *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi, 2*, 113-125.

Vale, L. J. (1987). *The Limits of Civil Defence in the USA, Switzerland, Britain and the Soviet Union*. New York: Palgrave Macmillan.

SAĞLIK YÖNETİŞİMİ VE POLİTİKALARINDA YAPAY ZEKÂ: BİBLİYOMETRİK BİR İNCELEME

Dr. Öğr. Üyesi Ali GÖDE[1]

[1] Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,

alig.sy31@gmail.com, Orcid:0000-0002-6865-6298

Özet

Bu çalışmanın amacı, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ konusundaki bilimsel literatürün gelişim sürecini, entelektüel yapısını, iş birliği ağlarını ve tematik eğilimlerini bibliyometrik analiz yöntemiyle incelemektir. Çalışmada, sağlık politikaları ve yönetişimi bağlamında yapay zekâ araştırmalarının yıllara göre gelişimi, etkili yazarlar, ülkeler, çalışmalar ve öne çıkan kavramsal temalar ortaya konulması amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında Web of Science Core Collection veri tabanında yer alan ve 2010–2025 yılları arasında yayımlanmış İngilizce dilindeki makaleler incelenmiştir. Belirlenen dâhil etme ve hariç bırakma kriterleri doğrultusunda toplam 335 yayın bibliyometrik analize dâhil edilmiştir. Veriler, VOSviewer (sürüm 1.6.20) yazılımı kullanılarak ortak yazarlık analizi, atıf analizi, anahtar kelime eş-oluşum analizi, bibliyografik eşleştirme ve kaynaklar arası ortak atıf analizleri ile değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ literatürünün özellikle 2020 yılı sonrasında belirgin biçimde büyüme gösterdiğini ortaya koymuştur. Ortak yazarlık analizinde araştırmaların belirli araştırma grupları ve ülkeler etrafında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Ülkeler arası iş birliği analizinde Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere'nin ağ yapısında merkezi konumda yer aldığı görülmüştür. Atıf analizinde öne çıkan iki çalışmanın alanın etkili yayınları arasında bulunduğu belirlenmiştir. Anahtar kelime eş-oluşum analizinde "artificial intelligence", "health policy", "machine learning", "digital health" ve "public health" kavramlarının öne çıktığı ve alanın dijital sağlık yönetişimi, etik, büyük veri ve sağlık politikaları ekseninde şekillendiği görülmüştür. Bibliyografik eşleştirme ve ortak atıf analizleri ise literatürün disiplinler arası, çok boyutlu ve giderek bütünleşen bir entelektüel yapıya sahip olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ araştırmalarının son yıllarda hızla gelişen ve uluslararası ölçekte yaygınlaşan bir araştırma alanı hâline geldiğini göstermektedir. Bulgular, yapay zekânın sağlık politikaları, dijital sağlık yönetişimi, etik düzenlemeler ve sağlık sistemlerinin dönüşümü açısından stratejik bir araştırma odağına dönüştüğünü ortaya koymaktadır. Ayrıca çalışma, alanın disiplinler arası niteliğini vurgulamakta ve gelecekte politika geliştirme, etik yönetişim ve dijital sağlık uygulamaları odağında daha bütünleşik araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Yapay zekâ, sağlık yönetişimi, sağlık politikası, dijital sağlık, bibliyometrik analiz

ARTİFİCİAL INTELLİGENCE İN HEALTH GOVERNANCE AND POLİCİES: A BİBLİOMETRİC REVİEW

Abstract

The aim of this study is to examine the developmental process, intellectual structure, collaboration networks, and thematic trends of the scientific literature on artificial intelligence in health governance and policies through bibliometric analysis. In this context, the study seeks to reveal the annual development of artificial intelligence research within the framework of health policies and governance, as well as the influential authors, countries, publications, and prominent conceptual themes in the field. Within the scope of the study, English-language articles published between 2010 and 2025 and indexed in the Web of Science Core Collection database were analyzed. In line with the inclusion and exclusion criteria, a total of 335 publications were included in the bibliometric analysis. The data were evaluated using VOSviewer (version 1.6.20) software through co-authorship analysis, citation analysis, keyword co-occurrence analysis, bibliographic coupling, and co-citation analyses. The findings revealed that the literature on artificial intelligence in health governance and policies has shown substantial growth, particularly after 2020. Co-authorship analysis demonstrated that studies were concentrated around specific research groups and countries. In the inter-country collaboration analysis, the United States and the United Kingdom were identified as central actors within the collaboration network. Citation analysis indicated that two prominent studies emerged among the most influential publications in the field. Keyword co-occurrence analysis showed that the concepts of “artificial intelligence,” “health policy,” “machine learning,” “digital health,” and “public health” were the most prominent themes, indicating that the field has been shaped around digital health governance, ethics, big data, and health policies. Furthermore, bibliographic coupling and co-citation analyses demonstrated that the literature possesses an interdisciplinary, multidimensional, and increasingly integrated intellectual structure. This study demonstrates that research on artificial intelligence in health governance and policies has rapidly evolved into a growing and internationally widespread research field in recent years. The findings indicate that artificial intelligence has become a strategic area of focus in relation to health policies, digital health governance, ethical regulations, and the transformation of health systems. Moreover, the study emphasizes the interdisciplinary nature of the field and highlights the need for more integrated future research focusing on policy development, ethical governance, and digital health applications.

Keywords: Artificial intelligence, health governance, health policy, digital health, bibliometric analysis

1. GİRİŞ

Yapay zekâ (YZ) teknolojileri, son yıllarda sağlık sistemlerinin dönüşümünde stratejik bir bileşen haline gelmiş ve sağlık hizmetlerinin planlanması, sunumu ve yönetimi alanlarında önemli değişikliklere yol açmıştır (Herrmann, 2023). Makine öğrenimi, büyük veri analitiği, doğal dil işleme ve üretken yapay zekâ uygulamalarındaki gelişmeler, yalnızca klinik karar destek mekanizmalarını değil, aynı zamanda sağlık politikası geliştirme, hizmetlerin düzenlenmesi ve sağlık sistemlerinin yönetim yapılarını da etkilemiştir (Liu ve Mu, 2024; Tran vd., 2019). Bu durum, yapay zekânın sağlık alanındaki rolünü teknik bir yenilik olmanın ötesine geçmesiyle birlikte yönetimsel, etik, ekonomik ve politik boyutları kapsayan çok boyutlu bir dönüşüm alanı haline gelmiştir (Gupta vd., 2024; Herrmann, 2023; Liu ve Mu, 2024).

Sağlık yönetişimi, sağlık sistemleri içinde karar alma süreçlerinin nasıl organize edildiğini, politikaların nasıl geliştirildiğini ve sağlık hizmetlerinin hangi mekanizmalarla yönetildiğini açıklayan temel bir kavramdır. Çağdaş sağlık yönetişimi, veri yönetişimi, dijital sağlık stratejileri, düzenleyici politikalar, etik denetim, kaynak tahsisi ve paydaş katılımı gibi çok boyutlu süreçleri de kapsamaktadır (Badareu vd., 2025; Bircan ve Salah, 2022; Lobonț vd., 2023). Yapay zekâ uygulamalarının sağlık sistemlerinde giderek yaygınlaşması, mevcut sağlık yönetişimi modellerinin yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Özellikle algoritmik karar verme süreçleri, veri mahremiyeti, şeffaflık, hesap verebilirlik, etik düzenlemeler ve sağlık eşitsizlikleri gibi konular, sağlık politikalarının merkezinde yer alan tartışma alanlarından biri hâline gelmiştir (Gupta vd., 2024; Liu ve Mu, 2024; Moosavi vd., 2021).

Son yıllarda birçok ülke, yapay zekayı sağlık hizmetlerine entegre etmek için ulusal stratejiler geliştirmeye başladı. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Avrupa Birliği, Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü veya İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) ve farklı ulusal sağlık otoriteleri tarafından yayımlanan politika belgelerinde, yapay zekânın sağlık hizmetlerinde güvenli, etik ve sürdürülebilir biçimde kullanılmasına yönelik yönetişim ilkeleri vurgulanmaktadır (Cole, 2024; Hasan, 2024; Singh ve Keche, 2025). Özellikle sağlık verilerinin yönetimi, algoritmik önyargıların önlenmesi, yapay zekâ destekli klinik kararların denetlenmesi ve dijital sağlık altyapılarının düzenlenmesi gibi konular, sağlık politikalarının temel gündem maddeleri arasında yer almaktadır (Huang vd., 2022; Singh ve Keche, 2025; Thayyib vd., 2023). Bu durum, yapay zekâ teknolojilerinin sağlık sistemleri üzerindeki etkisinin teknolojik bir geçişin yanı sıra politik ve yönetsel bir dönüşüm süreci olduğunu göstermektedir.

COVID-19 pandemisi, yapay zekâ destekli sağlık politikaları ve dijital sağlık yönetişimi uygulamalarının önemini daha görünür hâle getirmiştir. Pandemi sürecinde yapay zekânın epidemiyolojik modelleme, temas

takibi, sağlık kaynaklarının planlanması, uzaktan sağlık hizmetleri ve sağlık verilerinin yönetimi gibi alanlarda yoğun biçimde kullanılmıştır. Bu süreç, veri temelli karar mekanizmalarının ve dijital sağlık yönetişiminin sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliği açısından kritik rolünü ortaya koymuştur (Daim ve Yalçın, 2022; Liu ve Mu, 2024; Tran vd., 2019). Ayrıca pandemi sonrası dönemde dijital sağlık politikalarına yönelik küresel ilginin artması, yapay zekâ uygulamalarını sağlık yönetişimi araştırmalarının temel bileşenlerinden biri hâline getirmiştir (Arencibia-Jorge vd., 2023; Borgohain vd., 2024; Luo vd., 2024).

Yapay zekâ ve sağlık alanındaki çalışmaların sayısı son yıllarda belirgin şekilde artmıştır. Ancak çalışmaların çoğu klinik karar destek sistemleri, tıbbi görüntüleme, hastalık tahmini veya klinisyenlerin teknoloji kullanımı üzerine yoğunlaşmaktadır. Sağlık yönetişimi ve sağlık politikaları bağlamında yapay zekâ literatürünü sistematik biçimde değerlendiren çalışmaların ise görece sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Özellikle alanın bilimsel gelişim süreci, iş birliği ağları, entelektüel yapısı ve tematik yönelimlerini bibliyometrik yöntemlerle inceleyen araştırmaların yetersiz olması, mevcut bilgi yapısının bütüncül biçimde değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (Konch ve Hazarika, 2026; Liu ve Mu, 2024; Luo vd., 2024; Tran vd., 2019). Bibliyometrik analiz yöntemi, belirli bir araştırma alanındaki bilimsel üretim yapısını, etkili araştırmacıları, iş birliği ağlarını, kavramsal eğilimleri ve entelektüel gelişim süreçlerini ortaya koyan önemli bir analiz yaklaşımıdır. Özellikle hızlı gelişen ve disiplinler arası nitelik taşıyan araştırma alanlarında bibliyometrik analizler, literatürdeki bilgi kümelerini belirlemek ve gelecekteki araştırma yönelimlerini değerlendirmek açısından önemli katkılar sağlamaktadır (Bircan ve Salah, 2022; Borgohain vd., 2024; Daim ve Yalçın, 2022; Huang vd., 2022). Sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ gibi çok boyutlu bir araştırma alanının sistematik biçimde incelenmesi, hem akademik literatürün mevcut durumunun anlaşılması hem de gelecekteki politika geliştirme süreçlerine bilimsel katkı sunulması açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ alanındaki bilimsel literatürün gelişim sürecini, iş birliği ağlarını, entelektüel yapısını ve tematik eğilimlerini bibliyometrik analiz yöntemiyle incelemektir. Bu doğrultuda Web of Science Core Collection veri tabanında indekslenen çalışmalar üzerinden yayın eğilimleri, ortak yazarlık yapıları, etkili çalışmalar, anahtar kavramlar ve ortak atıf ilişkileri analiz edilmiştir. Çalışmanın, sağlık politikaları ve dijital sağlık yönetişimi alanında yapay zekâ literatürünün mevcut yapısını ortaya koyarak gelecekte yapılacak araştırmalar ve politika geliştirme süreçleri için kavramsal bir çerçeve sunması amaçlanmaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Tasarımı

Bu çalışma, sağlık yönetişimi ve sağlık politikaları alanında yapay zekâ temelli araştırmaların bilimsel gelişimini, entelektüel yapısını ve tematik eğilimlerini incelemek amacıyla bibliyometrik araştırma tasarımına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bibliyometrik analiz; belirli bir araştırma alanındaki bilimsel üretimin yapısını ortaya koymak, etkili yazar, ülke, kurum ve dergileri belirlemek, ayrıca araştırma eğilimleri ile bilgi ağlarını değerlendirmek amacıyla bibliyografik verilerin istatistiksel ve ağ tabanlı yöntemlerle analiz edilmesine dayanan nicel bir yaklaşımdır (Kara Çiğdem vd., 2024; Passas, 2024).

Sağlık yönetişimi, dijital sağlık politikaları ve yapay zekâ uygulamalarının son yıllarda sağlık sistemlerinin dönüşümünde giderek daha stratejik bir konuma gelmesi, bu alandaki bilimsel literatürün sistematik olarak incelenmesini gerekli hâle getirmiştir. Özellikle yapay zekânın sağlık politikalarının oluşturulması, karar destek süreçleri, veri yönetişimi, etik düzenlemeler ve dijital sağlık stratejileri üzerindeki etkisinin artmasıyla birlikte alanın çok disiplinli bir yapıda gelişmesine neden olmuştur. Bu doğrultuda bibliyometrik analiz yöntemi, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ literatürünün gelişim sürecini kapsamlı, nesnel ve tekrarlanabilir biçimde değerlendirmek açısından uygun bir yöntem olarak tercih edilmiştir.

2.2. Veri Kaynağı

Bu çalışmada kullanılan bibliyografik veriler, 2-14 Şubat 2026 tarihleri arasında, bibliyometrik araştırmalarda yaygın olarak tercih edilen ve kapsamlı atıf ağı yapısı ile standartlaştırılmış bibliyografik veri sunan Web of Science Core Collection (WoSCC) veritabanından elde edilmiştir. Web of Science Core Collection, yüksek kaliteli akademik yayınları indekslemesi, güçlü atıf ilişkileri sağlaması ve disiplinlerarası literatür taramalarına olanak tanıması nedeniyle bibliyometrik analizler açısından güvenilir veri kaynaklarından biri olarak kabul edilmektedir.

Araştırma kapsamında sağlık yönetişimi, sağlık politikaları ve yapay zekâ ilişkisini ele alan çalışmaların kapsamlı biçimde incelenebilmesi amacıyla veri tabanında indeks düzeyinde herhangi bir sınırlama uygulanmamıştır. Bu yaklaşım, yapay zekâ temelli sağlık politikaları ve yönetişim çalışmalarının farklı disiplinlerdeki gelişimini bütüncül biçimde değerlendirmeye olanak sağlamıştır. Bibliyografik veri toplama süreci belirlenen arama stratejisi doğrultusunda gerçekleştirilmiş ve elde edilen kayıtlar dahil etme ile hariç tutma kriterlerine göre değerlendirilmiştir.

2.3. Veri Arama Stratejisi

Bibliyografik tarama süreci, 2-14 Şubat 2026 tarihleri arasında Web of Science Core Collection veritabanında tüm alanları kapsayan (“All Fields”) arama yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşım sayesinde çalışmaların başlık, özet, anahtar kelime ve diğer bibliyografik alanlarında yer alan kavramların birlikte değerlendirilmesi mümkün olmuştur. Sağlık yönetişimi ve sağlık politikaları alanında yapay zekâ temelli çalışmaları kapsamlı biçimde belirleyebilmek amacıyla, literatürde yaygın olarak kullanılan yapay zekâ ve sağlık politikası/yönetişimi kavramları birlikte değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda arama stratejisinde yapay zekâ alanını temsil etmek amacıyla “artificial intelligence” terimi kullanılmış; sağlık yönetişimi ve politika boyutunu yansıtmak amacıyla ise “healthcare governance”, “health governance”, “health policy” ve “digital health policy” kavramlarına yer verilmiştir. Çalışmada kullanılan son arama sorgusu aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

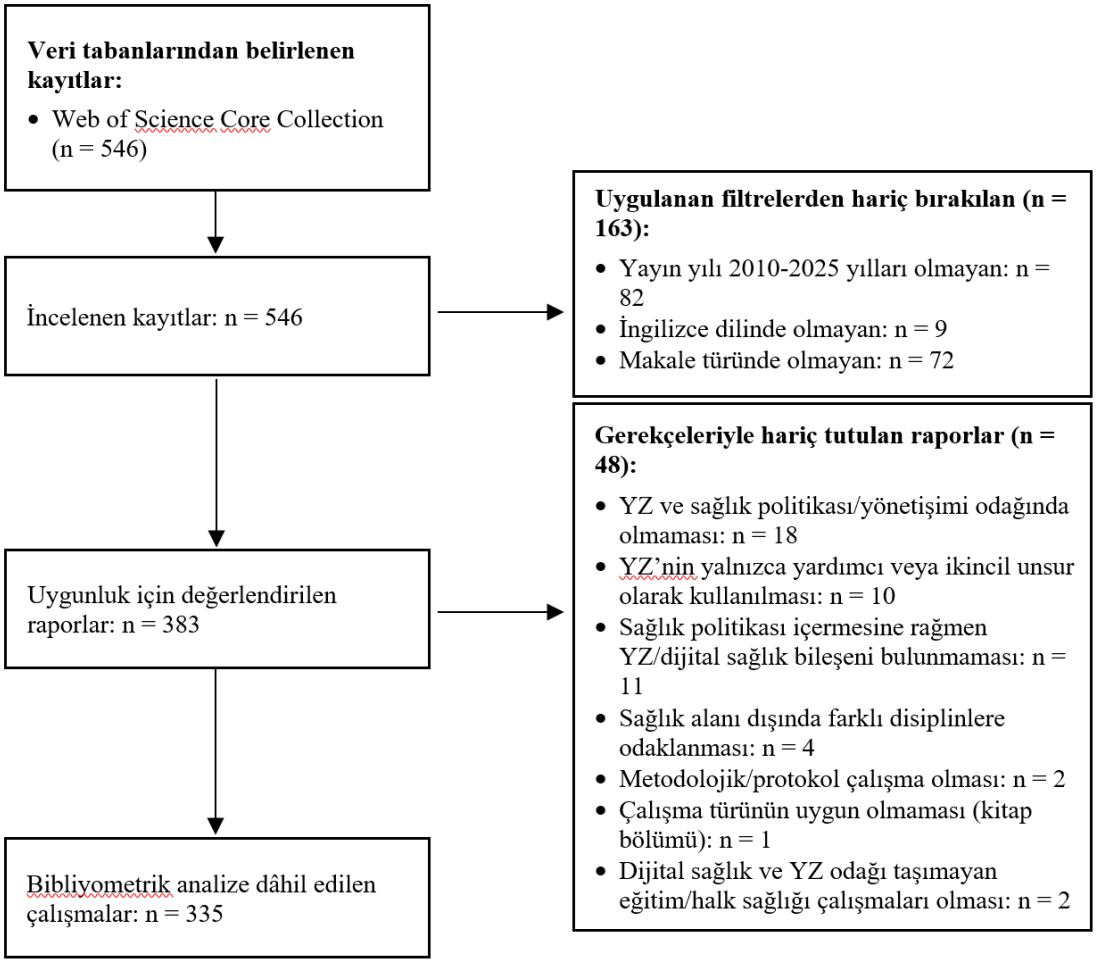
(("artificial intelligence") AND ("healthcare governance" OR "health governance" OR "health policy" OR "digital health policy")).

Arama stratejisi oluşturulurken sağlık dışı disiplinlerde yer alan yapay zekâ çalışmalarının veri setine dâhil edilmesini en aza indirmek amacıyla, sağlık yönetişimi ve sağlık politikası bağlamını açık biçimde yansıtan kavramların kullanılmasına özen gösterilmiştir. Bu yaklaşım ile yapay zekânın sağlık politikaları, dijital sağlık yönetişimi ve sağlık sistemleri yönetimi bağlamındaki bilimsel literatürünü temsil eden kavramsal olarak tutarlı bir veri seti oluşturulması amaçlanmıştır.

2.4. Dâhil Etme Kriterleri ve Filtreleme

Bu çalışmada literatürün odaklanmış, tutarlı ve karşılaştırılabilir biçimde analiz edilebilmesi amacıyla önceden belirlenmiş dâhil etme kriterleri uygulanmıştır. Bu doğrultuda yalnızca 2010–2025 yılları arasında yayımlanmış, İngilizce dilinde yazılmış ve makale türündeki çalışmalar analize dâhil edilmiştir. Veri seti, Web of Science Core Collection veritabanında indekslenen yayınlarla sınırlandırılmıştır. Makale türü dışında kalan konferans bildirileri, editoryal materyaller, kitap bölümleri ve İngilizce dışındaki yayınlar kapsam dışında bırakılmıştır.

Filtreleme işlemleri sonrasında elde edilen çalışmalar ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Analize dâhil edilen yayınların doğrudan sağlık yönetişimi, sağlık politikaları veya dijital sağlık politikaları bağlamında yapay zekâ konusunu ele alması temel ölçüt olarak benimsenmiştir (Şekil 1). Ayrıca yapay zekânın yalnızca yardımcı veya ikincil unsur olarak yer aldığı, sağlık politikası/yönetişimi odağı taşımayan ya da sağlık alanı dışındaki disiplinlere odaklanan çalışmalar analiz kapsamına alınmamıştır.



Şekil 1. Akış Diyagramına Göre Çalışma Seçim Süreci

Bu çalışmada literatür tarama ve çalışma seçimi süreci PRISMA akış diyagramı doğrultusunda yürütülmüştür (Şekil 1). Web of Science Core Collection veritabanında gerçekleştirilen arama sonucunda toplam 546 kayıt elde edilmiştir. Yayın yılı (2010–2025), dil (İngilizce) ve doküman türü (makale) kriterlerinin uygulanması sonucunda 163 çalışma dışlanmıştır (yayın yılı kriterine uymayan: n = 82; İngilizce olmayan: n = 9; makale türünde olmayan: n = 72). Böylece 383 çalışma uygunluk değerlendirmesine alınmıştır.

Tam metin incelemesi sonucunda toplam 48 çalışma çeşitli gerekçelerle hariç tutulmuştur. Bu gerekçeler arasında çalışmaların yapay zekâ ve sağlık politikası/yönetişimi odağında olmaması (n = 18), yapay zekânın yalnızca yardımcı veya ikincil unsur olarak kullanılması (n = 10), sağlık politikası içermesine rağmen yapay zekâ/dijital sağlık bileşeninin bulunmaması (n = 11), sağlık alanı dışında farklı disiplinlere odaklanılması (n = 4), metodolojik/protokol çalışma niteliğinde olması (n = 2), çalışma türünün uygun olmaması (kitap bölümü) (n

= 1) ve dijital sağlık ile yapay zekâ odağı taşımayan eğitim/halk sağlığı çalışmaları olması (n = 2) yer almaktadır.

Sonuç olarak sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ literatürünü temsil eden toplam 335 yayın bibliyometrik analize dâhil edilmiştir.

2.5. Bibliyometrik Analiz ve Görselleştirme

Bu çalışmada bibliyometrik analizler ve görselleştirmeler, bibliyografik ağların oluşturulması ve ilişkisel yapıların görsel olarak incelenmesi amacıyla geliştirilen VOSviewer (sürüm 1.6.20) yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. VOSviewer; büyük ölçekli bibliyografik veri kümelerini etkili biçimde analiz edebilmesi, ağ temelli ilişkileri görselleştirebilmesi ve bibliyometrik haritaların yorumlanabilirliğini artırması nedeniyle tercih edilmiştir. Yazılım aracılığıyla yayınlar, yazarlar, ülkeler, kurumlar ve anahtar kelimeler arasındaki ilişkiler ağ haritaları üzerinden değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında aşağıdaki bibliyometrik analiz türleri uygulanmıştır:

- Ortak yazarlık analizi, yazarlar ve ülkeler arasındaki bilimsel iş birliği yapılarının ortaya konulması amacıyla gerçekleştirilmiştir.
- Atıf analizi, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ alanındaki en etkili yayınlar, yazarlar ve dergilerin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır.
- Anahtar kelime birlikte geçme analizi, yazar anahtar kelimeleri temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Böylece araştırma alanındaki baskın temalar, kavramsal eğilimler ve çalışma kümeleri ortaya çıkarılmıştır.
- Bibliyografik eşleştirme analizi, yayınlar arasındaki ortak referans kullanımına dayalı benzerlikleri değerlendirmek ve literatürdeki entelektüel yapıyı incelemek amacıyla uygulanmıştır.
- Kaynaklar arası ortak atıf analizi, alanın bilimsel yapısını ortaya çıkarmak amacıyla yapılmıştır.

Anahtar kelime birlikte geçme analizlerinde, görsel haritaların okunabilirliğini artırmak ve düşük frekanslı terimlerin oluşturduğu görsel yoğunluğu azaltmak amacıyla minimum tekrar etme eşiği uygulanmıştır. Tüm bibliyometrik analizlerde tam sayım yöntemi tercih edilmiştir.

2.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışma, Web of Science Core Collection veri tabanında indekslenen yayınların tam metin içerikleri de dikkate alınarak yürütülmüş olmakla birlikte, diğer veri tabanlarında yer alan bazı çalışmalar kapsam dışında kalmış olabilir. Bibliyometrik analizlerin doğası gereği, yayınların kuramsal derinliği ve metodolojik niteliği nitel olarak yorumlansa da, elde edilen bulgular ağırlıklı olarak yapısal ve ilişkisel örüntülere dayanmaktadır. Ayrıca alanın görece yeni ve dağınık yapısını kapsayıcı biçimde yansıtmak amacıyla bazı analizlerde düşük eşik

değerleri tercih edilmiş olup, bu durum ağ görselleştirmelerinin yorumlanabilirliğini sınırlı ölçüde etkileyebilir. Ek olarak, atıf temelli analizlerin zamana duyarlı olması nedeniyle, özellikle yakın dönemde yayımlanan çalışmaların literatürdeki etkisi henüz tam olarak yansımamış olabilir. Son olarak sağlık yönetişimi ve yapay zekâ literatürünün çok disiplinli ve hızla gelişen yapısı nedeniyle, bazı çalışmaların kavramsal sınırlarının farklı biçimlerde yorumlanabilmesi mümkün olup, bu durum çalışma seçim sürecini sınırlı ölçüde etkileyebilir.

2.7. Etik Hususlar

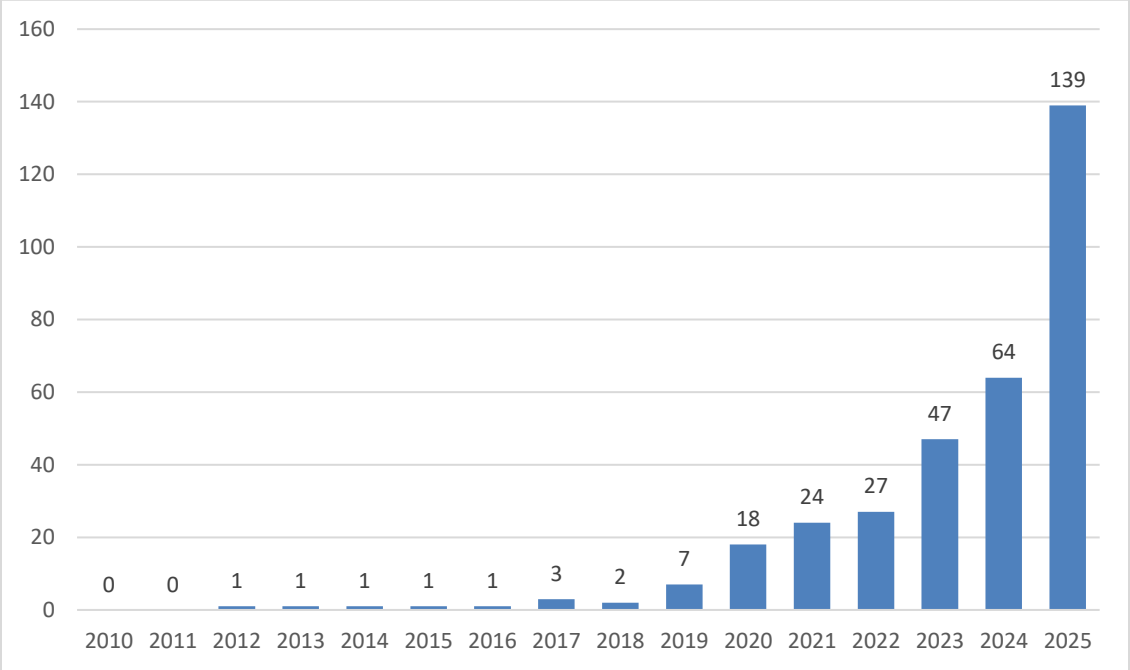
Bu araştırma, yalnızca kamuya açık bibliyografik veri tabanlarından elde edilen ikincil verilere dayanmaktadır. Çalışmada insan katılımcılara ait herhangi bir veri ya da tanımlanabilir kişisel bilgi kullanılmadığından etik kurul onayına ihtiyaç duyulmamıştır. Araştırma süreci boyunca veri kullanımı, analiz ve raporlama aşamaları akademik dürüstlük, şeffaflık ve sorumlu araştırma ilkeleri çerçevesinde yürütülmüştür.

3. BULGULAR

Bu bölümde, Web of Science Core Collection veritabanından elde edilen ve bibliyometrik analize dâhil edilen 335 çalışmaya ait analiz sonuçları sunulmaktadır. Analizler, VOSviewer yazılımı kullanılarak ortak yazarlık ilişkileri, atıf yapıları, anahtar kelime birlikte geçme ağları ve bibliyografik eşleştirme analizleri kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ alanındaki bilimsel üretim yapısı, araştırmacılar ve ülkeler arasındaki iş birliği ağları, etkili yayın kaynakları ve literatürde öne çıkan tematik eğilimler ortaya konulmuştur.

3.1. Yıllara Göre Yayın Eğilimi

Sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ konusuna ilişkin akademik yayınların yıllara göre dağılımı incelenerek alanın zamansal gelişim eğilimi ortaya konulmuştur. Web of Science Core Collection veritabanından elde edilen ve bibliyometrik analize dâhil edilen 335 yayının yayımlanma yılları esas alınarak oluşturulan dağılım, literatürdeki bilimsel üretimin özellikle son yıllarda belirgin biçimde artış gösterdiğini ortaya koymaktadır (Şekil 2).

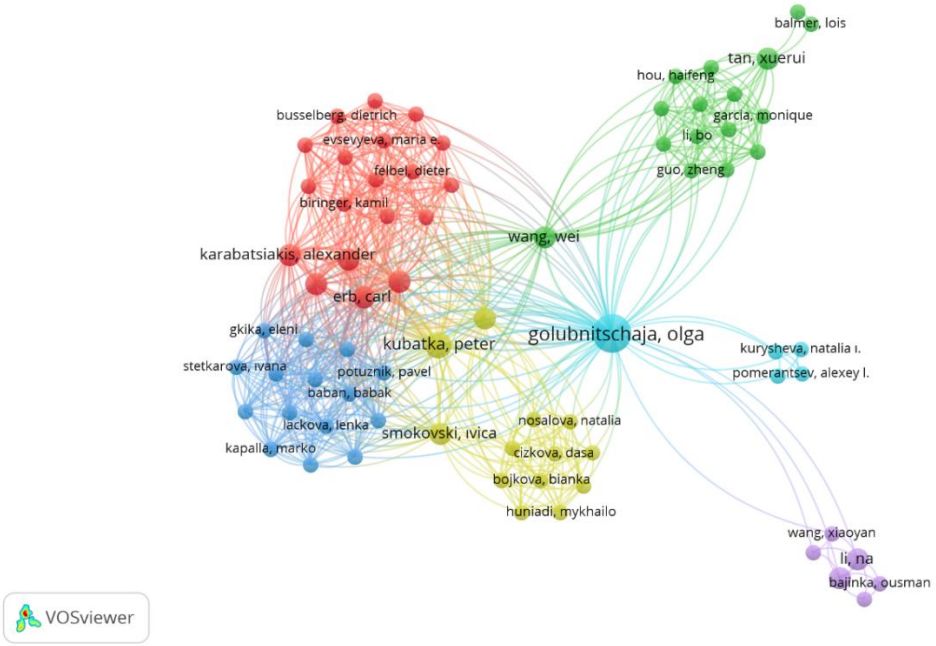


Şekil 2. Sağlık Yönetişimi ve Politikalarında Yapay Zekâ Araştırmalarının Yıllara Göre Yayın Eğilimi

Şekil 2 incelendiğinde, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ alanındaki yayınların 2010–2018 yılları arasında oldukça sınırlı düzeyde kaldığı görülmektedir. Bu dönemde yıllık yayın sayıları genellikle bir veya birkaç çalışma ile sınırlı kalmış, alanın henüz gelişim aşamasında olduğu anlaşılmıştır. 2019 yılı itibarıyla yayın sayısında artış eğilimi başlamış ve özellikle 2020 sonrası dönemde literatürde dikkat çekici bir büyüme gözlenmiştir. 2021 ve 2022 yıllarında yayın üretimindeki artışın sürdüğü görülürken, 2023 yılında 47 yayına ulaşılması alanın hızla geliştiğini göstermektedir. Bu artış eğilimi 2024 yılında daha da ivme kazanmış ve yayın sayısı 64'e yükselmiştir. En yüksek yayın sayısına ise 2025 yılında ulaşılmış olup, bu yılda toplam 139 çalışma yayımlanmıştır. Elde edilen bulgular, yapay zekâ teknolojilerinin sağlık politikaları, dijital sağlık yönetişimi ve sağlık sistemleri dönüşümü üzerindeki etkisine yönelik akademik ilginin son yıllarda önemli ölçüde arttığını göstermektedir.

3.2. Yazarlar Arası Ortak Yazarlık Analizi

Yazarlar arası ortak yazarlık analizi, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ alanındaki bilimsel iş birliği yapısını ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Analizde VOSviewer yazılımında en az 1 yayın ve en az 1 atıf kriteri esas alınmıştır. Bu eşik değerleri sonucunda toplam 1798 yazardan 1583'ünün belirlenen kriterleri karşıladığı görülmüştür. Ancak ağ yapısındaki bağlantısız öğeler nedeniyle analiz, en büyük bağlantılı ağ kümesini oluşturan 74 yazar üzerinden gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan ağ haritasında toplam 6 küme, 704 bağlantı ve 732 toplam bağlantı gücü tespit edilmiştir (Şekil 3).



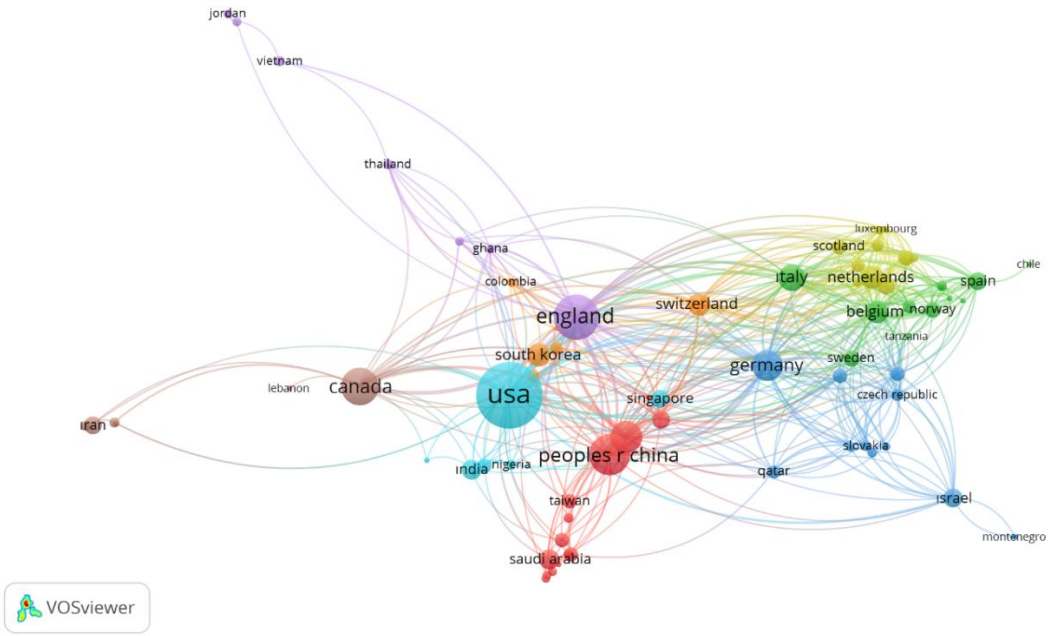
Şekil 3. Yazarlar Arası İş Birliği Yapısını Gösteren Ortak Yazarlık Ağı

Analiz sonuçları, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ araştırmalarının belirli araştırma grupları etrafında yoğunlaştığını ve alan içerisinde kümelenmiş iş birliği yapılarının oluştuğunu göstermektedir. Ağ haritasında özellikle Golubnitschaja Olga'nın yüksek toplam bağlantı gücü (79) ile en merkezi yazarlardan biri olduğu görülmektedir. Bunun yanında Kubatka Peter (57), Erb Carl (44), Karabatsiakis Alexander (44), Paul Friedemann (44) ve Polivka Jiri (44) gibi araştırmacılar da güçlü iş birliği ağlarıyla öne çıkmaktadır.

Ağ yapısı incelendiğinde, farklı kümelerde yer alan araştırmacıların belirli tematik alanlar veya ortak çalışma grupları etrafında organize olduğu görülmektedir. Özellikle Wang Wei ve Golubnitschaja Olga gibi yazarların farklı kümeler arasında bağlantı sağlayan merkezî aktörler olarak dikkat çektiği belirlenmiştir. Bu durum, alan içerisindeki bilgi akışının belirli çekirdek araştırmacılar aracılığıyla şekillendiğini göstermektedir. Bununla birlikte bazı kümelerin daha sınırlı sayıda araştırmacıdan oluştuğu ve diğer kümelerle daha zayıf bağlantılar kurduğu görülmektedir. Bu yapı, sağlık yönetişimi ve yapay zekâ literatürünün hâlen gelişmekte olan ve disiplinlerarası iş birlikleri üzerinden büyüyen bir araştırma alanı olduğunu göstermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde ortak yazarlık ağı, alanın son yıllarda artan akademik ilgiyle birlikte daha yoğun ve çok merkezli bir iş birliği yapısına doğru dönüştüğünü işaret etmektedir.

3.3. Ülkeler Arası Ortak Yazarlık Ağı

Ülkeler arası bilimsel iş birliği yapısını ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilen ortak yazarlık analizinde, en az 1 yayın ve en az 1 atıf kriteri esas alınarak ağ haritası oluşturulmuştur. Analiz sonucunda toplam 85 ülkenin 79'unun belirlenen eşik değerleri karşıladığı görülmüş ve bağlantısız öğelerin çıkarılmasıyla oluşturulan nihai ağ yapısında 77 ülke yer almıştır. Ağ haritasında toplam 8 küme, 508 bağlantı ve 781 toplam bağlantı gücü tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Ülkeler Arası Ortak Yazarlık Ağı

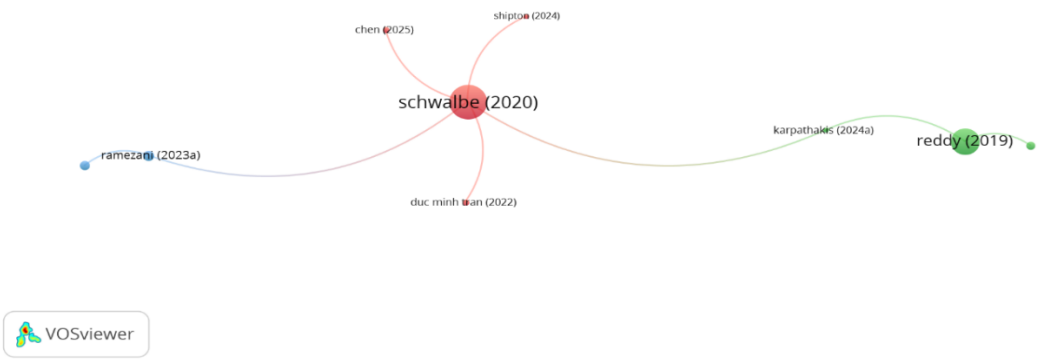
Ağ haritası incelendiğinde, Amerika Birleşik Devletleri'nin (ABD) hem yayın sayısı (115) hem atıf sayısı (2750) hem de toplam bağlantı gücü (124) açısından ağın en merkezi ülkesi olduğu görülmektedir. ABD'nin özellikle İngiltere, Çin, Kanada ve Avrupa ülkeleriyle yoğun iş birlikleri kurduğu ve farklı kümeler arasında bağlayıcı bir rol üstlendiği dikkat çekmektedir. İngiltere ise 55 yayın, 1397 atıf ve 114 toplam bağlantı gücü ile ağın ikinci en güçlü iş birliği merkezi olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, analiz sonuçlarına göre Çin, Almanya, İtalya, Kanada, Avustralya ve Belçika gibi ülkeler de alan içerisindeki önemli araştırma merkezleri arasında yer almaktadır. Özellikle Almanya, İtalya ve Hollanda'nın Avrupa merkezli iş birliği kümelerinde yoğunlaştığı görülürken, Çin'in Asya ve Kuzey Amerika ülkeleriyle güçlü bağlantılar geliştirdiği dikkat çekmektedir. Ancak, ağ yapısında bazı ülkelerin daha bölgesel iş birlikleri içerisinde konumlandığı görülmektedir. Katar, Suudi Arabistan, Singapur ve İsrail gibi ülkeler belirli kümelerde etkili bağlantılar kurmasına rağmen, küresel ağ

içerisindeki merkezî konumlarının daha sınırlı olduğu anlaşılmaktadır. Bunun yanında Vietnam, Ürdün, İran ve Lübnan gibi ülkelerin daha çevresel konumlarda yer aldığı ve sınırlı uluslararası iş birliği ağına sahip olduğu gözlenmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ araştırmalarının küresel ölçekte hızla yaygınlaşmaktadır. Ancak bilimsel iş birliklerinin özellikle Kuzey Amerika, Avrupa ve belirli Asya ülkeleri etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Elde edilen bulgular, alanın giderek uluslararasılaşan bir araştırma yapısına sahip olduğunu göstermekle birlikte, ülkeler arası iş birliklerinin hâlen belirli merkezler çevresinde kümelendiğini ortaya koymaktadır.

3.4. Atıf Analizi

Sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ literatüründe en etkili çalışmaların belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen atıf analizinde doküman bazlı analiz yöntemi kullanılmıştır. Analiz, en az 1 atıf alan yayınlar dikkate alınarak yürütülmüş ve toplam 335 dokümandan 282'sinin belirlenen eşik değerini karşıladığı tespit edilmiştir. Ancak bağlantılı dokümanlar esas alındığında, ağ yapısında yalnızca 9 dokümandan oluşan ana bağlantılı bileşen elde edilmiştir. Analiz sonucunda oluşan atıf ağı 3 küme, 8 bağlantı ve sınırlı düzeyde bir bağlantı yapısından meydana gelmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Doküman Bazlı Atıf Ağı

Elde edilen ağ yapısı, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ alanındaki literatürün yüksek atıf alan bazı temel çalışmalar etrafında şekillenmektedir. Ancak çalışmalar arasındaki doğrudan atıf ilişkilerinin oldukça sınırlı ve parçalı bir yapı sergilediğini göstermektedir. Bu durum, alanın disiplinlerarası özellik taşıması ve henüz ortak bir çekirdek literatür etrafında tam olarak bütünleşmemesiyle ilişkilendirilebilir. Analiz sonuçlarına göre, Brauer vd. (2024) çalışması 2139 atıf ile en yüksek atıf alan yayın olarak dikkat çekmektedir. Bununla birlikte bu çalışmanın ağ içerisindeki bağlantı sayısının sınırlı olması, yüksek etkiye sahip olmasına rağmen

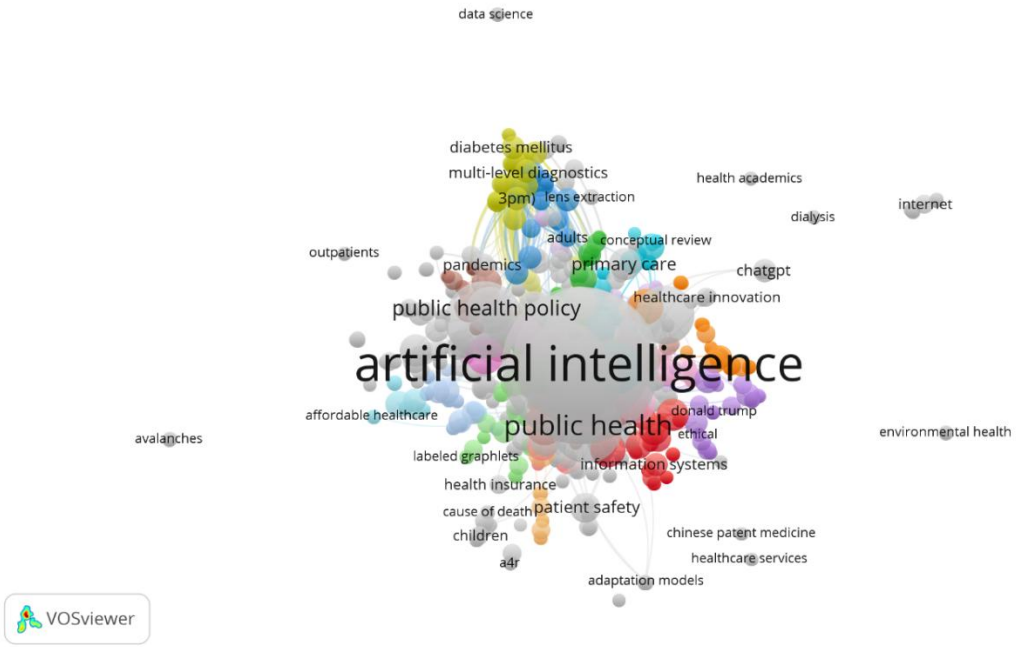
diğer çalışmalarla doğrudan atıf ilişkilerinin görece düşük düzeyde kaldığını göstermektedir. Schwalbe vd. (2020) çalışması ise 476 atıf ve 5 bağlantı ile ağın en merkezi dokümanı olarak öne çıkmaktadır. Schwalbe'nin farklı kümeler arasında bağlantı kuran temel çalışma niteliğinde olduğu görülmektedir. Ayrıca Reddy vd. (2019), Golubnitschaja vd. (2021), Wang vd. (2021) ve Allam vd. (2020) çalışmalarının ağ içerisinde bağlantılı yapılar oluşturduğu dikkat çekmektedir. Özellikle Reddy vd. (2019) çalışmasının sağlık politikaları ve dijital sağlık yönetişimi eksenindeki araştırmalarla ilişkili olduğu görülmekte ve Golubnitschaja vd. (2021) çalışmasının ise yapay zekâ, kişiselleştirilmiş tıp ve sağlık sistemleri dönüşümü temelli araştırmalarla bağlantı kurduğu anlaşılmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ araştırmalarında etkili ve yüksek atıf alan çalışmaların bulunmaktadır. Ancak bu çalışmalar arasındaki doğrudan atıf ilişkilerinin henüz güçlü bir bütünleşik yapı oluşturmadığı görülmektedir. Bu durum, alanın gelişim sürecinin devam ettiğini ve gelecekte daha yoğun bir kuramsal bütünleşme potansiyeli taşıdığını ortaya koymaktadır.

3.5. Anahtar Kelime Eş-Oluşum Analizi

Sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ literatürünün tematik yapısını ortaya koymak amacıyla anahtar kelime eş-oluşum analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesinde, aynı kavramı ifade eden ancak farklı yazım biçimlerine sahip anahtar kelimeler, oluşturulan eşleştirme dosyası aracılığıyla birleştirilmiş ve böylece kavramsal bütünlük sağlanmıştır.

Analiz, en az 1 kez tekrar eden anahtar kelimeler dikkate alınarak yürütülmüştür. Bu kapsamda toplam 1252 anahtar kelime belirlenmiş, bağlantısız anahtar kelimelerin ağ yapısını bozmasını önlemek amacıyla analiz en büyük bağlantılı bileşen üzerinden gerçekleştirilmiştir. Sonuçta 1177 anahtar kelime, 54 küme, 8369 bağlantı ve 9093 toplam bağlantı gücünden oluşan bir ağ yapısı elde edilmiştir (Şekil 6).



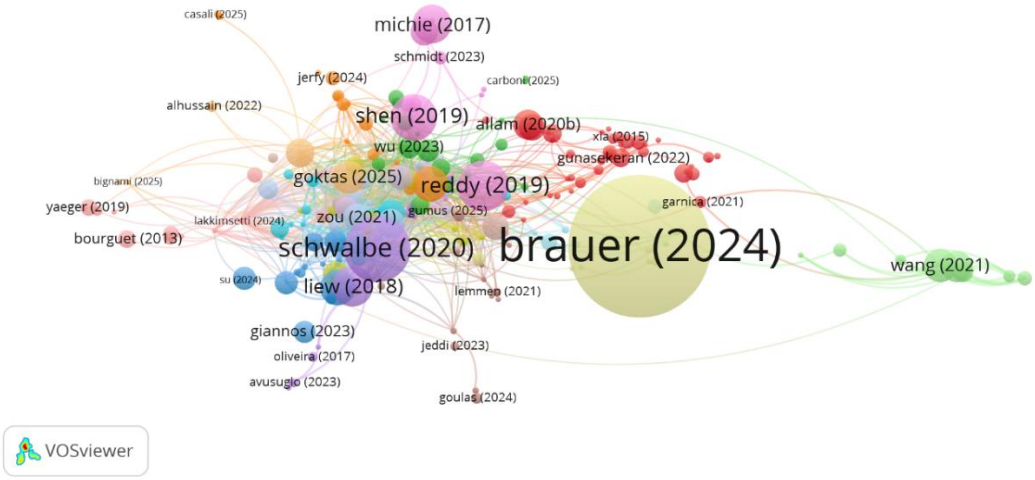
Şekil 6. Anahtar Kelime Eş-Oluşum Ağı

Analiz sonuçlarına göre, “artificial intelligence” anahtar kelimesi 135 tekrar ve 833 toplam bağlantı gücü ile ağın merkezinde yer almakta ve literatürün temel kavramsal odağını oluşturmaktadır. Bu kavramı sırasıyla “health policy” (106 tekrar), “machine learning” (44 tekrar), “covid-19” (33 tekrar), “digital health” (32 tekrar), “public health” (28 tekrar) ve “healthcare” (19 tekrar) anahtar kelimeleri takip etmektedir. Ayrıca “large language models”, “chatgpt”, “telehealth”, “ethics”, “natural language processing” ve “big data” gibi kavramların ağ içerisinde dikkat çekici bağlantı gücüne sahip olması, sağlık yönetişimi ve politikaları alanında üretken yapay zekâ, veri odaklı sağlık yönetimi ve dijital dönüşüm konularına yönelik ilginin arttığını göstermektedir. Bununla birlikte, kümelerin yüksek sayıda olması, sağlık yönetişimi ve yapay zekâ literatürünün disiplinler arası ve çok boyutlu bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ağ yapısı incelendiğinde, bazı kümelerin sağlık politikaları ve kamu sağlığı ekseninde yoğunlaştığı, bazı kümelerin dijital sağlık, büyük veri ve makine öğrenmesi uygulamalarına odaklandığı, diğer bazı kümelerin ise etik, hasta güvenliği, sağlık hizmetlerinin yönetimi ve yapay zekâ destekli karar verme süreçleri etrafında şekillendiği görülmektedir. Özellikle “covid-19”, “public health”, “healthcare” ve “digital health” kavramlarının merkezi konumu, pandemi sonrası dönemde yapay zekâ uygulamalarının sağlık sistemlerinin yönetimi ve politika geliştirme süreçlerinde daha görünür hâle geldiğini göstermektedir.

Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ araştırmalarının yalnızca teknik uygulamalarla sınırlı kalmadığı ve etik, yönetsel, toplumsal ve politika odaklı boyutları da içeren geniş bir kavramsal çerçevede gelişim gösterdiği anlaşılmaktadır.

3.6. Bibliyografik Eşleştirme

Sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ literatüründe çalışmalar arasındaki tematik yakınlıkları ve ortak referans kullanımını ortaya koymak amacıyla bibliyografik eşleştirme analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz birimi olarak dokümanlar seçilmiş ve en az 1 atıf alan çalışmalar analize dâhil edilmiştir. Bu eşik değer doğrultusunda veri setinde yer alan 335 dokümandan 282'sinin bibliyografik eşleştirme kriterlerini karşıladığı belirlenmiştir. Ağ yapısında bağlantısız dokümanların bulunması nedeniyle analiz, en büyük bağlantılı bileşen üzerinden yürütülmüş ve sonuç olarak 234 doküman analiz kapsamına alınmıştır. Elde edilen bibliyografik eşleştirme ağı 17 küme, 1439 bağlantı ve 1996 toplam bağlantı gücünden oluşmaktadır. Bu bulgular, literatürde yer alan çalışmalar arasında belirgin bir ortak referans yapısının bulunduğunu ve alanın farklı ancak birbiriyle ilişkili tematik eksenler etrafında geliştiğini göstermektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Dokümanlar Arası Bibliyografik Eşleştirme Ağı

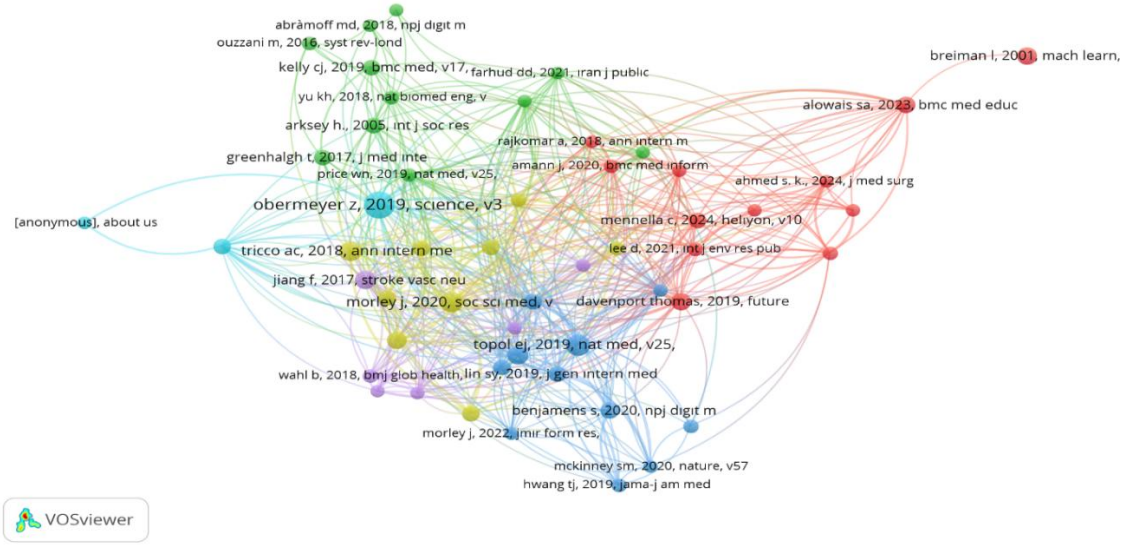
Ağ yapısı incelendiğinde, Brauer vd. (2024) çalışmasının yüksek atıf sayısı ve güçlü bağlantı yapısıyla ağın merkezinde yer aldığı görülmektedir. Bunun yanında Schwalbe vd. (2020), Reddy vd. (2019), Shen vd. (2019), Wang vd. (2021), Fisher vd. (2022) ve Goktas vd. (2025) çalışmalarının da yüksek bağlantı gücü sayesinde literatürde önemli bir konuma sahip olduğu dikkat çekmektedir. Özellikle Brauer vd. (2024) çalışmasının ağ içerisinde büyük bir düğüm olarak öne çıkması, bu çalışmanın sağlık politikaları, dijital sağlık yönetişimi ve yapay zekâ uygulamalarına ilişkin araştırmalar arasında güçlü bir köprü işlevi gördüğünü göstermektedir.

Ayrıca, kümeler arası ilişkiler değerlendirildiğinde, literatürün yalnızca teknik yapay zekâ uygulamalarından oluşmadığı ve sağlık politikaları, dijital sağlık sistemleri, sağlık hizmet sunumu, etik ve yönetişim, büyük veri analitiği ve karar destek mekanizmaları gibi çok sayıda araştırma alanının kesişiminde şekillendiği görülmektedir. Ayrıca ağ yapısında pandemi sonrası döneme ilişkin çalışmaların da önemli bir yoğunluk oluşturduğu dikkat çekmektedir. Bu durum, COVID-19 sonrası süreçte sağlık yönetişiminde yapay zekâ destekli uygulamalara yönelik akademik ilginin belirgin biçimde arttığını göstermektedir.

Genel olarak bibliyografik eşleştirme analizi sonuçları, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ literatürünün ortak referanslar etrafında kümelenen, disiplinler arası ve giderek bütünleşen bir araştırma yapısına sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

3.7. Kaynaklar Arası Ortak Atıf Analizi

Sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ literatürünün entelektüel yapısını ve birlikte atıf alan temel çalışmaları belirlemek amacıyla kaynaklar arası ortak atıf analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz, yayınların referans listelerinde birlikte yer alan kaynaklar temel alınarak yürütülmüştür. Analiz birimi olarak atıf yapılan kaynakçalar seçilmiş, tam sayım yöntemi uygulanmış ve en az 5 kez atıf alan kaynaklar analize dâhil edilmiştir. Bu eşik değer doğrultusunda toplam 18.052 atıf yapılan kaynak içerisinden 54 kaynağın analiz kriterlerini karşıladığı belirlenmiştir. Ağ yapısında bağlantısız öğelerin bulunması nedeniyle analiz en büyük bağlantılı bileşen üzerinden sürdürülmüş ve sonuç olarak 52 kaynak analiz kapsamına alınmıştır. Elde edilen ortak atıf ağı 6 küme, 506 bağlantı ve 689 toplam bağlantı gücünden oluşmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Kaynaklar Arası Ortak Atıf Ağı

Ortak atıf ağı incelendiğinde, özellikle Obermeyer vd. (2019), Morley vd. (2020), Shaw vd. (2019), Topol (2019) ve Davenport vd. (2019) çalışmalarının yüksek bağlantı gücü ile ağ yapısında merkezi konumda yer aldığı görülmektedir. Bunun yanında Murphy vd. (2021), Tricco vd. (2018), Jiang vd. (2017) ve Benjamens vd. (2020) gibi çalışmaların da literatürde güçlü ortak atıf ilişkilerine sahip olduğu dikkat çekmektedir. Ağ yapısındaki kümeler incelendiğinde ise yapay zekâ etiği, algoritmik önyargı, dijital sağlık dönüşümü, klinik karar destek sistemleri, sağlık politikaları ve yapay zekânın sağlık hizmetlerine entegrasyonu gibi tematik alanların ön plana çıktığı görülmektedir. Özellikle Obermeyer vd. (2019) çalışmasının algoritmik önyargı ve sağlık eşitsizlikleri bağlamında ve Morley vd. (2020) çalışmasının ise yapay zekâ etiği ve yönetişim çerçevesinde literatürde temel referanslardan biri hâline geldiği söylenebilir.

Kümeler arası yoğun bağlantılar, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ araştırmalarının yalnızca teknik uygulamalara odaklanmamaktadır. Aynı zamanda etik, düzenleyici politikalar, sağlık sistemlerinin dijital dönüşümü ve klinik karar süreçleri gibi çok boyutlu konular etrafında şekillendiğini göstermektedir. Bu durum, alanın disiplinler arası ve hızla gelişen bir araştırma yapısına sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

4. TARTIŞMA

Bu çalışma, sağlık yönetimi ve politikasında yapay zekâ üzerine yapılan bilimsel gelişmeyi, entelektüel yapıyı, işbirliği ağlarını ve literatürdeki tematik eğilimleri kapsamlı bir bibliyometrik bakış açısıyla sunmaktadır. Elde edilen bulgular, yapay zekâ araştırmalarının sağlık politikaları ve dijital sağlık yönetişimi bağlamında son yıllarda belirgin biçimde hız kazandığını göstermektedir. Özellikle 2020 yılı sonrasında yayın sayılarında gözlenen artış, COVID-19 pandemisinin sağlık sistemlerinde dijital dönüşüm süreçlerini hızlandırmasıyla ilişkili görünmektedir. Benzer şekilde, Yusriadi vd. (2023), sağlık ve tıp alanındaki yapay zekâ araştırmalarının küresel ölçekte hızla genişlediği bildirilmiştir. Liu ve Mu (2024) ise pandemi sonrası dönemde yapay zekâ temelli sağlık yönetişimi çalışmalarının belirgin biçimde yoğunlaştığını ifade etmektedir. Literatürde de pandemi sonrası belirtien konularda artış olduğu vurgulanmaktadır (Arencibia-Jorge vd., 2023; Borgohain vd., 2024; Folorunso vd., 2024; Luo vd., 2024).

Çalışmada elde edilen ortak yazarlık ve ülkeler arası iş birliği bulguları, alanın belirli araştırma merkezleri etrafında yoğunlaştığını göstermektedir. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere'nin hem yayın üretimi hem de bağlantı gücü açısından ağ yapısında merkezi konumda yer aldığı belirlenmiştir. Bu durum, dijital sağlık altyapıları, yapay zekâ yatırımları ve veri yönetişimi kapasitesi yüksek ülkelerin bilimsel üretimde daha görünür olduğunu göstermektedir. Literatürde de benzer biçimde, yapay zekâ ve dijital sağlık araştırmalarının büyük ölçüde gelişmiş ülkeler tarafından yönlendirildiği bildirilmektedir (Bircan ve Salah,

2022; Robles ve Mallinson, 2023; Suswanta vd., 2023). Bunun yanında Çin, Almanya ve Kanada gibi ülkelerin güçlü bağlantı yapıları oluşturması, yapay zekâ temelli sağlık politikalarının küresel düzeyde stratejik önem kazandığını göstermektedir. Ancak düşük ve orta gelirli ülkelerin ağ yapısında daha çevresel konumda bulunması, sağlık yönetişimi alanında dijital eşitsizliklerin bilimsel üretim yapısına da yansıdığını düşündürmektedir (Fisher ve Rosella, 2022; Suswanta vd., 2023).

Atıf ve bibliyografik eşleştirme analizleri, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ literatürünün belirli kuramsal eksenler etrafında şekillendiğini ortaya koymuştur. Özellikle Schwalbe (2020), Brauer vd. (2024), Reddy vd. (2019) ve Golubnitschaja vd. (2021) çalışmalarının ağ yapısında merkezi konumda yer alması dikkat çekmektedir. Bu çalışmaların büyük ölçüde dijital sağlık dönüşümü, yapay zekâ entegrasyonu, sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliği ve veri yönetişimi gibi konulara odaklandığı görülmektedir. Benzer şekilde Liu ve Mu (2024) ile Yusriadi vd. (2023) çalışmalarında, sağlık alanındaki yapay zekâ araştırmalarının son yıllarda klinik uygulamalardan yönetişim, politika ve etik tartışmalarına doğru genişlediğini belirtmektedir. Bu bulgu, yapay zekanın artık sağlık sistemlerinde yalnızca operasyonel bir teknoloji olarak değil, aynı zamanda sağlık politikası oluşturma süreçlerini şekillendiren stratejik bir bileşen olarak da algılandığını göstermektedir (Balogun vd., 2023; Cho ve Miller, 2024; Ibragimova ve Phagava, 2024).

Kaynaklar arası ortak atıf analizi, literatürde etik ve algoritmik yönetişim tartışmalarının artan önemini daha da vurgulamıştır. Obermeyer vd. (2019) ve Morley vd. (2020) gibi çalışmalar, alanın entelektüel yapısında temel bir rol oynadıklarını gösteren güçlü ortak atıf ilişkileri ortaya koymuştur. Özellikle Obermeyer vd. (2019), algoritmik önyargıya ve sağlık hizmetlerindeki eşitsizliklere dikkat çekerek, yapay zeka destekli sağlık politikalarının yalnızca verimlilik açısından değil, aynı zamanda eşitlik ve sosyal adalet perspektiflerinden de değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Benzer şekilde, Morley vd. (2020), sağlık hizmetlerinde yapay zekâ kullanımında etik yönetişim, şeffaflık ve hesap verebilirliğin önemini vurgulamıştır. Bu bulgular, sağlık politikalarındaki yapay zekâ uygulamalarının etik ve düzenleyici çerçevelerden bağımsız olarak değerlendirilemeyeceğini göstermektedir (Saheb, 2023). Nitekim, DSÖ ve OECD gibi kuruluşlar tarafından yayınlanan politika belgeleri de yapay zeka ile ilgili sağlık politikalarında güvenlik, etik, şeffaflık ve veri yönetimini temel öncelikler olarak belirtilmektedir (Cole, 2024; Fisher ve Rosella, 2022; Hasan, 2024).

Anahtar kelime eş-oluşum analizi sonuçları, sağlık yönetişimi literatüründe yapay zekâ araştırmalarının çok boyutlu bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. “Artificial intelligence”, “health policy”, “digital health”, “public health” ve “machine learning” kavramlarının ağ yapısında merkezi konumda bulunması, literatürün dijital sağlık yönetişimi ekseninde geliştiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca “chatgpt”, “large language models”,

"telehealth" ve "natural language processing" gibi kavramların öne çıkması, üretken yapay zekâ teknolojilerinin sağlık politikaları alanında yeni araştırma eksenleri oluşturduğunu göstermektedir. Bu bulgu, Gupta vd. (2024) ile Fisher ve Rosella (2022), tarafından bildirilen yapay zekâ araştırmalarındaki tematik dönüşüm eğilimleriyle de uyumludur. Sağlık yönetimi, hasta iletişimi ve klinik karar destek sistemlerinde büyük dil modellerinin artan kullanımı, gelecekteki sağlık yönetişim mekanizmalarının giderek daha fazla veri odaklı ve algoritmik olarak yapılandırılmış hale gelebileceğini düşündürmektedir (Fisher ve Rosella, 2022; Suswanta vd., 2023).

Genel olarak, bulgular, sağlık yönetimi ve politikasında yapay zekâ üzerine yapılan literatürün hızla büyüyen, disiplinlerarası ve giderek daha bütünleşik bir araştırma alanına dönüştüğünü göstermektedir. Bununla birlikte, bazı ağ analizlerinde gözlemlenen parçalı yapı, alanın henüz birleşik bir teorik çerçeve etrafında tam olarak birleşmediğini düşündürmektedir. Bu parçalanma, sağlık politikası, veri bilimi, etik, kamu yönetimi ve dijital sağlık ile kesişen yapay zekâ araştırmalarının doğasıyla ilişkilendirilebilir (Cho ve Miller, 2024; Ibragimova ve Phagava, 2024). Benzer şekilde Borgohain vd. (2024) ve Daim ve Yalçın (2022), hızlı gelişen dijital araştırma alanlarında literatürün başlangıç aşamalarında parçalı ağ yapıları sergilemesinin olağan olduğunu belirtmektedir.

Bu çalışma, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ alanındaki mevcut bilgi yapısını sistematik biçimde ortaya koyarak gelecekteki araştırmalar için önemli bir kavramsal çerçeve sunmaktadır. Özellikle gelecekte yapılacak çalışmaların etik yönetişim, veri güvenliği, algoritmik şeffaflık, dijital sağlık eşitsizlikleri ve yapay zekâ düzenlemeleri gibi politika odaklı konulara daha fazla yoğunlaşması gerektiği düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışma, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ alanındaki bilimsel literatürün gelişim sürecini, iş birliği ağlarını, entelektüel yapısını ve tematik eğilimlerini bibliyometrik analiz yöntemiyle incelemiştir. Elde edilen bulgular, alanın özellikle 2020 yılı sonrasında hızlı bir büyüme gösterdiğini ve sağlık sistemlerinin dijital dönüşümüyle birlikte yapay zekâ araştırmalarına yönelik akademik ilginin belirgin biçimde arttığını ortaya koymuştur.

Ortak yazarlık ve ülkeler arası iş birliği analizleri, araştırmaların belirli araştırmacılar ve ülkeler etrafında yoğunlaştığını göstermiştir. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere'nin alanın bilimsel üretiminde merkezi bir konumda yer aldığı belirlenmiştir. Atıf, bibliyografik eşleştirme ve ortak atıf analizleri ise literatürün yapay zekâ etiği, dijital sağlık dönüşümü, sağlık politikaları ve karar destek sistemleri gibi temalar etrafında şekillendiğini ortaya koymuştur. Anahtar kelime eş-oluşum analizi sonuçları, "artificial intelligence", "health policy", "digital health", "machine learning" ve "public health" kavramlarının literatürde öne çıktığını

göstermektedir. Ayrıca “chatgpt”, “large language models” ve “telehealth” gibi kavramların dikkat çekici biçimde artış göstermesi, üretken yapay zekâ uygulamalarının sağlık yönetişimi ve politika süreçlerinde giderek daha görünür hâle geldiğine işaret etmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, sağlık yönetişimi ve politikalarında yapay zekâ araştırmalarının yalnızca teknik uygulamalarla sınırlı kalmayarak, etik, yönetsel ve toplumsal boyutları kapsayan çok disiplinli bir araştırma alanına dönüştüğü görülmektedir. Bu çalışma, alanın mevcut yapısını bütüncül biçimde ortaya koyarak gelecekte yapılacak araştırmalar için kavramsal ve bibliyometrik bir çerçeve sunmaktadır.

KAYNAKLAR

Allam, Z., Dey, G. ve Jones, D. (2020). Artificial Intelligence (AI) Provided Early Detection of the Coronavirus (COVID-19) in China and Will Influence Future Urban Health Policy Internationally. *AI*, *1*(2), 156–165. doi:10.3390/ai1020009

Arencibia-Jorge, R., Lozano-Díaz, I. A., Jiménez-Andrade, J. L. ve Carrillo-Calvet, H. (2023). A multidimensional approach to Mexican scientific output from 2010-2019. *Transinformação*, *35*, 1–14. doi:10.1590/2318-0889202335e237320

Badareu, G., Cârstina, S., Militaru, F., Siminică, M. I. ve Cîrciumaru, D. (2025). What Is the Current Status of Research on the Impact of Digitalization in Medicine? A Bibliometric Analysis. *Healthcare*, *13*(2), 1–24. doi:10.3390/healthcare13020093

Balogun, O. D., Ayo-Farai, O., Ogundairo, O., Maduka, C. P., Okongwu, C. C., Babarinde, A. O. ve Sodamade, O. T. (2023). Integrating AI into Health Informatics for Enhanced Public Health in Africa: A Comprehensive Review. *International Medical Science Research Journal*, *3*(3), 127–144. doi:10.51594/imsrj.v3i3.643

Benjamens, S., Dhunnoo, P. ve Meskó, B. (2020). The state of artificial intelligence-based FDA-approved medical devices and algorithms: an online database. *npj Digital Medicine*, *3*(1), 1–8. doi:10.1038/s41746-020-00324-0

Bircan, T. ve Salah, A. A. A. (2022). A Bibliometric Analysis of the Use of Artificial Intelligence Technologies for Social Sciences. *Mathematics*, *10*(23), 1–17. doi:10.3390/math10234398

Borgohain, D. J., Bhardwaj, R. K. ve Verma, M. K. (2024). Mapping the literature on the application of artificial intelligence in libraries (AAIL): a scientometric analysis. *Library Hi Tech*, *42*(1), 149–179. doi:10.1108/LHT-07-2022-0331

Brauer, M., Roth, G. A., Aravkin, A. Y., Zheng, P., Abate, K. H., Abate, Y. H., … Gakidou, E. (2024). Global burden and strength of evidence for 88 risk factors in 204 countries and 811 subnational locations, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet*, *403*(10440), 2162–2203. doi:10.1016/S0140-6736(24)00933-4

Cho, T. ve Miller, B. J. (2024). Using artificial intelligence to improve administrative process in Medicaid. *Health Affairs Scholar*, *2*(2), 1–4. doi:10.1093/haschl/qxae008

Cole, M. D. (2024). International · AI Regulation and Governance on a Global Scale: An Overview of International, Regional and National Instruments. *Journal of AI Law and Regulation*, *1*(1), 126–142.

doi:10.21552/aire/2024/1/16

Daim, T. U. ve Yalçın, H. (2022). Bibliometric-based analyses. *Digital Transformations* içinde (ss. 1–47). Edward Elgar Publishing. doi:10.4337/9781789908633.00005

Davenport, T. ve Kalakota, R. (2019). The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthcare Journal*, *6*(2), 94–98. doi:10.7861/futurehosp.6-2-94

Fisher, S. ve Rosella, L. C. (2022). Priorities for successful use of artificial intelligence by public health organizations: a literature review. *BMC Public Health*, *22*(1), 1–14. doi:10.1186/s12889-022-14422-z

Folorunso, A., Olanipekun, K., Adewumi, T. ve Samuel, B. (2024). A policy framework on AI usage in developing countries and its impact. *Global Journal of Engineering and Technology Advances*, *21*(1), 154–166. doi:10.30574/gjeta.2024.21.1.0192

Goktas, P. ve Grzybowski, A. (2025). Shaping the Future of Healthcare: Ethical Clinical Challenges and Pathways to Trustworthy AI. *Journal of Clinical Medicine*, *14*(5), 1–28. doi:10.3390/jcm14051605

Golubnitschaja, O., Liskova, A., Koklesova, L., Samec, M., Biringer, K., Büsselberg, D., … Kubatka, P. (2021). Caution, “normal” BMI: health risks associated with potentially masked individual underweight—EPMA Position Paper 2021. *EPMA Journal*, *12*(3), 243–264. doi:10.1007/s13167-021-00251-4

Gupta, S., Kanaujia, A., Lathabai, H. H., Singh, V. K. ve Mayr, P. (2024). Patterns in the Growth and Thematic Evolution of Artificial Intelligence Research: A Study Using Bradford Distribution of Productivity and Path Analysis. *International Journal of Intelligent Systems*, *2024*(1), 1–26. doi:10.1155/2024/5511224

Hasan, M. (2024). Regulating Artificial Intelligence: A Study in the Comparison between South Asia and Other Countries. *Legal Issues in the Digital Age*, *5*(1), 122–149. doi:10.17323/2713-2749.2024.1.122.149

Herrmann, H. (2023). Introducing the systematic science mapping framework: an innovative and mixed approach for macro scale reviews. *Handbook of Mixed Methods Research in Business and Management* içinde (ss. 381–393). Edward Elgar Publishing. doi:10.4337/9781800887954.00034

Huang, Y., Wang, X., Zhang, Y., Chiavetta, D. ve Porter, A. L. (2022). “Big data” driven tech mining and ST&I management: an introduction. *Scientometrics*, *127*(9), 5227–5231. doi:10.1007/s11192-022-04507-2

Ibragimova, I. ve Phagava, H. (2024). Editorial: Governance of emerging health-related technologies. *International Journal of Health Governance*, *29*(1), 1–4. doi:10.1108/IJHG-03-2024-161

Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., … Wang, Y. (2017). Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke and Vascular Neurology*, *2*(4), 230–243. doi:10.1136/svn-2017-000101

Kara Çiğdem, A., Dikmen, U. ve Özkan, S. (2024). An Overview of Bibliometric Analysis. *Turkey Health*

Literacy Journal, *4*(3), 112–116.

Konch, P. K. ve Hazarika, H. J. (2026). Scientometric Analysis of Adaptive Learning Literature: Insights from the OpenAlex Database. *Education for Information*, *42*(1), 25–40. doi:10.1177/01678329251364338

Liu, Y. ve Mu, Y. (2024). A Scientometric Review of Medical Artificial Intelligence Research: From A Social Science Perspective. *Journal of Information Analysis*, *2*, 1–12. doi:10.53964/jia.2024007

Lobonț, O.-R., Țăran, A.-M., Vătavu, S. ve Para, I. (2023). Scientific Radiography of Healthcare System Process Efficiency Digitalisation. *Zagreb International Review of Economics and Business*, *26*(2), 113–136. doi:10.2478/zireb-2023-0017

Luo, J., Yang, Z., Xie, Y., He, Y., Wu, M., Fang, X. ve Liao, X. (2024). Emerging Trends in Teledermatology Research: A Scientometric Analysis from 2002 to 2021. *Telemedicine and e-Health*, *30*(2), 393–403. doi:10.1089/tmj.2023.0101

Moosavi, J., Bakhshi, J. ve Martek, I. (2021). The application of industry 4.0 technologies in pandemic management: Literature review and case study. *Healthcare Analytics*, *1*, 1–11. doi:10.1016/j.health.2021.100008

Morley, J., Machado, C. C. V., Burr, C., Cowls, J., Joshi, I., Taddeo, M. ve Floridi, L. (2020). The ethics of AI in health care: A mapping review. *Social Science & Medicine*, *260*, 113172. doi:10.1016/j.socscimed.2020.113172

Murphy, K., Di Ruggiero, E., Upshur, R., Willison, D. J., Malhotra, N., Cai, J. C., … Gibson, J. (2021). Artificial intelligence for good health: a scoping review of the ethics literature. *BMC Medical Ethics*, *22*(1), 1–17. doi:10.1186/s12910-021-00577-8

Obermeyer, Z., Powers, B., Vogeli, C. ve Mullainathan, S. (2019). Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. *Science*, *366*(6464), 447–453. doi:10.1126/science.aax2342

Passas, I. (2024). Bibliometric Analysis: The Main Steps. *Encyclopedia*, *4*(2), 1014–1025. doi:10.3390/encyclopedia4020065

Reddy, S., Fox, J. ve Purohit, M. P. (2019). Artificial intelligence-enabled healthcare delivery. *Journal of the Royal Society of Medicine*, *112*(1), 22–28. doi:10.1177/0141076818815510

Robles, P. ve Mallinson, D. J. (2023). Catching up with AI: Pushing toward a cohesive governance framework. *Politics & Policy*, *51*(3), 355–372. doi:10.1111/polp.12529

Saheb, T. (2023). "Ethically contentious aspects of artificial intelligence surveillance: a social science perspective". *AI and Ethics*, *3*(2), 369–379. doi:10.1007/s43681-022-00196-y

Schwalbe, N. ve Wahl, B. (2020). Artificial intelligence and the future of global health. *The Lancet*, *395*(10236), 1579–1586. doi:10.1016/S0140-6736(20)30226-9

Shaw, J., Rudzicz, F., Jamieson, T. ve Goldfarb, A. (2019). Artificial Intelligence and the Implementation Challenge. *Journal of Medical Internet Research*, *21*(7), 1–11. doi:10.2196/13659

Shen, J., Zhang, C. J. P., Jiang, B., Chen, J., Song, J., Liu, Z., … Ming, W.-K. (2019). Artificial Intelligence Versus Clinicians in Disease Diagnosis: Systematic Review. *JMIR Medical Informatics*, *7*(3), 1–15. doi:10.2196/10010

Singh, M. P. ve Keche, Y. N. (2025). Ethical Integration of Artificial Intelligence in Healthcare: Narrative Review of Global Challenges and Strategic Solutions. *Cureus*, *15*(5), 1–16. doi:10.7759/cureus.84804

Suswanta, S., Lestari, L., Wiyono, W. ve Nur, U. (2023). The Use of Artificial Intelligence in Governance Through Online Media Evaluation. *Jurnal Trias Politika*, *7*(2), 183–204. doi:10.33373/jtp.v7i2.5511

Thayyib, P. V., Mamilla, R., Khan, M., Fatima, H., Asim, M., Anwar, I., … Khan, M. A. (2023). State-of-the-Art of Artificial Intelligence and Big Data Analytics Reviews in Five Different Domains: A Bibliometric Summary. *Sustainability*, *15*(5), 1–38. doi:10.3390/su15054026

Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, *25*(1), 44–56. doi:10.1038/s41591-018-0300-7

Tran, B. X., Vu, G. T., Ha, G. H., Vuong, Q.-H., Ho, M.-T., Vuong, T.-T., … Ho, R. C. M. (2019). Global Evolution of Research in Artificial Intelligence in Health and Medicine: A Bibliometric Study. *Journal of Clinical Medicine*, *8*(3), 1–18. doi:10.3390/jcm8030360

Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., … Straus, S. E. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of Internal Medicine*, *169*(7), 467–473. doi:10.7326/M18-0850

Wang, W., Yan, Y., Guo, Z., Hou, H., Garcia, M., Tan, X., … Golubnitschaja, O. (2021). All around suboptimal health — a joint position paper of the Suboptimal Health Study Consortium and European Association for Predictive, Preventive and Personalised Medicine. *EPMA Journal*, *12*(4), 403–433. doi:10.1007/s13167-021-00253-2

Yusriadi, Y., Rusnaedi, R., Siregar, N. A., Megawati, S. ve Sakkir, G. (2023). Implementation of artificial intelligence in Indonesia. *International Journal of Data and Network Science*, *7*(1), 283–294. doi:10.5267/j.ijdns.2022.10.005

YAPRAKTAN UYGULANAN TABA VE DİSPER COMPLEX GS GÜBRELERİNİN FARKLI ADAÇAYI TÜRLERİNİN FOTOSENTETİK PİGMENTLERİNE ETKİLERİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, İrem Naz ÇELİK[1]/ Doç. Dr., Mahmut ÇAMLICA[2]/ Prof. Dr., Gülsüm YALDIZ[2]

[1]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, irmmcellik1@gmail.com

[2]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, mcamlica25@gmail.com; g_yaldiz@hotmail.com, 0000-0003-2461-7534; 0000-0002-6889-1562

Özet

Yapraktan gübre uygulaması, besin maddelerinin hızlı emilim için stoma ve yaprak yüzeylerinden girmesini sağlayarak bitki verimliliğini artırmada hızlı ve etkili bir yöntemdir. Adaçayı türleri, Lamiaceae familyasına ait önemli tıbbi ve aromatik bitkilerdir.

Bu çalışma, kontrol (gübresiz) uygulamasıyla karşılaştırmalı olarak TABA ve disper complex GS gübrelerinin yapraktan uygulanması yoluyla adaçayı türlerinin (*Salvia officinalis* L. ve *Salvia triloba* L.) fotosentetik pigment aktivitelerinin (klorofil a, b ve toplam klorofil ile toplam karotenoid ve β-karoten) belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışma, 2025 yılı vejetasyon döneminde üç tekerrürlü olarak bölünmüş parseller deneme desenine göre gerçekleştirilmiştir.

Sonuçlar, toplam karotenoid içeriği haricinde, her iki türde de en yüksek fotosentetik pigment değerlerinin benzer olduğunu göstermiştir. En yüksek değerler *S. officinalis* L. için ikinci hasatta, *S. triloba* L. için ise birinci hasatta tespit edilmiştir. Kontrol ve TABA gübrelerine kıyaslandığında, *S. officinalis* L. ve *S. triloba* L. adaçayı türlerinde disper complex GS gübresinin daha etkili görülmüştür. Sonuç olarak, adaçayı türlerinin fotosentetik pigment aktivitelerini artırmak için disper complex GS gübresi önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Adaçayı, fotosentez, gübre, yapraktan uygulama

EFFECTS OF FOLIAR-APPLIED TABA AND DISPER COMPLEX GS FERTILIZERS ON THE PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS OF DIFFERENT SAGE SPECIES

Abstract

Foliar application of fertilizers is a fast and effective method to increase plant fertility by allowing nutrients to enter through stomata and leaf surfaces for rapid absorption. Sage species are important medicinal and aromatic plants that belong to the Lamiaceae family. Therefore, this study was conducted to determine the photosynthetic pigment activities (chlorophyll a, b and total chlorophyll with total carotenoid and β-carotene) of the sage species (*Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L.) by applying foliar applications of the TABA and disper complex GS fertilizers, compared with the control (without fertilizer).

The study was performed according to a split-plot trial design with three replications in the vegetation period of 2025 year. The results showed that the highest photosynthetic pigment values were found to be similar in each species, except for total carotenoid content. The highest values were found in the second harvest for *S. officinalis* L., and in the first harvest for *S. triloba* L. Compared to the control and TABA fertilizers, disper complex GS fertilizer was found to be more effective for the sage species *S. officinalis* L. and *S. triloba* L.

In conclusion, the disper complex GS can be recommended to increase the photosynthetic pigment activities of sage species.

Keywords: Sage, photosynthesis, fertilizer, foliar application

1. GİRİŞ

Salvia cinsi, Labiatae familyasında yer alan, çok geniş ekosistemlerde yayılan çok yıllık otsu veya çalı biçimli bitkileri içermektedir. Bu cinsin türleri çay ve baharat olarak kullanıldığı gibi parfümeri, kozmetik ve ilaç için de hammadde olarak da kullanılır (Kintzios, 2000). Adaçayının uçucu yağları, boğaz mukoza zarlarının iltihabı ve enfeksiyonları, dispeptik semptomlar, aşırı terleme ve çeşitli ağız rahatsızlıkları (stomatit, diş eti iltihabı ve farenjit) için haricen kullanılmaktadır (Yaldiz ve Camlica, 2021).

Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.), dünyanın birçok bölgesinde uçucu yağı için yetiştirilen önemli bir aromatik bitkidir. Bu bitkinin içerdiği ve tıbbi açıdan değerli olan başlıca metabolitleri, alkaloidler, karbonhidratlar, yağ asitleri, glikozidik türevler, fenolik bileşikler, poliasetilenler, steroidler ve terpenler/terpenoidlerdir (Hernández-Saavedra vd., 2016).

Anadolu adaçayı (*Salvia triloba* L.), ülkemizde, elma çalbası, boz şalba, elma çalısı, almiya çalbası veya adaçayı olarak bilinmekte ve hem tıbbi açıdan hem de ekonomik açıdan önemli bir türdür (Topçu, 2006; Gürdal ve Kültür, 2013). Bu bitki, yenileyici özellikleri nedeniyle Akdeniz bölgesinde bitki çayı olarak yaygın şekilde tüketilen ve bu bölgenin doğal florasında yetişen bir bitkidir (Şenol vd., 2010). Ayrıca, uçucu yağında ana bileşen olarak yüksek oranda 1,8-sineolün yanı sıra kafur, α-tuyon, β-tuyon ve karyofilen içermektedir (Papageorgiou vd., 2008).

Yapraktan uygulanan gübreler doğrudan yapraklar aracılığıyla emilebilir ve kök gübrelemesine kıyasla diğer bitki organlarına daha hızlı ve etkili bir şekilde taşınabilir niteliktedir (Sathyanarayana vd., 2017; Patil ve Chetan, 2018).

Bu çalışma, çiçeklenmeden önce yapraktan uygulanan iki farklı biyogübre uygulamalarının farklı adaçayı (tıbbi ve Anadolu adaçayları) türlerinde fotosentetik pigmentler özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma 2025-2026 yılında Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama deneme alanında yürütülmüştür.

Bu çalışmada Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümü deneme alanlarına 2019 yılında dikilen Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve 2022 yılında deneme alanına dikilen Anadolu adaçayı (*Salvia triloba* L.) bitkileri ve Bioglobal firmasından temin edilen TABA sıvı gübresi ile suda çözünebilir disper complex GS gübresi materyal olarak kullanılmıştır. Deneme alanının toprak özellikleri incelendiğinde; potasyum (108.31 kg/da) bakımından zengin, fosfor (0.0515 kg/da) bakımından az, organik

madde bakımından iyi durumda (%3,71), killi, kireçli (%5,187), tuzsuz (%0,04) topraklardır. Vejetasyon döneminde (Mart-Ağustos) iklim veriler incelendiğinde ise, ortalama sıcaklık değerlerinin 8,6-22,7°C, ortalama nispi nem değerlerinin %55,3-70,8 ve toplam yağış miktarı değerlerinin 11,6-65,2 kg/m² arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek ortalama sıcaklık değeri Temmuz ayında belirlenirken, en yüksek ortalama nispi nem ve toplam yağış miktarları ise Nisan ayında görülmüştür.

Deneme, 3 tekerrürlü olarak bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülmüştür. Çalışmada yürütülen gübreleme miktarına ilişkin bilgiler aşağıda sunulmuştur;

Tıbbı ve Anadolu adaçayına 1ml/L TABA uygulanmıştır.

Tıbbi ve Anadolu adaçayına 2g/L disper complex GS gübresi uygulanmıştır.

Tıbbi ve Anadolu adaçaylarının kontrol uygulamalarına herhangi bir gübreleme uygulanmamıştır.

1. hasattan önce 8 Mayıs 2025'te ilk uygulamalar, 2. hasattan önce 11 Temmuz 2025 tarihinde yapılmıştır. Hasat tarihleri ise, 1. hasat 20 Mayıs 2025 ve 2. hasat 23 Temmuz 2025 tarihinde yapılmıştır.

Fotosentetik pigment değerlerinin belirlenmesi

Her bir uygulamada, adaçayı bitkilerinin fotosentetik pigmentleri, rastgele seçilen on yaprak örneği üzerinde ölçülmüştür. Yaprak örnekleri, hasat dönemlerinde taze yapraklardan alınmıştır Bitkilerin fotosentetik pigment değerleri, Baskar vd. (2015) tarafından bildirilen yönteme göre, bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir. Klorofil içeriğini belirlemek amacıyla, her bir örnekten alınan yaklaşık 100 mg dondurulmuş yaprak örneği öğütülmüş ve karanlık ortamda, 4 °C'de 72 saat boyunca %95'lik etanol ile muamele edilmiştir. Daha sonra karışım 10.000 devir/dakika (rpm) hızında santrifüj edilmiş ve elde edilen süpernatantlar 664,2 ve 648,6 nm dalga boylarında spektrofotometrik olarak analiz edilmiştir. Klorofil a, b ve toplam klorofil konsantrasyonları ile toplam karotenoid değerleri aşağıdaki formüller kullanılarak ölçülmüştür;

Klorofil a (mg/g): = 13,36 (A664,2) – 5,19 (A648,6)

Klorofil b (mg/g): = 27,43 (A648,6) – 8,12 (A664,2)

Toplam klorofil = Klorofil a + Klorofil b

Karotenoid içeriği = (1000 × A470 - 1,82 × Klorofil a- 85,02 × Klorofil b) / 198

Ayrıca, doğruluk ve tekrarlanabilirliği sağlamak amacıyla her uygulama için üç biyolojik tekrar kullanılmış ve her örnek üçer kez ölçülmüştür. Nihai sonuçlar, taze ağırlık (TA) üzerinden mg/g cinsinden ifade edilmiştir.

İstatistiksel Analizler

İncelenen özellikler arasındaki istatistiki farklılıkları belirlemek amacıyla ANOVA analizleri yapılmış ve JMP 13 istatistik programı kullanılarak Tukey HSD testine göre gruplandırmalar ($p<0,05$) yapılmıştır.

3. BULGULAR

TABA ve disper complex GS uygulamaları, her bir biçimde adaçayının klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid içerikleri dahil olmak üzere fotosentetik pigment profillerini önemli ölçüde değiştirmiştir (Tablo 1). Pigment içerikleri, uygulamalar ve hasatlar arasında bir değişim göstermiş; tıbbi adaçayı için değerler klorofil a için 15,41–28,50 mg/g, klorofil b için 8,19–15,29 mg/g, toplam klorofil için 23,60-43,79 mg/g, karotenoidler için 8,61–14,81 mg/g ve β-karoten 0,97-1,09 aralığında seyretmiştir. Anadolu adaçayı için değerler klorofil a için 13,82–28,11 mg/g, klorofil b için 7,38–15,59 mg/g, toplam klorofil için 21,21-45,88 mg/g, karotenoidler için 7,77–37,62 mg/g ve β-karoten 1,01-1,40 aralığında seyretmiştir. Tıbbi adaçayında klorofil a klorofil b ve toplam klorofil bakımından en yüksek değerler disper complex uygulamasından elde edilmiştir. Benzer şekilde toplam karotenoid ve β-karotenin yüksek değerlerine disper complex uygulamasından elde edilmiştir. Anadolu adaçayında da en yüksek değerler disper complex uygulamasında elde edilmiştir.

Tablo 1. Tıbbi ve Anadolu adaçaylarında uygulamalara bağlı olarak fotosentetik pigmentlerin değişimi

Tıbbi Adaçayı										
Uygulamalar	**Klorofil a**		**Klorofil b**		**Toplam klorofil**		**Toplam karotenoid**		**β-karoten**	
	1.hasat	2.hasat	1.hasat	2.hasat	1.hasat	2.hasat	1.hasat	2.hasat	1.hasat	2.hasat
TABA	20,30ab	24,11a	10,83öd	13,13öd	31,13ab	37,23ab	10,82öd	12,70öd	0,99öd	1,08öd
Disper complex	17,08ab	28,50a	8,87	15,29	25,95ab	43,79a	9,29	14,81	0,97	1,09
Kontrol	25,31ab	15,41b	12,79	8,19	38,11ab	23,60b	13,54	8,61	0,98	1,08
Ortalama	21,78		11,52		33,30		11,63		1,03	
Anadolu Adaçayı										
Uygulamalar	**Klorofil a**		**Klorofil b**		**Toplam klorofil**		**Toplam karotenoid**		**β-karoten**	
	1.hasat	2.hasat	1.hasat	2.hasat	1.hasat	2.hasat	1.hasat	2.hasat	1.hasat	2.hasat
TABA	20,45bcd	17,66cd	10,84abc	9,42bc	31,29bc	27,08c	10,92ab	9,67b	1,01öd	1,07öd
Disper complex	28,11a	25,54ab	17,76a	15,59ab	45,88a	41,12ab	37,62a	14,55ab	1,35	1,40
Kontrol	13,82d	22,37abc	7,38c	12,20abc	21,21c	34,57abc	7,77b	11,61ab	1,01	1,16
Ortalama	21,33		12,20		33,52		15,36		1,17	

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak farklılıklar vardır. öd: Önemli değil

Uygulamalar sonucunda her iki adaçayı türünde de β-karoten miktarları arasında istatistiki olarak farklılıklar bulunmazken, tıbbi adaçayında ise klorofil b ve toplam karotenoid değerleri arasında da istatistiki farklılıklar bulunmamıştır (Tablo 1).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkilerde, alglerde ve siyanobakterilerde verimli ışık soğurulmasını sağlayan başlıca fotosentetik pigmentler olan klorofiller, karotenoidler ve fikobilinler; tüm fotosentetik sistemlerin ayrılmaz ve temel bileşenlerini oluşturur. Klorofil ailesi ışığı farklı dalga boylarında soğurarak fotosentetik organizmaların farklı ortamlara uyum sağlamasına veya ışık koşullarındaki geçici değişimlere adapte olmasına olanak tanır; böylece gelişmiş fotokoruma ve artırılmış fotosentetik verimlilik yoluyla ürün verimini artırır. Klorofil a/b oranlarının; ışık şiddeti, besin maddesi bulunabilirliği, düşük sıcaklık stresi, kuraklık ve gelişim evresi gibi çevresel koşullara bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Klorofil b bağlanması, anten komplekslerinin protein düzeylerini etkiler ve buna bağlı olarak antenin nihai boyutunu ve bileşimini belirler. Karotenoidler, klorofile enerji aktararak ışık toplayıcı kompleks tarafından yakalanan ışık spektrumunu genişletmek suretiyle, mavi-yeşil bölgedeki ışık soğurulmasında vazgeçilmez bir rol oynar. Bu nedenle, karotenoid biyosentezindeki herhangi bir aksama, tüm fotosentetik organizmalar için ölümcüldür.

Bu çalışmada kullanılan disper complex GS bitkiler için granül formda şelatlı mikro besin elementi işlevi görerek hücre duvarının mekanik dayanıklılığını artırarak zar stabilitesini korumuştur. Ayrıca, sonraki fizyolojik süreçlerde disper complex GS'nin bitkinin fotosentetik performansını iyileştirebildiği ve savunma sinyal yollarını aktive edebildiği gözlemlenmiş; bu da onun bir biyouyarıcı (biostimulant) olarak potansiyelini ortaya koymuştur (Huang vd., 2026).

Çalışmamızda özellikle disper complex uygulamasında fotosentetik pigmentler bakımından yüksek değerlere ulaşılmıştır. Bu çevre dostu gübrelerin uzun vadeli etkilerinin değerlendirilmesi ve bu gübrelerin organik tarım sistemlerine etkin bir şekilde entegre edilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Teşekkür

Yazarlar, bu çalışmanın yürütülmesini maddi olarak 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı-2024/1 kapsamında 1919B012404145 no'lu proje ile destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)-Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB)'na teşekkürlerini sunarlar.

KAYNAKLAR

Baskar, V., Venkatesh, J., Park, S.W. (2015). Impact of biologically synthesized silver nanoparticles on the growth and physiological responses in *Brassica rapa* ssp. *pekinensis*. Environ Sci Pollut Res. 22: 17672–17682.

Guner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babac, M.T. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Flora Araştırmaları Derneği ve Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayını. Istanbul. ISBN: 9786056042577, 610s.

Gürdal, B., Kültür, Ş. (2013). An ethnobotanical study of medicinal plants in Marmaris (Muğla, Turkey). Journal of Ethnopharmacology, 2013. 146(1): p. 113-126.

Hernández-Saavedra, D., Pérez-Ramírez, I.F., Ramos-Gómez, M., Mendoza-Díaz, S., Loarca-Piña, G., Reynoso-Camacho, R. (2016). Phytochemical characterization and effect of *Calendula officinalis*, *Hypericum perforatum*, and *Salvia officinalis* infusions on obesity-associated cardiovascular risk. Med. Chem. Res., 25: 163-172.

Huang, Y., Yang, H., Guo, X., Xiao, Q., Tang, D., Long, Z., Wang, B., Zhao, X., Hu, S., Luo, X., Zhang, Y., Cao, Y. (2026). Nanoscale calcium fertilizer modulates pathogenicity of bacterial soft rot pathogen (*Pectobacterium aroidearum*) in konjac (*Amorphophallus konjac*) through suppressing of virulence factors and enhancing plant defense. Horticulturae, 12(8):1032.

Kintzios, S.E. (2000). Sage: The genus Salvia. Taylor and Francis, Netherlands. ISBN 9789058230058.

Papageorgiou, V., Gardeli, C., Mallouchos, A., Papaioannou, M., Komaitis, M. (2008). Variation of the chemical profile and antioxidant behavior of *Rosmarinus officinalis* L and *Salvia fruticosa* Miller grown in Greece. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56: 7254-7264.

Patil, B., Chetan, H.T. (2018). Foliar fertilization of nutrients. Marumegh, 3(1): 49-53.

Sathyanarayana, E., Patil, S., Chawla, S.L., Patel, U.R. (2017). Impact of integrated nutrient management ongrowth and flowering of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.) cv. American beauty. International Journal of Chemical Studies, 5(5): 317-319.

Şenol, F.S., Orhan, I., Celep, F., Kahraman, A., Doğan, M., Yilmaz, G., Şener, B. (2010). Survey of 55 Turkish Salvia taxa for their acetylcholinesterase inhibitory and antioxidant activities. Food Chemistry, 120: 34-43.

Topçu, G. (2006). Bioactive triterpenoids from Salvia species. Journal of Natural Products, 69(3): 482-487.

Yaldiz, G., Camlica, M. (2021). Selenium and salt interactions in sage (*Salvia officinalis* L.): Growth and yield, chemical content, ion uptake. Industrial Crops and Products, 171: 113855.

KIŞLIK YETİŞTİRİLEN KİŞNİŞ (*Coriandrum sativum* L.) ÇEŞİTLERİNİN FENOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Ziraat Mühendisi Melih SALMAN[1] , Prof. Dr., Gülsüm YALDIZ[2] / Doç. Dr., Mahmut ÇAMLICA[3]

[1]Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş Şeker Enstitüsü, Ankara

[2]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, g_yaldiz@hotmail.com,

ORCID: 0000-0002-6889-1562

[3]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, mcamlica25@gmail.com,

ORCID: 0000-0003-2461-7534

Özet

Apiaceae (maydanozgiller) familyasına ait olan kişniş (Coriandrum sativum L.) ülkemizde aşotu, kinzi,kuzbere gibi isimler ile bilinir. Kişnişin toprak üstü aksamı ve tohumlarından yararlanılır. Uçucu yağının temel bileşeni olan linalool, çiçek ve meyveyi andıran kokusuyla istenmeyen kokuları gidermekle birlikte, şark tipi parfümlerde, kozmetik ürünlerinde, farmasötik ürünlerde yer alır. Kişniş meyvelerinin kolesterol düşürücü, mideyi uyarıcı, iştahı açıcı, sindirimi kolaylaştırıcı, gaz söktürücü, özellikle çocuklarda diyareyi kesici etkilere sahiptir. Bu çalışmada, kişniş bitkisinin değişen iklim koşulları altında sürdürülebilirliğini, özellikle düşük sıcaklıklara ve aşırı hava olaylarına karşı toleransını değerlendirmek amacıyla, kış koşullarında yetiştirilen farklı kişniş çeşitlerinin fenolojik özellikleri değerlendirilmiştir. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Arazisinde Tesadüf Blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü yürütülen çalışmada 4 çeşit (Gamze, Gürbüz, Arslan, Pelmus) kullanılmıştır. İki yıl yürütülen çalışmada ortalama %50 çıkış süresi 18 20 gün, %50 çiçeklenme süresi 215.17-246.83 gün, %50 meyve bağlama süresi 252.32-260 gün arasında değişmiştir. En erken meyve bağlama bakımından Gürbüz çeşidi öne çıkarken, çiçeklenme bakımından Arslan, fide çıkışı bakımında Gamze çeşidi erkenci olarak tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Anahtar kelime, anahtar kelime, anahtar kelime

Abstract

Coriander (*Coriandrum sativum* L.), a member of the Apiaceae family, is known in Turkey by various local names such as aşotu, kinzi, and kuzbere. Both the aerial parts and the seeds of the plant are utilized. Linalool, the primary component of its essential oil, is valued for its floral and fruity aroma—which helps mask unpleasant odors—and is used in Oriental-style perfumes, cosmetics, and pharmaceutical products. Coriander fruits possess cholesterol-lowering, gastric-stimulating, appetite-enhancing, digestion-aiding, and carminative properties, and are particularly effective in stopping diarrhea in children. This study evaluated the phenological characteristics of different coriander cultivars grown under winter conditions to assess the plant's sustainability amidst changing climate conditions, specifically its tolerance to low temperatures and extreme weather events. Conducted at the Bolu Abant İzzet Baysal University Faculty of Agriculture research fields using a randomized complete block design with three replicates, the study utilized four cultivars: Gamze, Gürbüz, Arslan, and Pelmus. Over the two-year study period, the time required to reach 50% emergence ranged from 18 to 20 days, 50% flowering from 215.17 to 246.83 days, and 50% fruit set from 252.32 to 260 days. The Gürbüz cultivar stood out for the earliest fruit set, while Arslan was identified as the earliest to flower and Gamze as the earliest to emerge.

Keywords: Coriander, phenological, cultivar, winter sowing

1. GİRİŞ

Kişniş (*Coriandrum sativum* L.), ülkemizde aşotu, kinzi, kuzbere gibi isimler ile bilinmektedir (Albayrak vd., 2012). Ülkemizde Afyonkarahisar, Ankara, Antalya, Burdur, Bursa, Eskişehir, Hatay, Konya, Kütahya, Mardin, Tokat, İstanbul gibi farklı illerimizde yetiştiriciliği yapılmakta ve 2012 yılında 1 ilde başlayan üretim 2023 yılı itibarıyla 10 ilimizde devam etmektedir (TÜİK. 2024). Bu bitkinin hem toprak üstü aksamından hem de tohumlarından yararlanılmaktadır. Toz haline getirilmiş meyvelerinden, kurutulmuş özütlerinden, bitki demlemelerinden, tentürlerinden ve kaynatma yoluyla elde edilen sıvılarından sağlanan biyolojik olarak aktif bileşikler sayesinde, hem ekonomik hem de besinsel açıdan giderek daha fazla önem kazanmıştır (Meric vd., 2026). Kişniş meyvelerinin kimyasal bileşiminde %11,37 su, %11,49 protein, %19,15 yağ, %28,43 lif, %10,53 nişasta, %10,29 pentosan, %1,92 şeker, %4,98 mineral maddeler ve %0,84 uçucu yağ bulunmaktadır (Diederichsen, 1996). Uçucu yağında en çok bulunan bileşen linalool (%60-70)'dür. Uçucu yağının temel bileşeni olan linalool, çiçek ve meyveyi andıran kokusuyla istenmeyen kokuları giderir bunun yanında taklit gıda aromaları bileşiminde, şark tipi parfümlerde, kozmetik ürünlerinde, farmasötik ürünlerde yer alır. İlaç preparatlarındaki kötü kokuyu gidermek amacıyla kullanılır (Doğan ve Akgül, 1987).

Kişniş tohumu çay, baharat ve doğal ilaç yapımında ve kişniş tohumundan elde edilen eter yağı aroma tedavisinde ve de baharat olarak kullanılmaktadır (Dhanapakiamı vd., 2008), kişniş tohumlarının kolestrol düşürücü etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte kişniş tohumları içerdiği yağlarla mideyi uyarır, iştahı açar, sindirimi kolaylaştırır ve hazımsızlığa iyi gelir. Aynı nedenle mide ve bağırsaklardaki gazı söktürür. Özellikle çocuklarda diyareyi kesici etkiler yapar. Kişniş bitkisinin taze yaprakları vitamin C ve karotenler de içermektedir ve bitkinin yetiştirildiği ülkelerde geleneksel tedavide tonik, analjezik, yatıştırıcı olarak kullanılmaktadır (Doğan ve Akgül, 1987). Sıçanlar üzerine yapılan çalışmada kişniş bitkisinin tohumlarının mideyi aside karşı koruduğunu ve mide mukozası hasarını engellediği saptanmıştır (Al-Mofleh vd., 2006).

Kutup bölgeleri ve tropik ülkeler haricinde dünyanın her tarafında yetişebilmekte olup, ana vatanının Doğu Akdeniz ve Mezopotamya olduğu bilinmektedir (Uhri, 2011). Ülkemiz gerek ekolojik koşuları gerek farklı iklim yapısının olması, floranın çok sayıda bitki türü ve çeşitliliği bulundurması bakımından doğadan toplanıp, kültürü yapılan tıbbi ve aromatik bitkiler açısından çok önemli bir ekonomik potansiyele sahiptir. Ardıç kabukları, Defne, biberiye, mahlep, ıhlamur çiçeği, meyan kökü ve adaçayı doğadan toplanmaktadır. Kimyon, anason, kekik, rezene, nane, çemen ve kişnişin ise tarımı yapılmaktadır (Yaldız vd., 2025). Yapılan çalışmalarda, kişniş bitkisinin %50 çıkış, %50 çiçeklenme ve %50 meyve bağlama sürelerinin çeşit ve

genotipler ile iklim, ekolojik ve yetiştirme koşullarına göre varyasyonlar gösterdiği ifade edilmiştir (Yurum, 2012; Sezek, 2014; Tekin vd., 2021; Turin vd., 2021; Başol vd., 2025). Bu çalışma Bolu ekolojik koşullarında kışlık yetiştirilen 4 farklı kişniş çeşidinin kış koşullarında gösterdiği fenolojik değişimlerden yola çıkarak kişnişin kışlık yetiştirilebileceğini ortaya koymak amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Bitki materyali ve deneme deseni

Bu çalışma 2024 – 2025 yılı vejetasyon döneminde Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama alanında yürütülmüştür. Bu çalışmada önceki yıllarda Ankara Üniversitesi'nden temin edilen (Arslan, Gürbüz) ve Karadeniz Tarımsal Araştırmalar Enstitüsünden temin edilen (Pelmus, Gamze) çeşitleri kullanılmıştır. Çalışma, 10 Ekim 2023 ve 11 Ekim 2024 tarihlerinde Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma alanında tesadüf blokları deneme desenine göre 4 sıra olarak, sıra arası 30 cm, sıra üzeri 10 cm, sıra uzunluğu 2 m olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede parseller arasında 0.5 m, bloklar arası ise 1 m boşluk bırakılmıştır. Denemede 4 kg/da Amonyum sülfat, 6 kg/da diamonyum fosfat gübreleri uygulanmıştır. Amonyum sülfatın yarısı ile diamonyum fosfatın tamamı ekimle birlikte verilmiştir. Amonyum sülfatın kalan yarısı ise bitkilerin çiçeklenme dönemi başlangıcında verilmiştir. Vejetasyon süresi boyunca gerekli görüldüğü hallerde çapalama ve yabancı ot kontrolü yapılırken, sulama yapılmamıştır.

İklim özellikleri bakımından incelendiğinde; 2023-2024 yılı vejetasyon döneminde (2023 Ekim-2024 Ağustos arası) yıllık ortalama sıcaklık değerleri 2,90-22,10 °C, ortalama nispi nem %58,90-78,90 ve toplam yağış miktarı ise 0,10-125,60 kg/m^2 arasında değişmiştir. 2024-2025 yılı vejetasyon döneminde (2024 Ekim-2025 Ağustos arası) ise yıllık ortalama sıcaklık 0,30-22,70 °C, ortalama nispi nem %55,30-82,60 ve toplam yağış miktarları 11,60-95,90 kg/m^2 arasında belirlenmiştir (Tablo 1.). Genel olarak 2024 yılı şubat ayı 2025 yılına göre daha sıcak ve nispi nem değerleri yüksek bulunmuştur.

Tablo 1. Denemenin yürütüldüğü 2023 Ekim-2025 Ağustos ayı meteorolojik verileri

Yıllar	Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama nispi nem (%)	Toplam yağış (kg/m^2)
	Ekim	13,70	73,80	44,80
2023	Kasım	10,10	74,00	125,60
	Aralık	6,40	78,90	69,90
	Ocak	2,90	78,80	82,80
	Şubat	5,90	68,90	19,80
	Mart	7,10	70,30	31,60
	Nisan	14,30	58,90	20,70
	Mayıs	13,40	71,30	77,10
2024	Haziran	21,90	60,90	6,70
	Temmuz	22,10	66,30	63,20
	Ağustos	21,70	63,10	0,10
	Eylül	18,80	68,60	13,60
	Ekim	11,90	76,50	57,00
	Kasım	5,70	82,60	95,90
	Aralık	4,90	79,80	52,10
	Ocak	4,30	78,50	51,00
	Şubat	0,30	77,60	36,40
	Mart	9,00	60,20	13,80
	Nisan	8,60	70,80	65,20
2025	Mayıs	14,10	67,20	54,60
	Haziran	18,60	59,90	18,00
	Temmuz	22,70	55,30	11,60
	Ağustos	22,00	61,80	15,80

Deneme alanının toprak özelikleri ise incelendiğinde; potasyum miktarı bakımından zengin, fosfor miktarı bakımından düşük, organik madde miktarı bakımından iyi (%3,71), killi yapıda, orta kireçli (%1,14) ve tuzsuz (%0,04) topraklar olduğu görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Deneme alanının toprak özellikleri

Tekstür	Organik Madde	pH	Toplam Tuz (%)	P_2O_5 (kg/da)	Potasyum (kg/da)	Kireç (%)
Killi	3,71	7,56	0,0383	0,0515	108,31	1,14

2.2. İstatistiksel analizler

Çalışmada incelenen özellikler arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla Avci istatistik programı kullanılarak varyans analizleri yapılmıştır. Özellikler arasındaki farklılıklar EKGF (En küçük güvenilir fark) testine tabii tutulmuş ve gruplandırmalar yapılmıştır ($p<0,05$).

3. BULGULAR

3.1. %50 Çıkış Süresi

Kişniş çeşitlerinde %50 çıkış süresi genel ortalaması 19,13 gün olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1). Çıkış süresi bakımından çeşitler ve yıllar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur (VK: %7,79; EKGF %5: 2,61). İlk yıl en geç çıkış 20,33 gün ile Arslan çeşidinde belirlenirken; en erken çıkış süresi Gamze (19,00 gün) çeşidinde belirlenmiştir. İkinci yılda ise ilkbahar sıcaklık ve nem koşullarının etkisiyle çıkış süreleri kısalmış; en erken çıkış Arslan ve Gamze çeşitlerinde (17,67 gün) kaydedilmiştir. Pelmus (19,67 gün) ve Gürbüz (19,00 gün) çeşitleri ise her iki yılda da en erken çıkış süresi göstererek daha istikrarlı bir seyir göstermişlerdir.

3.2. %50 Çiçeklenme Süresi

İncelenen çeşitlerin generatif faza geçişini ve iklimsel adaptasyonunu yansıtan %50 çiçeklenme süresinin ortalaması 222,96 gün olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Düşük varyasyon katsayısı (VK: %1,94) verilerin homojenliğini ve denemenin güvenilirliğini ortaya koymaktadır. 2024 yılında çeşitler 222,00–226,00 gün arasında %50 çiçeklenme sürelerine ulaşmışlardır. 2025 yılında ise Pelmus (227,00 gün), Gürbüz (226,33 gün) ve Gamze (225,67 gün) çeşitleri oluştururken, Arslan çeşidi 209,67 gün ile belirgin bir erkencilik göstermiştir. Arslan çeşidinin ikinci yılda diğer çeşitlerden yaklaşık 16–17 gün daha erken çiçeklenmesi, çeşidin sıcaklık artışı ve fotoperiyoda daha hızlı tepki verdiğini ve kışlık koşullarda vernalizasyon gereksinimini sorunsuz tamamladığını göstermektedir.

3.3 %50 Meyve Bağlama Süresi

İncelenen kişniş çeşitlerinde tohum tutumunun başlangıcını ve tane dolum periyodunu belirleyen %50 meyve bağlama süresinin deneme ortalaması 256,92 gün olarak hesaplanmıştır (Tablo 3). İncelenen özellik bakımından çeşitler ve yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur (VK: %1,70; EKGF %5: 7,67). İlk İlk yılda en erken meyve bağlama süresi Gürbüz (240,33 gün), Pelmus (242,00 gün) ve Gamze (245,00 gün) çeşitlerinde kaydedilirken; Arslan çeşidi 255,00 gün ile daha geç meyve bağlama süresine ulaşmıştır. 2025 yılında ise ilkbahar sonu ve yaz başındaki iklim koşullarına bağlı olarak generatif safha uzamış ve değerler 266,67–270,33 gün arasında değişmiştir. Yıllar arasında gözlenen yaklaşık 20–25 günlük ötelenme, çiçeklenme sonrası meyve tutum evresinin çevresel faktörlere karşı oldukça hassas olduğunu göstermektedir.

Tablo 3: Kışlık ekilen (*Coriandrum sativum* L.) çeşitlerinde %50 çıkış, %50 çiçeklenme, %50 meyve bağlama sürelerine ait varyans analiz tablosu

Yıl	Çeşitler	%50 çıkış	%50 çiçeklenme	%50 meyve bağlama
2024	Gürbüz	20,00ab	223,33a	240,33c
	Arslan	20,33a	223,67a	255,00b
	Gamze	19,00ab	222,00a	245,00c
	Pelmus	19,67ab	226,00a	242,00c
2025	Gürbüz	19,00ab	226,33a	267,00a
	Arslan	17,67b	209,67b	269,00a
	Gamze	17,67b	225,67a	270,33a
	Pelmus	19,67ab	227,00a	266,67a
Ortalama		19,13	222,96	256,92
EKGF (%5)		2,61	7,59	7,67
VK (%)		7,79	1,94	1,70

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki farklılıklar mevcuttur. EKGF: En küçük güvenilir fark, VK: Varyasyon kat sayısı

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

İki vejetasyon dönemi boyunca Bolu ekolojik şartlarında kışlık olarak yetiştirilen dört farklı kişniş çeşidinin incelenen fenolojik özellikleri; çevre koşulları ve iklim koşullarının generatif gelişme periyotları üzerinde belirleyici rol oynadığını göstermiştir. Çeşitlerin %50 çıkış sürelerinin 17,67 ile 20,33 gün arasında gerçekleşmesi, kışlık ekimde tohumun toprak neminden optimum seviyede yararlandığını ve tohum yatağına hızla adapte olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, Samsun koşullarında kışlık ekimde 16–20 gün arasında çıkış belirleyen Yurum (2012) ile Erzurum şartlarında 19,46–20,80 gün çıkış süresi bildiren Sezek (2014)'in bulgularıyla örtüşmektedir. Çıkış sürelerinin ikinci yılda ilkbahar sıcaklıklarının daha erken yükselmesiyle kısalması ve özellikle Gamze ile Arslan çeşitlerinin erkencilik göstermesi, bu çeşitlerin kış öncesi rozet formunu tamamlamada avantaj sağlayabileceğini düşündürmektedir. Elde edilen değerler, kışlık ekimde bildirilen önceki literatür verileriyle (Yurum, 2012) uyumludur.

Generatif döneme geçiş hızını yansıtan %50 çiçeklenme süreleri genel ortalamada 222,96 gün olarak belirlenmiş; ilk yıl çeşitler arasında homojen bir seyir izlenirken, ikinci yıl Arslan çeşidi 209,67 gün ile yaklaşık iki haftalık belirgin bir erkencilik sergilemiştir. Arslan çeşidinin sergilediği bu hızlı çiçeklenme eğilimi, kışlık yetiştiricilikte artan gün uzunluğuna ve sıcaklık birikimine hızla yanıt verdiğine işaret etmektedir. Literatürde kışlık ekimlerin yazlık ekimlere kıyasla vejetasyon süresini uzattığı ancak güçlü bir kök sistemiyle birlikte ilkbahar sonu kuraklık riskinden kaçış sağladığı vurgulanmaktadır (Turin vd., 2021; Tekin vd., 2021). %50 meyve bağlama evresinde ise 2024 yılına kıyasla 2025 yılında tüm çeşitlerde gözlenen yaklaşık 20–25 günlük

gecikme (266,67–270,33 gün), döllenme ve dane tutum döneminde tepe sıcaklıkları ile yağış dağılımının fenolojik özelliklerin gecikmesini doğrulamaktadır.

Tane verimi potansiyeli ve tohum dolum sürecinin temel göstergesi olan %50 meyve bağlama süresi ortalama 256,92 gün olarak tespit edilmiştir. İlk deneme yılında Gürbüz (240,33 gün) ve Pelmus (242,00 gün) çeşitleri daha erken meyve bağlarken, ikinci yılda tüm çeşitlerde meyve bağlama süresinin 266,67–270,33 güne kadar uzadığı belirlenmiştir. Yıllar arasında görülen bu 20–25 günlük sapma, çiçeklenmeden meyve tutumuna geçen kritik evredeki sıcaklık seyri ve yağış dağılımının generatif fazı doğrudan ötelediğini doğrulamaktadır. Başol vd. (2025) ve Emiralioğlu ve Yaldız (2020) kışlık ve yazlık ekimlerde olgunlaşma ve meyve bağlama periyotlarının ekolojik koşullara bağlı olarak geniş bir varyasyon sergilediğini bildirmiş olup, elde ettiğimiz veriler bu bildirişlerle paralellik göstermektedir. İkinci yılda Arslan çeşidinin erken çiçeklenmesine rağmen meyve bağlama döneminde diğer çeşitlerle senkronize hale gelmesi (269,00 gün), bu çeşidin çiçeklenme–meyve tutumu arasındaki generatif periyodu daha geniş bir zaman dilimine yayarak tane doldurma kapasitesini artırabileceğine işaret etmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmanın yürütülmesinde BAP-2025-ÖĞP-008 nolu proje ile destekleyen Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Albayrak, S., Göncü, A., Albayrak, S. (2012). Geleneksel gıda olarak kişniş: Tıbbi yararları ve biyoaktiviteleri. *Mesleki Bilimler Dergisi*, 1(4): 2-7.

Al-Mofleh, I.A., Alhaider, A.A., Mossa, J.S., Al-Sohaibani, M.O., Rafatullah, S., Qureshi, S. (2006). Protection of gastric mucosal damage by *Coriandrum sativum* L. pretreatment in Wistar albino rats. Environmental Toxicology and Pharmacology, 22: 64-69.

Basol, A., Yaldiz, G., Camlica, M. (2025). Genetic diversity, analysis of some agro-morphological and quality traits, and utilization of plant resources of coriander (*Coriandrum sativum*) supported with cluster and multivariate analyses. Biology, 13, 866.

Diederichsen, A. (1996). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 3: Coriander. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research & IPGRI, Roma.

Doğan, A., Akgül, A. (1987). Kişniş üretimi, bileşimi ve kullanımı. Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 11(2): 326–333.

Emiralioğlu, O., Yaldız, G. (2020). Bolu koşullarında farklı kişniş (*Coriandrum sativum* L.) çeşit ve popülasyonlarının verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi, 9 (2), 307-316

Meric, E., Yaldiz, G., Camlica, M. (2026). Comprehensive evaluation of agromorphological traits, yield potential, and essential oil profiles in 160 coriander (*Coriandrum sativum* L.) genotypes. Biology, 15(19), 1787.

Sezek, M. (2014). Farklı ekim zamanlarının kişniş (*Coriandrum sativum* L.) çeşitlerinin verim, verim unsurları ve uçucu yağ oranına etkisi. Atatürk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Tekin F., Eryiğit, T., Tunçtürk, M. (2021). Diyarbakır ekolojik koşullarında kişniş (*Coriandrum sativum* var. *microcarpum* DC.) için uygun ekim zamanı ve ekim normunun belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 7(2): 276–285. https://doi.org/10.24180/ijaws.901667

Uhri, A. (2011). Boğaz derdi: Arkeolojik, arkeobotanik, tarihsel ve etimolojik veriler ışığında tarım ve beslenmenin kültür tarihi. *Ege Yayınları.*

Yaldız, G., Kaçar, O., Bahadırlı, N.P., Batı Ay, E., Çamlıca, M., Tunçtürk, M., Şekeroğlu, N. (2025). Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretiminde mevcut durum ve sürdürülebilirlik. Türkiye Ziraat Mühendisliği X. Teknik Kongresi, S. 516-546, Ankara.

Yurum, Ç. (2012). Samsun ekolojik koşullarında kışlık ve yazlık ekim zamanlarının kişniş (Coriandrum sativum L.) bitkisinin önemli tarımsal özellikleri ile kalite kriterlerine etkisinin belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

GREEN SYNTHESIS OF CADMIUM SULFIDE DOPED ZINC OXIDE PHOTOCATALYST FOR SOLAR DRIVEN DEGRADATION OF METHYLENE BLUE DYE

Saleem Khan, Prof. Dr. Shaukat Shuja, Prof. Dr. Azhar khan

Presenting author: Saleem Khan

Email: saleemchemist@gmail.com

Corresponding author: Prof. Dr. Shaukat shuja

Email: dr.shaukat@kust.edu.pk

Abstract

Dye containing effluents from dye manufacturing factories like textile, printing and leather processing are a major environmental problem as it takes a long time for synthetic dyes to degrade in water and has a negative impact on water life. One such dye that needs to be treated effectively before contaminated wastewater is discharged in the environment is methylene blue. Photochemical degradation is one of the most attractive methods for the elimination of such pollutants as degradation processes can degrade molecules of organic dyes by using molecules of active species formed when the light is projected. The CdS–ZnO nanocomposite photocatalyst will be synthesized by the environmentally friendly green synthesis method, using Aloe vera plant extract. The natural compounds found in the extract will serve as reducing and stabilizing agents during preparation of nanomaterials. The ZnO and CdS nanocrystals will be prepared individually and then merged to create a CdS–ZnO heterojunction. Structural, morphological, functional and optical properties of the prepared material will be studied by the characterization of X-ray diffraction, scanning electron microscopy, Fourier transform infrared spectroscopy and UV–Visible spectroscopy techniques. Photocatalytic activity of the synthesized nanocomposite will be studied using solar light for degradation of methylene blue. The parameters that are important in the operation of the process such as the radiation time, catalyst amount and solution pH will be investigated so that suitable values for the degradation of dye are obtained. The study is anticipated to offer a straightforward and eco-friendly method to produce semiconductor photocatalysts, and aid in the sustainable treatment of dye-contaminated wastewater.

Keywords: Aloe vera, Green synthesis, CdS–ZnO nanocomposite, Photocatalysis, Methylene blue, Solar-light irradiation, Wastewater treatment, Semiconductor photocatalyst.

TÜRKİYE'DE SIFIR ATIK UYGULAMALARINDA KADININ ROLÜ

Prof. Dr. Dilek BOSTAN BUDAK

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi,

dbostanbudak@gmail.com

ORCID ID: 0000-0001-6318-698X

Özet

Sıfır atık yaklaşımı, atık oluşumunun önlenmesini, kaynakların verimli kullanılmasını ve yeniden kullanıma öncelik verilmesini amaçlamaktadır. Bu yaklaşımın uygulanması, çevresel sorumlulukların kimler tarafından ve hangi koşullarda üstlenildiği sorusunu gündeme getirmektedir. Bildirinin amacı, kadınların sıfır atık uygulamalarındaki rolünü Türkiye'den kırsal ve kentsel örnekler üzerinden toplumsal cinsiyet, görünmeyen emek ve güçlenme bağlamında tartışmaktadır. Seçilmiş akademik yayınlar ve resmi uygulama belgelerine dayanan bir literatür çalışmasıdır. Evsel ambalaj atıklarına ilişkin tüketici davranışları, öğretmen adaylarının sıfır atık tutumları, Karadeniz ve Ankara'daki kadın kooperatifleri ile İzmir'deki ileri dönüşüm ve tarımsal üretim örnekleri ele alınmıştır. İncelenen kaynaklar, kadınların katılımının çevresel farkındalık, üretim becerileri ve dayanışma açısından olanaklar sunduğuna işaret etmektedir. Kırsal örnekler, üretim artıklarının değerlendirilmesi ve kadınların geçim faaliyetleri arasındaki ilişkiyi görünür kılmaktadır. Kadınlarda daha yüksek bulunan çevreci tutumlar, doğal bir yatkınlık olarak değil, toplumsal cinsiyet rolleri ve iş bölümüyle birlikte yorumlanmaktadır. Bununla birlikte tutum ve farkındalık araştırmaları, olumlu tutumların günlük uygulamaya her zaman yansımadığını göstermektedir. Katılım da sorumlulukların eşit paylaşıldığını veya düzenli ekonomik kazanç sağlandığını tek başına göstermemektedir. Bildiri, kadınların çevresel katkısını destekleyen politikaların ev içi ve üretime ilişkin iş bölümü, emeğin karşılığı, hizmetlere erişim ve karar alma süreçleriyle birlikte geliştirilmesini önermektedir. Çevresel göstergelerin yanında zaman kullanımı, gelir, sosyal güvence ve temsil göstergelerinin de değerlendirilmesi gerektiği savunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Sıfır atık, kadın, toplumsal cinsiyet, kırsal kalkınma, kadın kooperatifleri,

THE ROLE OF WOMEN IN ZERO WASTE PRACTICES IN TURKEY

Abstract

The zero-waste approach aims to prevent waste generation, use resources efficiently and prioritise reuse. Its implementation raises the question of who assumes environmental responsibilities and under what conditions. This paper aims to discuss women's role in zero-waste practices through rural and urban examples from Türkiye, in the context of gender, invisible labour and empowerment. The study is a literature review based on selected academic publications and official implementation documents. Consumer behaviour regarding household packaging waste, pre-service teachers' attitudes towards zero waste, women's cooperatives in the Black Sea region and Ankara, and upcycling and agricultural production examples from İzmir are addressed. The sources reviewed indicate that women's participation offers opportunities in terms of environmental awareness, production skills and solidarity. Rural examples make visible the relationship between the use of production residues and women's livelihood activities. Women's higher pro-environmental attitudes are interpreted not as a natural disposition but in relation to gender roles and the division of labour. However, attitude and awareness studies show that positive attitudes do not always translate into daily practice. Participation alone does not demonstrate that responsibilities are shared equally or that regular economic gain is achieved. The paper recommends that policies supporting women's environmental contribution be developed together with the domestic and productive division of labour, remuneration of labour, access to services and decision-making processes. It argues that indicators of time use, income, social security and representation should be assessed alongside environmental indicators.

Keywords: Zero waste, women, gender, rural development, women's cooperatives,

1. GİRİŞ

Sıfır atık, atık oluşumunun önlenmesini ve azaltılmasını, ürünlerin yeniden kullanılmasını ve oluşan atıkların kaynağında ayrı biriktirilerek geri dönüşüme yönlendirilmesini kapsayan bir yönetim yaklaşımıdır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, t.y.; Sıfır Atık Yönetmeliği, 2019, md. 4/1-s). Bu yaklaşım, atık oluştuktan sonraki toplama ve işleme aşamalarının yanı sıra, tüketim ve kullanım kararlarının da değerlendirilmesini gerektirmektedir. Türkiye'de Sıfır Atık Projesi'nin 2017 yılında başlaması, yaklaşımın ulusal ölçekte uygulanması açısından önemli bir aşamadır (Sıfır Atık, t.y.). 2019 yılında yayımlanan Sıfır Atık Yönetmeliği uygulamaya hukuki bir çerçeve kazandırmıştır. Birleşmiş Milletler Genel Kurulu da 2022 yılında 30 Mart'ı Uluslararası Sıfır Atık Günü olarak ilan etmiştir (Sıfır Atık Yönetmeliği, 2019; United Nations General Assembly, 2022).

Sıfır atık yaklaşımının gündelik yaşamda uygulanması, tüketim alışkanlıklarının ve ev içi pratiklerin yeniden düzenlenmesini gerektirmektedir. de Wilde ve Parry (2022), sıfır atık yaşam hareketini kadınların çevresel bakım sorumluluklarının yoğunlaşması ile bu bakım pratiklerinin dönüştürücü potansiyeli arasındaki ikilem üzerinden incelemektedir. Bu yaklaşım, kadınların sıfır atık uygulamalarındaki rolünü değerlendirirken katılımın yanında, uygulamaları sürdürmek için gereken emeğin dağılımına da odaklanmayı sağlamaktadır.

Çevreci davranışlara yüklenen toplumsal anlamlar, bu sorumlulukların paylaşılmasını etkileyebilir. Brough ve diğerleri (2016), çevreci davranış ile kadınlık arasında kurulan kalıp yargının erkeklerin sürdürülebilir tüketim tercihlerine katılımını sınırlayabildiğini göstermektedir. Oates ve McDonald (2006), hane içi geri dönüşümü ev içi iş bölümü bağlamında inceleyerek bu işin de diğer ev işleri gibi büyük ölçüde kadınlar tarafından, tek başlarına ya da eşleriyle birlikte başlatılıp sürdürüldüğünü ileri sürmektedir. Kennedy ve Kmec (2018) ise hane içi çevreci davranışları ücretsiz ev emeğinin bir biçimi olarak ele almakta ve bu alandaki cinsiyet farkının toplumsal cinsiyet eşitsizliklerini yansıtıp pekiştirebileceğini savunmaktadır. Farklı ortamlarda yürütülen bu araştırmalar, çevreci davranışların toplumsal rollerle birlikte değerlendirilmesine dayanak oluşturabilir.

Bu çerçevede, kadınların çevreci tutum veya davranış düzeylerinin daha yüksek bulunması (Zelezny ve diğerleri, 2000), kadınların doğaları gereği çevreye daha duyarlı olduğu şeklinde yorumlanmamalıdır (Leach, 2007). Benzer bir vurgu uluslararası politika belgelerinde de yer almaktadır: Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'nun sıfır atık kararı, kadınların çevrenin korunmasında, kaynak kullanımının azaltılmasında ve kaynakların yeniden kullanılıp geri dönüştürülmesinde sıklıkla öncülük ettiğini ve sürdürülebilir tüketim kararlarını etkilemede özellikle güçlü bir rol oynayabileceğini kabul etmektedir (United Nations General

Assembly, 2022). Bu bildiride söz konusu farklılıkların; ev içi iş bölümü, eğitim, gelir ve hizmetlere erişim koşullarıyla birlikte incelenmesi önerilmektedir. Böylece kadınların çevresel katkısı değerlendirilirken sorumlulukların kimler tarafından ve hangi koşullarda üstlenildiği de araştırmanın odağına alınmalıdır.

Sorumlulukların paylaşımı, sıfır atık uygulamalarını sürdürmek için gereken emeğin görünürlüğüyle de ilişkilidir. Bu bildiride görünmeyen emek, atık yönetimi için gerekli olduğu halde ekonomik ve kurumsal değerlendirmelerde yeterince hesaba katılmayan işleri ifade etmektedir. Kennedy ve Kmec (2018) de hane içi çevreci davranışları, politika yapıcılar ve akademisyenler tarafından değeri yeterince tanınmayan ücretsiz iş olarak nitelemektedir. Malzemelerin temizlenmesi, ayrılması, saklanması, uygun teslim noktasının araştırılması ve diğer hane üyelerinin yönlendirilmesi bu kapsamda düşünülebilir. Türkiye'de ulusal zaman kullanım araştırmasının faaliyet sınıflamasında atıkların ayrıştırılması veya geri dönüşüme hazırlanması için ayrı bir faaliyet kodu bulunmamaktadır (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2016). Bunların hangi hanelerde kimler tarafından yapıldığı, saha araştırmalarıyla belirlenmesi gereken bir sorudur.

Emeğin görünür kılınmasının yanında, katılımın kadınların güçlenmesine nasıl yansıdığı da değerlendirilmelidir. Bir kadının atölyeye veya kooperatife katılması önemli bir başlangıçtır. Fakat bu bildiride güçlenme, kazanılan geliri kullanabilme, üretim kararlarında söz sahibi olma ve kendi zamanını yönetebilme boyutları üzerinden ele alınmaya çalışılmıştır. Bu yaklaşım, güçlenmeyi kaynaklar, eylemlilik ve kazanımlar boyutlarıyla tanımlayan Kabeer'in (1999) çerçevesiyle uyumludur. Bu nedenle değerlendirme çerçevesi, çevresel katkı, emek yükü ve karar alma kapasitesi arasındaki ilişkiye dayanmaktadır.

Kırsal üretim ortamı, kadınların çevresel katkısını geçim faaliyetleri ve kaynaklara erişim açısından da değerlendirmeyi gerektirmektedir. Kurtege Sefer (2024), kırsal kadın kooperatiflerine yönelik girişimcilik odaklı yaklaşımları tartışmakta ve güçlenmenin sosyal ve psikolojik boyutlarının önemine dikkat çekmektedir. Bu bildiride kırsal boyut, çevresel üretim faaliyetlerini kadınların emeği ve güçlenme koşullarıyla birlikte incelemek amacıyla kapsama dahil edilmiştir.

Bu bildirinin temel sorusu, Türkiye'de kadınların sıfır atıkla ilişkili uygulamalara katılımının kırsal ve kentsel bağlamlarda hangi olanakları ve eşitsizlik risklerini ortaya çıkardığıdır. Çalışma, kadınları emeğinin karşılığını alma, kaynaklara erişme ve karar alma hakkına sahip aktörler olarak ele almaktadır. Evsel atık yönetimi, eğitim, kadın kooperatifleri ve yerel yönetim uygulamaları bu doğrultuda incelenmektedir.

2. YÖNTEM

Derlemede, çevresel tutum ve davranış, iş bölümü ve emek, ekonomik ve sosyal güçlenme olmak üzere üç konu üzerinde durulmaya çalışılmıştır. Kırsal boyut Karadeniz'deki kooperatif araştırması, Ankara Afşar Balam

örneği ve Menderes'teki tarımsal üretim uygulaması üzerinden; kentsel boyut ise Samsun'daki tüketici araştırması ve İzmir'deki atölye uygulaması üzerinden ele alınmaktadır. Üniversite araştırmaları eğitim ve tutum boyutunu desteklemektedir. Bu sınıflandırma, örneklerin faaliyet konusuna dayanmaktadır, dengeli bir kır–kent karşılaştırması veya temsili örneklem söz konusu değildir. Çalışma kapsamında anket, görüşme veya doğrudan gözlem yapılmamıştır.

3. TÜRKIYE'DE KADINLARIN SIFIR ATIK UYGULAMALARINA KATILIMI VE TUTUMLARI

3.1 Samsun'da evsel ambalaj atıkları ve tüketici davranışları

Aydın Eryılmaz ve Kılıç (2021), Samsun'un kentsel alanında yaşayan 384 tüketiciyle gerçekleştirdikleri araştırmada evsel ambalaj atıklarına ilişkin davranışları cinsiyete göre incelemiştir. Araştırmada kadınların geri dönüşüm konusunda erkeklerden daha bilinçli davranış sergilediğini belirtmişlerdir. Ancak bu sonuç iki değişkenli ki-kare karşılaştırmalarına dayanmaktadır ve kadınlarla erkekler arasındaki anlamlı fark yalnızca cam ve plastik ambalajların değerlendirilme biçiminde görülmektedir; kağıt/karton, metal ve ahşap ambalajlarda fark anlamlı değildir. Örneklemdeki kadın ve erkekler yaş, bakıma muhtaç kişi sayısı ve gelir bakımından da farklılaştığından, gözlenen farkın yalnızca cinsiyete bağlanması zordur. Bununla birlikte, cam dışındaki ambalaj atıklarının çoğunlukla çöpe atılması ve ambalaja ilişkin farkındalığın geri dönüşüm davranışına yeterince yansımaması, bilgi ile uygulama arasındaki mesafeyi ortaya koymaktadır.

Bu örnek, sıfır atık çalışmalarında yalnızca farkındalık düzeyine odaklanmanın sınırını göstermektedir. Bir kişi geri dönüşümün önemini kabul edebilir; ancak günlük rutinde bu davranışı sürdüremeyebilir. Samsun araştırmasının bulguları, davranışın neden gerçekleşmediğinin ayrıca incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Aydın Eryılmaz ve Kılıç (2021), bu davranışa ilişkin gerekçeleri kendi örneklemlerinde ölçmemiş; başka bir araştırmaya atıfla, tüketicilerin cam dışındaki ambalajları çöpe atmalarını zaman olmaması, zor gelmesi, atıkların çok yer kaplaması, bilgilendirme eksikliği ve üşengeçlik gibi nedenlerle açıkladığını aktarmıştır (Umut ve Velioğlu, 2016, akt. Aydın Eryılmaz ve Kılıç, 2021). Toplama hizmetlerinin erişilebilirliği, evde depolama alanı ve görev dağılımı bu amaçla araştırılabilecek değişkenlerdir. Bunlar söz konusu araştırmanın doğruladığı nedenler olarak değil, gelecekteki incelemeler için önerilen açıklama alanları olarak değerlendirilebilir.

3.2 Üniversite öğrencileri ve çevreye duyarlı tüketim

Dablan ve Yılmaz Alarçin (2020), bir devlet üniversitesinin Sağlık Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören öğrencilerle (n = 378) yürüttükleri çalışmada Bem Cinsiyet Rolü Envanteri ve çevreye duyarlı tüketim davranışı ölçeğini kullanarak toplumsal cinsiyet rolleri ile çevreye duyarlı tüketim arasındaki ilişkiyi incelemiştir.

Çalışmada toplumsal cinsiyet rolleri ile enerji tasarrufu, geri dönüşüm ve ekolojik bilinçli karar verme arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur.

Bu araştırmanın bildiri açısından katkısı, çevreci tüketimin yalnızca kadın ve erkek gruplarının karşılaştırılmasıyla ele alınamayacağını ortaya koymak içindir. Bireylerin benimsediği roller ve beklentiler de davranışlarla ilişkili olabilir. Bununla birlikte, ilişki bulunması nedensellik anlamına da gelmez. Ayrıca belirli bir fakültedeki öğrenci örnekleminden elde edilen sonuçların farklı yaş ve meslek gruplarına doğrudan aktarılması uygun değildir. Yazarlar, örneklemin büyük çoğunluğunun kadın öğrencilerden oluşmasını da araştırmanın sınırlılıkları arasında belirtmektedir.

3.3 Öğretmen adaylarının sıfır atık tutumları

Özcan ve Meydan'ın (2025) araştırması, Türkiye genelinde 28 üniversiteden 488 sosyal bilgiler öğretmen adayını kapsamaktadır. Araştırmada kadın öğretmen adaylarının sıfır atık tutum puanlarının erkeklerden anlamlı derecede yüksek olduğu ($r = 0,17$), çevre eğitimi dersi alan adayların da daha olumlu tutumlar sergilediği belirlenmiştir.

Bu sonuçlar, çevre eğitiminin geliştirilmesi bakımından önemlidir. Ancak tutum ölçeğinin, katılımcıların oluşturduğu atık miktarını veya atık yönetimine ayırdığı zamanı ölçmediği dikkate alınmalıdır. Nitekim ölçekte en düşük ortalamaları alan maddeler, pahalı olsa da geri dönüştürülebilir ambalajlı ürün satın alma, sıfır atık etkinliklerine katılma ve atıkları ayrıştırarak uygun kutulara atma gibi uygulamaya yönelik ifadelerdir; yazarlar bu sonuçtan sıfır atık etkinliklerine katılımın sınırlı kaldığı yorumunu çıkarmaktadır. Bu maddelerin ortalamalarının da yazarların yorum aralıklarına göre orta ve yüksek düzeyde kaldığı göz önünde bulundurulmalıdır. Eğitim programlarının başarısı değerlendirilirken olumlu tutumların günlük uygulamaya dönüşüp dönüşmediği izlenmelidir. Yazarların kadın adayların daha yüksek tutumunu kadınları daha fazla çevresel sorumluluk ve bakım davranışlarıyla ilişkilendiren toplumsal cinsiyet rolleri ve kültürel etkilerle açıklaması dikkate alındığında, tüm öğrencilerin farklı görevleri deneyimleyeceği uygulamalar tasarlanabilir. Böyle bir düzenleme, çevresel sorumluluğun ortaklaşmasını eğitim sürecinin bir hedefi haline getirebilir.

3.4 Kırsalda kadın kooperatifleri ve atık değerlendirme

Dinçer ve Çamur (2024), Karadeniz Bölgesi'ndeki bir ilde kadın kooperatifi başkanlarıyla gerçekleştirdikleri odak grup görüşmelerinde sürdürülebilirlik faaliyetlerini ve kadınların deneyimlerini incelemiştir. Çalışmada organik artıkların gübre olarak değerlendirilmesi, eski giysilerden yeni ürünler yapılması ve belediyelerle geri dönüşüm iş birlikleri kurulması gibi uygulamalar yer almaktadır. Katılımcılar

kooperatiflerin dayanışma, özgüven ve ekonomik kazanım sağladığını belirtirken, ev ve bakım sorumluluklarıyla kooperatif görevlerini birlikte yürütmenin güçlüklerini de ifade etmişlerdir.

Bu örnek, çevresel katkı ile sosyal katılımın birlikte incelenmesine olanak tanımaktadır. Kooperatif faaliyetlerini değerlendirirken üretimin devamlılığı, üyelerin elde ettiği net gelir ve sorumlulukların dağılımı gibi göstergeler kullanılabilir. Özellikle satış geliri ile kazanç birbirinden ayrılmalıdır; malzeme, ulaşım ve emek maliyetleri hesaba katılmadan ekonomik başarıya ilişkin güçlü bir sonuca ulaşmak mümkün değildir.

İzmir ili Menderes ilçesindeki Güm-Öz Turuncu Eller Tarımsal Kalkınma Kooperatifi mandalinayı sıfır atık yaklaşımıyla işleyerek katma değerli ürünlere dönüştürmektedir. Bu kooperatifte kadınların üretim ve karar alma süreçlerine katılımını da vurgulanmaktadır. Bu örnek, kadınların sıfır atıkla ilişkisinin evsel ayrıştırmanın yanında tarımsal üretim ve girişimcilik üzerinden de kurulabildiğini göstermektedir (İzmir Büyükşehir Belediyesi, t.y.). Bununla birlikte, kullanılan yaklaşımın çevresel ve ekonomik sonuçlarını belirlemek için üretim sürecindeki kayıpların, değerlendirilen malzeme miktarının, maliyetlerin ve üyelere dağıtılan gelirin ölçülmesi gerekmektedir.

Akgül (2022), Ankara'daki Afşar Balam Kadın Kooperatifii başkanıyla görüşmelere dayanan çalışmasında yerel ekolojik bilginin kooperatif aracılığıyla görünür kılınmasını ve modern üretim bilgisiyle ilişkilendirilmesini incelemiştir. Çalışma, doğrudan sıfır atık miktarını ölçmemektedir. Bu çalışmadan hareketle, atık azaltma eğitimlerinin kadınların mevcut deneyimlerini dikkate alınmasını ve geleneksel bir uygulamanın çevresel etkisinin ayrıca değerlendirilmesi gerektiği önerilebilir.

3.5 İzmir'de ileri dönüşüm atölyeleri

İzmir Büyükşehir Belediyesinin 8 Haziran 2024 tarihli açıklamasına göre Anahtar Kadın Çalışmaları Bütüncül Hizmet Merkezi'nin İleri Geri Dönüşüm Atölyesi'nde kadınlar eski kumaşları çanta, yatak örtüsü ve çeşitli ev eşyalarına dönüştürmektedir. Açıklamada katılımcıların ürün satışı ve sosyal ilişkiler kurma deneyimlerine de yer verilmiştir. Kadınlara yönelik bir hizmet merkezinde yeniden kullanım faaliyetlerinin gerçekleştirildiğini göstermekte, ancak toplam atık azaltımı veya düzenli gelir hakkında bağımsız ölçüm sunmamaktadır (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2024).

Atölyelerin değerlendirilmesinde üretim becerisi kazanımı ile ekonomik sürdürülebilirlik ayrı ayrı izlenmelidir. Katılımın devam etmesi, ürünlerin kullanımda kalması ve katılımcıların faaliyetten beklediği kazanımlar, programın başarısı için farklı göstergelerdir. Gönüllü eğitmenlik veya ücretsiz üretim söz konusu olduğunda, gönüllülüğün katılımcıların kendi tercihlerine dayanıp dayanmadığı ve uzun vadede nasıl sürdürüleceği de değerlendirilmelidir.

4. TARTIŞMA VE ÖNERILER

İncelenen Türkiye örnekleri, kadınların sıfır atıkla ilişkili uygulamalarda farklı konumlarda bulunduğunu göstermektedir. Kadınlar tüketici, öğrenci, kooperatif üyesi, üretici ve atölye katılımcısı olarak süreçlere dahil olmaktadır. Bu çeşitlilik, "kadınların rolü" ifadesinin tek bir deneyimi temsil etmediğini göstermektedir. Politika geliştirilirken çalışan kadınlar, kırsalda üretim yapanlar ve bakım sorumluluğu bulunanlar için aynı katılım koşullarının geçerli olduğu varsayılmamalıdır.

İncelenen kaynaklar üzerinden geliştirdiği temel yorum, çevresel katılımın eşitlik açısından kendi başına yeterli bir gösterge olmadığıdır. Katılımın nasıl gerçekleştiği ve sonuçlarının kimler tarafından kullanılabildiği önemlidir. Örneğin bir faaliyetin ürün sayısının artması, katılımcıların net kazancını veya karar alma gücünü artırmayabilir. Benzer biçimde, hanenin ayrıştırdığı atık miktarının yükselmesi, bu işi yapan kişinin zaman yükünün azaldığını göstermemektedir.

UNEP (United Nations Environment Programme) raporu, toplumsal cinsiyet eşitsizliklerinin ve normlarının atık yönetiminin neredeyse her aşamasına yerleşmiş olduğunu belirtmekte ve atık sektöründeki toplumsal cinsiyete dayalı iş bölümünü incelemektedir. Bhutan, Moğolistan ve Nepal örneklerine dayanan rapor, Türkiye için doğrudan kanıt sağlamamakla birlikte, çevresel politika ile sosyal eşitliğin birlikte değerlendirilmesine yönelik bir çerçeve sunmaktadır (UNEP, 2019).

Safira ve Tumuyu'nun (2025) COVID-19 salgını sırasında ve sonrasında ev kadınlarının rolüne odaklanan ve çoğunluğu Endonezya'dan olmak üzere gelişmekte olan ülkelerdeki yedi çalışmayı inceleyen sistematik olarak değerlendirmiştir. Evsel atık yönetiminde kadınların rolünü ele alırken bilgi, farkındalık ve toplumsal cinsiyet kalıplarına da dikkat çekerek eğitim ve rehberlik uygulamalarının davranış değişikliğini destekleyebildiğini belirtmektedirler. Bu bulgular, Türkiye'deki uygulamaların yalnızca katılımcı sayısıyla değil, kadınların uygulamayı sürdürmesini sağlayan koşullarla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

Döngüsel ekonomide çalışma yaşamına odaklanan ILO, Circle Economy ve Dünya Bankası S4YE Programı'nın (2023) ortak raporu ise çalışma koşulları, sosyal koruma, kayıt dışılık ve toplumsal cinsiyet eşitsizliklerini önemli değerlendirme alanları olarak ele almaktadır. Bu çerçeveden hareketle, Türkiye'de kadın kooperatiflerinin ve ileri dönüşüm atölyelerinin değerlendirilmesinde çevresel çıktılarla birlikte emeğin karşılığı ve ekonomik kazanımların sürekliliği de incelenmelidir.

Kırsal atık yönetimine ilişkin uluslararası bir örnek, Amoah ve diğerlerinin (2023) Gana araştırmasıdır. Gözlem, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve odak grup çalışmalarına dayanan araştırma, kadın atık çalışanlarının

fiziksel güç gerektirdiği gerekçesiyle eğitim programlarına ve atık toplama ve taşımada kullanılan üç tekerlekli araçlara erişimden dışlandığını göstermektedir. Bu sonuç, Türkiye'de aynı durumun bulunduğunu kanıtlamamaktadır. Kırsal atık politikalarında eğitim ve ekipmana erişimin toplumsal cinsiyet açısından incelenmesine dayanak oluşturmaktadır. Böylece kadınların katılımını artırmayı amaçlayan uygulamalarda, görevlerin paylaşımı kadar teknik beceri kazanma olanaklarının dağılımı da değerlendirmeye dahil edilebilir.

Uluslararası literatürün sunduğu bu çerçeve Türkiye'ye uygulandığında, evsel sıfır atık görevlerinin kimler tarafından yapıldığı ve üretim faaliyetlerine katılımın gelir, temsil ve yaşam koşullarına nasıl yansıdığı sorularını belirginleştirmektedir. Kırsal örnekler bu sorulara üretim artıklarının değerlendirilmesini ve geçim faaliyetleriyle çevresel hedeflerin ilişkisini de eklemektedir. İncelenen kaynaklar, kırsal ve kentsel kadınların iş yükü veya hizmetlere erişimi arasında ölçülmüş bir fark ortaya koymamaktadır. Bu nedenle toplama hizmetlerine erişim, üretimin mevsimselliği, ulaşım ve pazara erişim bu bildiride araştırılması önerilen boyutlar olarak ele alınmaktadır.

Sıfır atık eğitimleri tüm hane üyelerini kapsayacak biçimde düzenlenmelidir. Eğitimlerin yalnızca bilgi aktarması yerine görev paylaşımını da ele alması önerilmektedir. Alışveriş planlama, ürün bakımı, atıkların hazırlanması ve teslim edilmesi gibi işlerin ortak sorumluluk olarak tanımlanması, programların eşitlik boyutunu güçlendirebilir.

Yerel yönetimler, katılımın zaman ve erişim maliyetini azaltan hizmetler geliştirmelidir. Toplama noktalarının konumu, çalışma saatleri ve bilgilendirmenin anlaşılabilirliği değerlendirilmelidir. Böylece uygulamanın başarısı, yalnızca bireysel çabaya bağlı olmaktan çıkarılıp hizmet tasarımıyla desteklenebilir.

Kadın kooperatifleri ve ileri dönüşüm atölyelerinde desteklerin eğitimle sınırlı kalmaması gerekmektedir. Ürün tasarımı, maliyet hesabı, pazara erişim ve adil ödeme koşulları birlikte ele alınmalıdır. Bakım sorumluluklarının katılım üzerindeki etkisi de program planlamasına dahil edilmelidir. Bu önerilerin uygunluğu, katılımcıların ihtiyaçları belirlenerek değerlendirilmelidir.

İzleme sistemleri çevresel ve sosyal göstergeleri birlikte içermelidir. Yeniden kullanılan malzeme miktarı ve azaltılan atığın yanında, katılımcıların harcadığı zaman, net kazancı, görev dağılımı ve karar süreçlerindeki temsili ölçülebilir. Başlangıç ve takip ölçümlerinin yapılması, değişimin yönünü değerlendirmeyi kolaylaştıracaktır.

Gelecek araştırmalarda anketlerin zaman kullanım günlükleri, görüşmeler ve mümkün olduğunda atık ölçümleriyle desteklenmesi yararlı olacaktır. Kırsal üretim alanları ile kentsel hanelerde farklı gelir gruplarının ve hane yapılarının incelenmesi, katılımı etkileyen koşulları açıklaya yardımcı olabilir. Kırsal örneklerde üretim

ve hasat dönemlerinin zaman yükü üzerindeki etkisi, organik artıkların değerlendirilme yolları ve kooperatif ürünlerinin pazara erişimi ayrıca araştırılmalıdır. Bu değişkenlerin ölçülmesi, kırsal kadınlara yönelik desteklerin somut ihtiyaçlara göre tasarlanmasını sağlayabilir.

5. SONUÇ

Bu bildiri, kadınların sıfır atık uygulamalarındaki rolünü Türkiye'den seçilmiş kırsal ve kentsel araştırma ve uygulama örnekleri üzerinden değerlendirmiştir. Kaynaklar, kadınların çevresel tutum, yeniden kullanım, üretim ve dayanışma süreçlerinde katkılar sunduğuna işaret etmektedir. Kırsal kooperatif örnekleri, üretim artıklarının değerlendirilmesini kadınların geçim faaliyetleri ve örgütlenmesiyle birlikte ele almaya olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, tutum araştırmaları gerçekleşen atık azaltımını, kurumsal tanıtımlar ise uzun vadeli etkiyi tek başına göstermemektedir. Seçilmiş örnekler üzerinden Türkiye geneli için bir kır–kent farklılığı sonucuna ulaşılamamaktadır.

Çalışmanın temel önerisi, kadınların katkısını görünür kılarken bu katkının koşullarını da ölçmektir. Çevresel hedeflere ulaşmak için gereken emeğin paylaşımı, ekonomik karşılığı ve karar alma süreçleri birlikte değerlendirilmelidir. Türkiye'de sıfır atık politikalarının toplumsal cinsiyet boyutunu güçlendirmek, kadınların deneyimlerini uygulama tasarımına dahil etmeyi ve sorumlulukları toplumun farklı aktörleri arasında paylaşmayı gerektirmektedir. Böyle bir yaklaşım, atık azaltımını kadınların yaşam koşullarının iyileştirilmesiyle birlikte ele alan bir politika zemini oluşturabilir.

KAYNAKLAR

Akgül, Ç. (2022). Sürdürülebilir ekolojik denge için modern ve geleneksel üretim yöntemlerinin entegrasyonunda kırsal kadının ve kadın kooperatiflerinin önemi: Afşar Balam Kadın Kooperatifi örneği. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 9(1), 57–71. https://dergipark.org.tr/tr/pub/aucevrebilim/issue/68400/1048652

Amoah, J. O., Britwum, A. O., Essaw, D. W., & Mensah, J. (2023). Solid waste management and gender dynamics: Evidence from rural Ghana. Research in Globalization, 6, 100111. https://doi.org/10.1016/j.resglo.2023.100111

Aydın Eryılmaz, G., & Kılıç, O. (2021). Evsel ambalaj atıklarıyla İlgili tüketicilerde cinsiyete göre davranış farklılıkları: Samsun ili örneği. Ünye İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 4(2), 1–8. https://dergipark.org.tr/tr/pub/uiibfd/article/976552

Brough, A. R., Wilkie, J. E. B., Ma, J., Isaac, M. S., & Gal, D. (2016). Is eco-friendly unmanly? The green-feminine stereotype and its effect on sustainable consumption. Journal of Consumer Research, 43(4), 567–582. https://doi.org/10.1093/jcr/ucw044

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (t.y.). *Sıfır atık yönetim sistemi uygulama kılavuzu: Eğitim kurumu ve yurtlar, AVM, iş merkezi, ticari işletme ve plaza kılavuzu*. https://sifiratik.gov.tr/content/files

Dablan, E., & Yılmaz Alarçin, E. (2020). Toplumsal cinsiyet rollerinin çevreye duyarlı tüketim davranışı üzerine etkisinin ölçülmesine yönelik bir araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 11(26), 164–181. https://doi.org/10.21076/vizyoner.614494

de Wilde, M., & Parry, S. (2022). Feminised concern or feminist care? Reclaiming gender normativities in zero waste living. The Sociological Review, 70(3), 526–546. https://doi.org/10.1177/00380261221080110

Dinçer, E. N., & Çamur, G. (2024). Kırsal sosyal hizmet ve sürdürülebilirlik odağında kadın kooperatifleri: Eko-feminist perspektiften bir inceleme. Sosyal Çalışma Dergisi, 8(2), 67–81. https://doi.org/10.70989/scd.1588235

International Labour Organization, Circle Economy, & World Bank Solutions for Youth Employment Programme. (2023). Decent work in the circular economy: An overview of the existing evidence base. https://www.ilo.org/publications/decent-work-circular-economy-overview-existing-evidence-base

İzmir Büyükşehir Belediyesi. (2024, 8 Haziran). Atık kumaşlara kadın eli değdi. https://www.izmir.bel.tr/tr/Haberler/atik-kumaslara-kadin-eli-degdi/50365/156

İzmir Büyükşehir Belediyesi. (t.y.). Menderes ilçesi. Sürdürülebilir Bir İzmir. Erişim tarihi: 5 Ekim 2026. https://ish.izmir.bel.tr/districts/18

Kabeer, N. (1999). Resources, agency, achievements: Reflections on the measurement of women's empowerment. Development and Change, 30(3), 435–464. https://doi.org/10.1111/1467-7660.00125

Kennedy, E. H., & Kmec, J. (2018). Reinterpreting the gender gap in household pro-environmental behaviour. Environmental Sociology, 4(3), 299–310. https://doi.org/10.1080/23251042.2018.1436891

Kurtege Sefer, B. (2024). Kırsal kalkınmada kadın emeği, sivil toplum kuruluşları ve kadın kooperatifleri. Çalışma ve Toplum, 1(80), 93–126. https://doi.org/10.54752/ct.1421764

Leach, M. (2007). Earth mother myths and other ecofeminist fables: How a strategic notion rose and fell. Development and Change, 38(1), 67–85. https://doi.org/10.1111/j.1467-7660.2007.00403.x

Oates, C. J., & McDonald, S. (2006). Recycling and the domestic division of labour: Is green pink or blue? Sociology, 40(3), 417–433. https://doi.org/10.1177/0038038506063667

Özcan, F., & Meydan, A. (2025). Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının sıfır atık politikasına ilişkin tutumlarının çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi Dergisi, 7(2), 434–453. https://doi.org/10.51119/ereegf.2025.153

Safira, F., & Tumuyu, S. S. (2025). The role of housewives in managing household waste during and after the COVID-19 pandemic. World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development, 21(1), 63–78. https://doi.org/10.47556/J.WJEMSD.21.1.2025.4

Sıfır Atık. (t.y.). Sıfır atık yolculuğu. Erişim tarihi: 5 Ekim 2026. https://www.sifiratik.gov.tr/guncel/sifir-atik-yolculugu

Sıfır Atık Yönetmeliği. (2019, 12 Temmuz). Resmi Gazete (Sayı: 30829).

Türkiye İstatistik Kurumu. (2016). Zaman kullanım araştırması mikro veri seti, 2014–2015 (Yayın No. 4426). TÜİK.

United Nations Environment Programme. (2019). Gender and waste nexus: Experiences from Bhutan, Mongolia and Nepal. https://www.unep.org/resources/report/gender-and-waste-nexus-experiences-bhutan-mongolia-and-nepal

United Nations General Assembly. (2022). Promoting zero-waste initiatives to advance the 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/77/161).

Zelezny, L. C., Chua, P.-P., & Aldrich, C. (2000). Elaborating on gender differences in environmentalism. Journal of Social Issues, 56(3), 443–457. https://doi.org/10.1111/0022-4537.00177

TÜRKİYE'DE SULAMA VERİMLİLİĞİ VE SU TASARRUFU

Dr. Öğr. Üyesi Cahit GÜNGÖR[1], Prof. Dr. Dilek BOSTAN BUDAK[2]

[1]Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi, gungorc@cu.edu.tr,

ORCID ID: 0000-0002-5693-0202

[2]Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi, dbostanbudak@gmail.com,

ORCID ID: 0000-0001-6318-698X

Özet

Tarım, Türkiye'de suyun en büyük kullanıcısıdır ve su kıtlığına karşı geliştirilen politikalar büyük ölçüde sulama verimliliğinin artırılmasına dayanmaktadır. Bildirinin amacı, sulama verimliliğine dayalı politikaların havza ölçeğinde gerçek su tasarrufu sağlayıp sağlamadığını ve bu sonucu hangi ekonomik ve çevresel koşulların belirlediğini Türkiye örneği üzerinden değerlendirmektir. Çalışma, seçilmiş akademik yayınlar, uluslararası kuruluşların raporları ve Türkiye'nin politika belgeleri üzerinden yürütülen bir derlemedir. Uluslararası literatür, sulama verimliliğindeki artışın geri dönüş sularının azalması, sulanan alanın genişlemesi veya daha fazla su isteyen ürünlere geçilmesi nedeniyle havza ölçeğinde tasarrufu garanti etmediğini göstermektedir. Türkiye bulguları bu etkiyi doğrudan ölçmemekle birlikte verimliliğin tek başına yeterli olmadığını göstermektedir: Konya Kapalı Havzası için yapılan modelleme, yalnızca sulama teknolojisinin iyileştirilmesi durumunda yeraltı suyu düşüşünün sürdüğünü; 2016 sonunda uygulanan su tasarrufu politikasının değerlendirmesi ise mısırın daha yüksek kârlılığı nedeniyle sulanan mısır alanlarının genişlediğini göstermektedir. Bulgular, kârlılık farkı, alana dayalı sabit su ücreti ve denetlenmeyen yeraltı suyu çekimi gibi su tasarrufu güdüsünü zayıflatan ekonomik koşulların varlığına işaret etmektedir. Konya ve Burdur kapalı havzalarındaki göllerde gözlenen küçülme, sorunun çevresel boyutunu ortaya koymaktadır. Bildiride, ulusal su verimliliği hedefinin sulama randımanı üzerinden tanımlanmasının yeterli olmadığı ileri sürülmekte, su politikalarının gerçek su tasarrufu, çiftçi geliri ve ekosistem göstergeleriyle birlikte izlenmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Sulama verimliliği paradoksu, su tasarrufu, tarım politikası, yeraltı suyu, Konya Kapalı Havzası, Türkiye.

IRRIGATION EFFICIENCY AND WATER SAVINGS IN TÜRKİYE

Abstract

Agriculture is the largest water user in Türkiye, and policies developed to address water scarcity rely largely on improving irrigation efficiency. This paper aims to assess, using Türkiye as a case, whether irrigation efficiency-based policies deliver real water savings at the basin scale and which economic and environmental conditions shape this outcome. The study is based on a literature review of selected academic publications, reports by international organizations and Türkiye's policy documents. The international literature shows that gains in irrigation efficiency do not guarantee basin-scale savings, owing to reduced return flows, expansion of irrigated area or shifts to more water-intensive crops. Evidence from Türkiye does not measure this effect directly, but it shows that efficiency alone is not sufficient: modelling for the Konya Closed Basin shows that groundwater decline continues when only irrigation technology is improved, while an evaluation of the water-saving policy introduced in late 2016 shows that irrigated maize area expanded because of the crop's higher profitability. The findings also point to economic conditions that weaken the incentive to save water, such as profitability differences between crops, flat area-based water charges and unenforced groundwater abstraction. The shrinkage of lakes observed in the Konya and Burdur closed basins reveals the environmental dimension of the problem. The paper argues that defining the national water efficiency target in terms of irrigation efficiency is insufficient, and recommends that water policies be monitored together with indicators of real water savings, farm income and ecosystem condition.

Keywords: Irrigation efficiency paradox, water savings, agricultural policy, groundwater, Konya Closed Basin, Türkiye

1. GİRİŞ

Su, tarımsal üretimin temel girdilerinden biri olmasının yanı sıra insan sağlığının, ekonomik faaliyetlerin ve doğal yaşamın devamlılığını sağlamaktadır. Birleşmiş Milletler'in 2024 Dünya Su Gelişim Raporu, FAO verilerine dayanarak tarımın küresel tatlı su çekimlerinin yaklaşık yüzde 72'sini oluşturduğunu belirtmektedir (United Nations, 2024, s. 28). Bu oran, tarımın su yönetimindeki merkezi konumunu göstermektedir. Ancak su çekimi, çekilen suyun tamamının tüketildiği anlamına gelmemektedir.

Türkiye'de tarımın payı küresel ortalamanın üzerindedir. Su Verimliliği Strateji Belgesi'ne göre 2021 yılında sektörlerin kullandığı 58,41 milyar m^3 suyun 45,05 milyar m^3'ü (%77) tarımsal sulamada kullanılmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023a, s. 20). OECD (2025, ss. 625–626) ise tarımın Türkiye'deki toplam su çekimleri içindeki payını 2023 yılı için %85,1 olarak vermekte ve ülkenin su stresinin OECD ortalamasının üzerinde olduğunu belirtmektedir. İki oran arasındaki fark, kaynakların farklı veri setlerine ve dönemlere dayanmasından kaynaklanabilir; her iki durumda da tarım, Türkiye'de suyun en büyük kullanıcısıdır.

Bu durum nedeniyle tarım politikalarının merkezinde sulama verimliliği yer almaktadır. Basınçlı sulama sistemlerine verilen hibeler, kapalı sulama şebekelerinin yaygınlaştırılması ve sulama randımanına ilişkin ulusal hedefler, tarlaya verilen suyun daha etkin kullanılmasını amaçlamaktadır (OECD, 2025, s. 619; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023a, s. 13).

Bildiride kullanılan havza kavramı, bir yüzey suyu kütlesinin (akarsu ya da göl) tüm su toplama alanını, yeraltı suyu söz konusu olduğunda ise akiferin (aquifer) kapladığı alanı ifade etmektedir (UNECE/UNESCO, 2018, aktaran United Nations, 2024, s. 92). Akarsuları açık denizlere ulaşmayan havzalar kapalı havza olarak sınıflandırılmaktadır (Daloğlu Çetinkaya vd., 2025, s. 4). Su tasarrufunun havza ölçeğinde değerlendirilmesi bu nedenle önemlidir. Bir kullanıcının tarlasında kullanmadığı ve geri dönüş suyu olarak sisteme bıraktığı su, aynı havzadaki diğer kullanıcılar ve ekosistemler için kullanılabilir sudur (FAO, 2020, s. 65).

Sulama verimliliği tartışmasının anlaşılması için üç kavramın ayrılması gerekir. Su çekimi, kaynağından alınan suyu; tüketici su kullanımı ise çekilen suyun buharlaşma, terleme, ürüne katılma gibi yollarla yeniden kullanılamaz hale gelen kısmını ifade eder. Geri dönüş suyu, çekilip tüketilmeyen ve kaynağına ya da başka bir yüzey veya yeraltı suyu kütlesine geri dönen sudur (FAO, 2020, s. xii). Bu su çoğu zaman yeniden sulamada kullanılmaktadır (FAO, 2020, s. 65). Bu nedenle tarlaya verilen suyun azalması, havzada kullanılabilir suyun aynı ölçüde arttığı anlamına gelmez (FAO, 2020, s. 65; Ward ve Pulido-Velazquez, 2008). Uluslararası literatür, tarla ölçeğindeki verimlilik artışının havza ölçeğinde gerçek su tasarrufuna her zaman dönüşmediğini göstermektedir (FAO, 2020; Grafton vd., 2018; Ward ve Pulido-Velazquez, 2008).

Türkiye'de sulama randımanı, toplam bitki sulama suyu ihtiyacının su kaynağından şebekeye alınan su miktarına oranı olarak tanımlanmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023a, s. 13). Bu tanım, şebekeye alınan suyun ne kadarının ürün ihtiyacını karşıladığını gösteren bir oran olup tek başına havzadaki toplam tüketimi veya geri dönüş sularını göstermemektedir.

Bu bildirinin amacı, Türkiye'de sulama verimliliğine dayalı politikalar havza ölçeğinde gerçek su tasarrufu sağlamakta mıdır ve bu sonucu hangi ekonomik ve çevresel koşullar belirlemektedir.

2. YÖNTEM

Derleme olan bu çalışmada; tarımsal su kullanımıyla doğrudan ilişkili, ekonomik veya çevresel boyutları açıklayan yayınlar incelenmeye çalışılmıştır. Hakemli makaleler yanında FAO, IPCC, OECD ve Birleşmiş Milletler tarafından yayımlanan değerlendirmelerden ve Tarım ve Orman Bakanlığı'nın iki eylem planından yararlanılmıştır. Çalışmada özgün saha verisi bulunmamaktadır. Uluslararası bulgular Türkiye için doğrudan ölçülmüş sonuçlar olarak sunulmamıştır. Türkiye'den elde edilen bulguların yorumlanmasında ve yerel verilerle sınanabilecek konuların belirlenmesinde kullanılmıştır.

3. SULAMA VERİMLİLİĞİ PARADOKSU

Ward ve Pulido-Velazquez'in (2008) Kuzey Amerika'daki Yukarı Rio Grande Havzası için geliştirdiği havza ölçeğinde hidroekonomik optimizasyon modeli, su tasarrufu amacıyla verilen desteklerin pek çok havzada görülen koşullarda su kullanımını azaltmasının olası olmadığını göstermektedir. Yazarlara göre daha verimli sulama teknolojilerinin benimsenmesi değerli geri dönüş sularını azaltmakta ve akifer beslenmesini sınırlamaktadır. Bu sonuç, elbette ki çalışılan havzanın koşulları içinde değerlendirilmelidir.

Grafton ve arkadaşları (2018), sulama verimliliği paradoksunu ele aldıkları yazıda daha yüksek verimliliğin su tüketimini nadiren azalttığını ileri sürmektedir. FAO'nun (2020, s. 65) değerlendirmesi de verimli sulamanın, havza ölçeğinde doğru hesaplandığında geri dönüş sularını azaltarak toplam tüketimi artırma eğiliminde olduğunu; modern sulamanın üreticileri daha fazla su isteyen ürünlere geçmeye, ekim alanını veya ekim yoğunluğunu artırmaya yöneltebildiğini belirtmektedir. Rapor, ileri sulama teknolojilerine yapılan yatırımların sürdürülebilir olması için sağlam su muhasebesi, çekimlere üst sınır getirilmesi ve üreticilerin güdü ve davranışlarının daha iyi anlaşılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Bu çalışmalar, paradoksu açıklayan iki ayrı mekanizmaya işaret etmektedir. Birincisi hidrolojik mekanizmadır. Verimsiz sulamada "kaybolduğu" düşünülen suyun büyük kısmı yeraltı suyu beslenmesi, akarsular ve drenaj ağları yoluyla sisteme geri dönmekte ve çoğu zaman yeniden kullanılmaktadır, verimlilik artışı bu geri dönüşleri azaltır (FAO, 2020, s. 65; Ward ve Pulido-Velazquez, 2008). İkincisi davranışsal

mekanizmadır. Verimlilik artışı sulamayı ucuzlattığında veya kolaylaştırdığında üreticiler sulanan alanı genişletebilir ya da daha fazla su isteyen ürünlere geçebilir, literatürde bu durum geri tepme etkisi olarak da anılmaktadır (Demirdogen vd., 2026, s. 417; FAO, 2020, s. 65). Bu ayrım, bir ülkeden elde edilen kanıtın paradoksun hangi mekanizmasına işaret ettiğini değerlendirmek için gereklidir.

IPCC Altıncı Değerlendirme Raporu'nun Akdeniz bölümü de aynı ikileme işaret etmektedir. Bölüm, iyileştirilmiş sulama tekniklerinin bölgede önemli su tasarrufu sağlayabileceğini aktarmakla birlikte, yanlış uyuma (maladaptive) yol açan damla sulama desteklerinin yeraltı suyunun sürdürülemez kullanımına ve aşırı tarımsal yoğunlaşmaya neden olabileceğini; bu nedenle stratejik planlama, düzenleme ve izlemenin gerekli olduğunu vurgulamaktadır (Ali vd., 2022, s. 2249).

Bu çalışmalar doğrultusunda bildiride önerilen değerlendirme, birim su başına ürün miktarını çiftçinin net geliri ve havzadaki gerçek su tasarrufuyla birlikte ele almaktır. Üreticinin yatırım ve işletme maliyetlerini karşılayamadığı bir dönüşümün yaygınlaşması güçleşebilir. Buna karşılık gelir artışının su kaynakları üzerindeki baskıyı büyüttüğü bir uygulama da uzun vadeli sürdürülebilirlik açısından yeterli değildir.

4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE EKONOMİK ETKİLER

İklim değişikliği, verimlilik tartışmasını daha da önemli hale getirmektedir. IPCC'nin Akdeniz bölümü, son on yıllarda bölgedeki kurumanın buharlaşma talebindeki yaygın artış ve yağıştaki kısmi azalmayla açıklandığını; kuraklıkların orta düzeyli emisyon senaryolarında daha şiddetli, daha sık ve daha uzun hale gelmesinin beklendiğini belirtmektedir (Ali vd., 2022, s. 2238). Raporun su bölümü ise tarımdaki uyum önlemlerini sulama, su ve toprak nemi koruma, yağmur suyu hasadı, ürün ve çeşit değişikliği ve iyileştirilmiş tarım uygulamaları olarak sıralamaktadır (Caretta vd., 2022, s. 558).

Türkiye için Pilevneli, Capar ve Sánchez-Cerdà'nın (2023, ss. 605, 612) 25 nehir havzasını kapsayan çalışması, hacimsel su ayak izi yaklaşımıyla RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları altında su kullanılabilirliğini tarımsal üretim ve gelirle ilişkilendirmektedir. Araştırma, su yetersizliği riskinin havzalar ve ürünler arasında farklılaştığını; öncelikli ürünler arasında mısır ve buğdayın kuraklığa karşı özellikle kırılgan olduğunu ve 15 havzada su kullanım verimliliğinin ve üretkenliğinin artırılmasına acil ihtiyaç bulunduğunu ileri sürmektedir. Bu sonuçlar, belirli model varsayımlarına ve iklim senaryolarına dayanan projeksiyonlardır, gerçekleşmiş kayıplar olarak değerlendirilmemelidir.

Dudu, Çakmak ve Saraçoğlu (2010, s. 9) tarafından yapılan çalışmada sulu ve kuru tarımı ayrıştıran, ekonomi genelini kapsayan bir hesaplanabilir genel denge (CGE) modeliyle iklim değişikliğinin sulu ürünlerin üretiminde belirgin düşüşe yol açabileceğini belirtmişlerdir. Tarımsal fiyat artışlarından kırsal hanelerin

yararlanabileceğini, kentli hanelerin ise olumsuz etkilenebileceğini vurgulamışlardır. Çalışmanın eski tarihli model sonuçları güncel tahminler olarak kullanılmamalıdır. Ancak su politikalarının yalnızca üretim miktarıyla değil, üretici ve tüketici refahıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermesi açısından önem taşımaktadır.

5. TÜRKİYE'DEN BULGULAR

Değişen İklime Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2023–2033), farklı sektörler için su verimliliği yol haritası sunmaktadır. Belgeye göre Devlet Su İşleri tarafından işletilen ve devredilen sulamalarda sulama randımanı 2021 yılında yaklaşık %50,4 olarak hesaplanmıştır. Bu değerin 2030 yılına kadar %60'a, 2050 yılına kadar %65'e yükseltilmesi hedeflenmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023a, s. 13).

OECD (2025, s. 619), Türkiye'de kırsal kalkınma yatırımlarına yönelik destek programı kapsamında damla ve yağmurlama sistemlerinin kurulumuna yatırımın yüzde 50'sine kadar hibe verildiğini belirtmiştir. Kapalı sulama şebekelerinin sulanan alandaki payının 2003'te %6 iken 2023 sonunda %35'e ulaştığını ve 2021 sonu itibarıyla toplam 5 milyon hektarı aşan sulanan alanın 1,12 milyon hektarına basınçlı sulama sistemi kurulduğunu da aktarmaktadır. Aynı değerlendirmeye göre üretim, 945 tarımsal havzaya dayalı bir planlama sistemiyle yönlendirilmektedir (s. 618). Yeni destekleme modeli yeraltı suyunun sınırlı olduğu havzalarda az su tüketen ürünlere su kısıtı desteği vermekte ve yeraltı suyu yetersiz ve su kısıtı bulunan 52 ilçede dane mısıra damla sulama ile sulanan alanlar dışında destek ödememektedir (s. 621).

Türkiye Tarımsal Kuraklıkla Mücadele Stratejisi ve Eylem Planı (2023–2027) ise toprak nemi ve yağış verilerinin izlenmesiyle bir erken uyarı sistemine ulaşılmasını hedeflemekte (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023b, ss. 18–19); kuraklık aşamalarını il yağışı ile yeraltı ve yerüstü su seviyelerine göre tanımlayarak il kuraklık eylem planlarının ve kuraklık erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesini öngörmektedir (ss. 36–37). Bu belge, verimlilik politikalarının sonuçlarını izlemek için gereken veri altyapısıyla ilişkili olması bakımından önemlidir.

5.1. Konya Kapalı Havzası

Konya Kapalı Havzası, İç Anadolu'da deniz seviyesinden yaklaşık 900–1100 m yükseklikte yer alır ve Türkiye'nin en büyük kapalı havzasıdır (Yoloğlu vd., 2026, s. 1564). Çevresi dağlarla kuşatıldığı için akarsuları açık denizlere ulaşmamaktadır, havza Türkiye yüzölçümünün %7'sinden fazlasını ve yedi şehri kapsamaktadır (Daloğlu Çetinkaya vd., 2025, s. 4). Havzanın alanı Yoloğlu ve arkadaşlarının (2026, s. 1564) çalışmasında 50.000 km², Daloğlu Çetinkaya ve arkadaşlarının (2025, s. 4) çalışmasında ise 55.000 km²'nin üzerinde olarak verilmektedir. Yarı kurak iklime sahip havzada yıllık ortalama yağış yaklaşık 340 mm olup büyük bölümü kış ve ilkbaharda düşmektedir. Yağış Toros Dağları'nda yaklaşık 800 mm iken havzanın orta-doğu kesimindeki

ovalarda 300 mm'nin altına inmektedir (Yoloğlu vd., 2026, s. 1564). Havzada Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü ile Tuz Gölü bulunmaktadır (Yılmaz vd., 2021, s. 538). Bununla birlikte havzada kalıcı yüzey suyu kütlesi yok denecek kadar azdır. Tuz Gölü bugün neredeyse tamamen kurumuştur ve sulama suyunun yaklaşık %90'ı yeraltı suyundan karşılanmaktadır (Yoloğlu vd., 2026, s. 1565). Yaklaşık 3,2 milyon kişinin yaşadığı ve geçim kaynaklarının büyük ölçüde tarıma dayandığı havzada tarım arazilerinin yaklaşık üçte biri sulanmaktadır (Yoloğlu vd., 2026, s. 1564). Ülkenin "tahıl ambarı" olarak anılan havzada (Daloğlu Çetinkaya vd., 2025, s. 1) üreticiler son yirmi yılda kuru tarım buğdayından şeker pancarı ve mısır gibi daha fazla su isteyen ürünlere yönelmiştir (Yoloğlu vd., 2026, s. 1564).

Konya Kapalı Havzası, sulama verimliliği ile yeraltı suyu sürdürülebilirliği arasındaki ilişkiyi incelemek için somut bir örnektir. Daloğlu Çetinkaya, Uygur ve Saysel (2025, s. 1), saha çalışması, paydaş görüşmeleri ve ürün deseni değişimlerinin analizine dayanarak havzada yeraltı suyu seviyelerinin 1980'lerden bu yana yaklaşık 30 metre düştüğünü aktarmaktadır. Araştırma; zayıf denetim, parçalı eşgüdüm, yetersiz izleme, yasal ve kaçak kuyuların bir arada bulunması ile kooperatif ve birliklerin zayıflayan rolünü yönetişimdeki temel eksiklikler olarak belirlemekte; politika çelişkilerinin artan su kıtlığına karşın su yoğun ürünlerin yetiştirilmeye devam etmesine katkıda bulunduğunu ileri sürmektedir.

Yoloğlu, Daloğlu Çetinkaya ve Copty (2026, s. 1563) ise havzanın tamamını kapsayan bir yeraltı suyu akım modeli ve 17 iklim modeli projeksiyonuyla, yerel paydaşlarla birlikte geliştirilen su yönetimi senaryolarını sınamaktadır. Model sonuçlarına göre yalnızca gelişmiş sulama teknolojilerinin benimsenmesi durumunda yeraltı suyu seviyeleri düşmeye devam etmektedir. Sulama verimliliğinin iyileştirilmesi geleneksel kuru tarım ürünlerine dönüşle birleştirildiğinde ise aşırı çekimin hafifletilebileceği gösterilmektedir.

Bu bulgu paradoksun doğrudan bir kanıtı değildir. Model, sulama teknolojisinin su kullanımını artırdığını değil, ürün deseni değişmeden tek başına yeraltı suyu düşüşünü durdurmaya yetmediğini göstermektedir. Konya'ya ait bulgular ayrıca kapalı ve yeraltı suyuna bağımlı bir havzanın koşullarını yansıtmaktadır ve Türkiye'nin bütün havzalarına doğrudan genellenmemelidir.

5.2. Ekonomik teşvikler ve ürün seçimi

Demirdogen ve arkadaşları (2026, ss. 410–412), 2016 sonunda su kıtlığı yaşanan ilçelerde uygulanan, mercimek ve nohut desteklerinin yüzde 50 artırılmasını ve mısır üreticileri için desteğe damla sulama koşulu getirilmesini içeren politikayı ilçe düzeyinde panel veriyle incelemiştir. Araştırmaya göre hedeflenen bölgelerde sulanan mısır alanları genişlemiş; mısırın daha yüksek karlılığı, suyu daha verimli kullanan ürünlere verilen teşviklerin etkisini sınırlandırmıştır. Yazarlar ayrıca sulama birliklerinin yüzey suyu için kullanılan miktardan

bağımsız, alana dayalı sabit ücret aldığını ve bunun tasarruf güdüsünü ortadan kaldırdığını (Harmancioglu ve Altinbilek, 2020, aktaran Demirdogen vd., 2026, s. 412); yeraltı suyunda ise sayaç uygulamasının denetlenmemesi, kaçak kuyuların yaygınlaşması ve yüksek elektrik sübvansiyonunun üreticinin maliyetini düşürdüğünü belirtmektedirler (Demirdogen vd., 2026, s. 412).

Yazarlar politikanın su kullanımını artırdığı sonucuna varmakla birlikte, sulama suyu kullanımını doğrudan ölçemediklerini ve bu nedenle elektrik tüketimini yeraltı suyu pompajı için vekil değişken (proxy) olarak kullandıklarını sınırlılık olarak belirtmektedirler. Dolayısıyla sulanan mısır alanındaki genişleme tek başına toplam su tüketimindeki artışın ölçüsü değildir. Bununla birlikte bulgu, verimlilik koşulu getiren bir desteğin, ürünler arasındaki karlılık farkı ve suyun düşük maliyeti karşısında beklenen ürün değişimini sağlayamayabileceğini göstermektedir.

Bu sonuç davranışsal mekanizmaya yakındır, ancak birebir örneği değildir. Yazarlar, su kıtlığı yaşanan bölgelerdeki üreticilerin politikadan yıllar önce damla sulamayı hızla benimsediğini ve birçoğunun verimli sulamaya zaten erişimi olduğunu; bu nedenle gözlenen sonucun teknolojiye bağlı bir geri tepme etkisi değil, destek yapısının yol açtığı bir ürün seçimi değişikliği olduğunu belirtmektedirler (Demirdogen vd., 2026, s. 417). Dolayısıyla bu bulgu, verimlilik paradoksunun kendisinden çok, davranışsal mekanizmanın ortaya çıkmasını kolaylaştıran ekonomik koşulların (ürünler arasındaki karlılık farkı, alana dayalı sabit su ücreti, denetlenmeyen yeraltı suyu çekimi) Türkiye'de var olduğuna ilişkin bir kanıt olarak değerlendirilebilir.

OECD'nin (2025) aktardığı güncel destek modeliyle birlikte değerlendirildiğinde bu bildirinin çıkarımı, Demirdogen ve arkadaşlarının (2026) incelediği damla sulama koşulunun farklı bir kapsamla da olsa uygulamada sürdüğü ve bu koşulun su kullanımı üzerindeki sonuçlarının doğrudan ölçülmesi gerektiğidir.

5.3. Çevresel sonuçlar

Verimlilik politikalarının başarısı, havzadaki ekosistemlerin durumu üzerinden de değerlendirilmelidir. Yılmaz ve arkadaşları (2021), yayımlanmış veriler ile kendi saha gözlemleri ve uzaktan algılama verilerine dayanarak Konya Kapalı Havzası'nda son 40 yılda arazi kullanımı, tarımsal üretim, yeraltı ve yüzey suyu seviyeleri ve iklimdeki değişimlerini incelemişlerdir. Ayrıca bunlarla ilişkili olarak göllerin yüzey alanı ve tuzluluğu ile su kuşu ve balık topluluklarındaki değişimlere bakmışlardır. Çalışmaya göre havzada su yoğun ürünlerin tarımı özellikle 2000'den bu yana önemli ölçüde artmıştır. Bu artış iklimdeki ısınmayla birleşerek yeraltı suyu seviyesinde yılda 1 metreye varan düşüşe, göl ve sulak alanların yüzey alanında azalmaya, tuzlanmanın artmasına ve birkaç sulak alanın tamamen kaybolmasına yol açmıştır. Havzada daha önce üreyen 62 su kuşu türünden 18'i kaybolmuştur. Havzada yer alan ve Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir

Gölü'nün (Yılmaz vd., 2021, s. 538) 2070 sonrasında kuruyabileceğini öngören bir çalışmaya IPCC'nin Akdeniz bölümü de yer vermektedir (Bucak vd., 2017, aktaran Ali vd., 2022, s. 2246).

Benzer bir tablo Burdur Kapalı Havzası için de ortaya konmuştur. Çolak ve arkadaşları (2022, ss. 1–2), havzada sulu tarımın 2004'ten bu yana belirgin biçimde arttığını, göllerden, göllere gelen akışlardan ve yeraltı suyundan yapılan çekimlerin havzadaki su kaybını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Çalışmaya göre havzanın en büyük gölü olan Burdur Gölü yüzey alanının yaklaşık yarısını kaybetmiş, sığ göllerde belirgin küçülme yaşanmıştır. Yazarlar artan sulama talebi ile iklim değişikliğinin birlikte göllerin kurumasını hızlandırabileceği uyarısında bulunmaktadır.

FAO (2020), çevresel akış gereksinimlerini, ekosistemleri ve bunlara bağlı insan geçim kaynaklarını ve refahını sürdürmek için gereken tatlı su akışlarının miktarı ve zamanlaması olarak tanımlamaktadır. Su haklarının dağıtımında bu gereksinimlerin güvence altına alınmasını önermektedir. Birleşmiş Milletler'in 2024 raporu da ekosistemlerin suyun zaman ve mekan içindeki dağılımını ve kalitesini düzenlediğini vurgulamaktadır (United Nations, 2024). Bu çerçevede verimlilik yatırımlarıyla elde edilen suyun yeni tarımsal kullanımlara mı yoksa yeraltı suyu ve göllerin korunmasına mı yöneldiği, politikanın çevresel başarısını belirleyen temel sorudur.

6. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Türkiye'nin ulusal su verimliliği hedefi sulama randımanı üzerinden tanımlanmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023a). Randıman artışı, şebekeye alınan suyun ürün ihtiyacını karşılamada daha etkin kullanıldığını gösterir. Ancak literatüre göre randıman artışı iki mekanizma nedeniyle havzada gerçek tasarrufa dönüşmeyebilir: Tarla ve şebeke kayıplarının bir kısmı zaten geri dönüş suyu olarak havzada kalmaktadır (hidrolojik mekanizma) ve verimlilik artışından sonra sulanan alan genişleyebilir veya daha fazla su isteyen ürünlere geçilebilir (davranışsal mekanizma). Türkiye'den elde edilen kanıtlar bu mekanizmaları doğrudan ölçmemektedir. Konya modellemesi teknolojinin tek başına yetersiz kaldığını, 2016 politikasının değerlendirmesi ise davranışsal mekanizmanın ortaya çıkmasını kolaylaştıran ekonomik koşulların Türkiye'de mevcut olduğunu göstermektedir. Bu bulgular nedeniyle, Türkiye'de paradoksun gerçekleştiği değil, randıman hedefine ulaşılmasının ürün deseni, sulanan alan ve toplam çekim birlikte yönetilmediği sürece havzada gerçek su tasarrufunu garanti etmeyeceği söylenebilir.

Elbette bu yorumun bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Birincisi, Türkiye'den elde edilen kanıtların bir kısmı dolaylıdır. Demirdogen ve arkadaşları (2026) su kullanımını doğrudan ölçememiş, Yoloğlu ve arkadaşlarının (2026) sonuçları ise model senaryolarına dayanmaktadır. İkincisi, Konya ve Burdur kapalı

havzalardır, geri dönüş sularının başka kullanıcılara ulaştığı açık havzalarda sonuçlar farklılaşabilir. Üçüncüsü, belirlenen hedefler uygulamanın kendisi değildir. Dördüncüsü, Konya Kapalı Havzası'na ilişkin iki çalışma aynı araştırma grubuna ait olup bağımsız kanıt olarak değerlendirilmemelidir.

Bu değerlendirmeden hareketle, sulama verimliliği projelerinde havzada gerçekte ne kadar su tasarruf edildiği, üreticinin gelirinin ve risklerinin nasıl değiştiği ve yeraltı suyu ile ekosistemlerin su ihtiyacının ne ölçüde korunduğu sorularının birlikte ele alınmasını gerektiği önerilmektedir. Bunun için bazı göstergelerin izlenmesi ve ölçülmesi gerekmektedir. Su kaynakları açısından çekilen su miktarı, tüketilen suya ilişkin tahminler, geri dönüş suları, sulanan alan ve ürün deseni bunlardan bazılarıdır. Ayrıca, tarım ekonomisi açısından net çiftçi geliri, sulama ve enerji maliyetleri, ürünler arasındaki karlılık farkı ve kurak dönemlerdeki gelir değişimi araştırılmalıdır. Çevre açısından ise yeraltı suyu seviyeleri, çevresel akış gereksinimlerinin karşılanması, su kalitesi ile göl ve sulak alanların durumu sayılabilir. Türkiye'de yapılacak uygulamalı bir araştırmada bu yaklaşım seçilecek bir havzada denenebilir, örneğin basınçlı sulama yatırımı öncesi ve sonrası su çekimi, sulanan alan, ürün deseni ve çiftçi geliri karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

Ali, E., Cramer, W., Carnicer, J., Georgopoulou, E., Hilmi, N. J. M., Le Cozannet, G. ve Lionello, P. (2022). Cross-Chapter Paper 4: Mediterranean region. İçinde H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem ve B. Rama (Ed.), *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (ss. 2233–2272). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844.021

Caretta, M. A., Mukherji, A., Arfanuzzaman, M., Betts, R. A., Gelfan, A., Hirabayashi, Y., Lissner, T. K., Liu, J., Lopez Gunn, E., Morgan, R., Mwanga, S. ve Supratid, S. (2022). Water. İçinde H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem ve B. Rama (Ed.), *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (ss. 551–712). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844.006

Çolak, M. A., Öztaş, B., Özgencil, İ. K., Soyluer, M., Korkmaz, M., Ramírez-García, A., Metin, M., Yılmaz, G., Ertuğrul, S., Tavşanoğlu, Ü. N., Amorim, C. A., Özen, C., Apaydın Yağcı, M., Yağcı, A., Pacheco, J. P., Özkan, K., Beklioğlu, M., Jeppesen, E. ve Akyürek, Z. (2022). Increased water abstraction and climate change have substantial effect on morphometry, salinity, and biotic communities in lakes: Examples from the semi-arid Burdur Basin (Turkey). *Water, 14*(8), 1241. https://doi.org/10.3390/w14081241

Daloğlu Çetinkaya, İ., Uygur, İ. ve Saysel, A. K. (2025). Navigating an impending crisis: Groundwater governance in Konya Closed Basin, Türkiye. *Groundwater for Sustainable Development, 31*, 101540. https://doi.org/10.1016/j.gsd.2025.101540

Demirdogen, A., Ataseven, Y., Olhan, E. ve Hasdemir, M. (2026). Unintended effects of water-saving policy: Irrigated corn expansion in Türkiye. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 70*(2), 410–423. https://doi.org/10.1111/1467-8489.70090

Dudu, H., Çakmak, E. H. ve Saraçoğlu, Ş. D. (2010). Climate change and irrigation in Turkey: A CGE approach. *İktisat İşletme ve Finans, 25*(286), 9–33. https://doi.org/10.3848/iif.2010.286.2577

FAO. (2020). *The State of Food and Agriculture 2020: Overcoming water challenges in agriculture*. FAO. https://doi.org/10.4060/cb1447en

Grafton, R. Q., Williams, J., Perry, C. J., Molle, F., Ringler, C., Steduto, P., Udall, B., Wheeler, S.

A., Wang, Y., Garrick, D. ve Allen, R. G. (2018). The paradox of irrigation efficiency. *Science, 361*(6404), 748–750. https://doi.org/10.1126/science.aat9314

OECD. (2025). *Agricultural policy monitoring and evaluation 2025: Making the most of the trade and environment nexus in agriculture*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/a80ac398-en

Pilevneli, T., Capar, G. ve Sánchez-Cerdà, C. (2023). Investigation of climate change impacts on agricultural production in Turkey using volumetric water footprint approach. *Sustainable Production and Consumption, 35*, 605–623. https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.12.013

Tarım ve Orman Bakanlığı. (2023a). *Değişen iklime uyum çerçevesinde su verimliliği strateji belgesi ve eylem planı (2023–2033)* [Water efficiency strategy document and action plan in the framework of adaptation to a changing climate (2023–2033)]. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/vufind/Record/1250642

Tarım ve Orman Bakanlığı. (2023b). *Türkiye tarımsal kuraklıkla mücadele stratejisi ve eylem planı (2023–2027)* [Strategy and action plan for combating agricultural drought in Türkiye (2023–2027)]. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü. https://www.tarimorman.gov.tr

United Nations. (2024). *The United Nations World Water Development Report 2024: Water for prosperity and peace*. UNESCO. https://doi.org/10.54679/WZDQ6209

Ward, F. A. ve Pulido-Velazquez, M. (2008). Water conservation in irrigation can increase water use. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 105*(47), 18215–18220. https://doi.org/10.1073/pnas.0805554105

Yılmaz, G., Çolak, M. A., Özgencil, İ. K., Metin, M., Korkmaz, M., Ertuğrul, S., Soyluer, M., Bucak, T., Tavşanoğlu, Ü. N., Özkan, K., Akyürek, Z., Beklioğlu, M. ve Jeppesen, E. (2021). Decadal changes in size, salinity, waterbirds, and fish in lakes of the Konya Closed Basin, Turkey, associated with climate change and increasing water abstraction for agriculture. *Inland Waters, 11*(4), 538–555. https://doi.org/10.1080/20442041.2021.1924034

Yoloğlu, O. C., Daloğlu Çetinkaya, İ. ve Copty, N. K. (2026). Groundwater sustainability for irrigation in the semi-arid Konya Closed Basin, Türkiye, under climate change scenarios. *Hydrogeology Journal, 34*, 1563–1580. https://doi.org/10.1007/s10040-026-03052-z

NEMLİ ILIMAN İKLİM VE KİLLİ TOPRAK KOŞULLARINDA DEV KRAL OTU (PAKCHONG 1, PENNİSETUM PURPUREUM × PENNİSETUM AMERİCANUM)'NUN VERİM, YENİDEN SÜRME VE YEM KALİTESİ PERFORMANSI

Yusuf ULAŞ[1] / Naz AKGÜN[2] / Ferat UZUN[3]

[1]Çayleyik Köyü, Tekkeköy, Samsun, Türkiye, ulas19049@gmail.com, ORCID: 0009-0009-8004-8613

[2,3]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye

[2]horunaz.erdogan@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8138-7910

[3]fuzun@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7389-5835

Özet

Bu çalışma, nemli ılıman iklim koşullarında yetiştirilen Pakchong 1 adlı dev kral otu çeşidinin (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum americanum*) verim, yeniden sürme ve bazı yem kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 2024–2025 yıllarında Samsun ili Tekkeköy ilçesinde çiftçi koşullarında yürütülmüştür. Çalışma, killi toprak yapısına sahip ve sulanabilen bir alanda tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Bitki üretiminde materyal olarak iki boğumlu gövde çelikleri kullanılmış ve 70 × 70 cm sıra arası ve sıra üzeri mesafede 45 derece açılı dikim yapılmıştır. İlk yıl 58, 34 ve 57 günlük gelişme aralıklarıyla üç biçim gerçekleştirilmiş ve sırasıyla 7.150, 8.650 ve 10.210 kg da^{-1} yaş ot verimi elde edilmiştir. 2024 yılı toplam yaş ot verimi 26.010 kg da^{-1}, toplam kuru ot verimi ise 4.109 kg da^{-1} olarak hesaplanmıştır. İkinci yılda, Nisan ayında meydana gelen mevsim normallerinin altındaki sıcaklıklar nedeniyle ilkbahar sürümü gecikmişse de bitkiler yeniden sürmüş ve 8 Ağustos ile 12 Kasım tarihlerinde gerçekleştirilen iki biçimde sırasıyla 12.240 ve 15.325 kg da^{-1} yaş ot verimi sağlamıştır. 2025 yılı toplam yaş ot ve kuru ot verimleri sırasıyla 27.565 ve 4.250 kg da^{-1} olarak hesaplanmıştır. 2024 yılında ham protein oranı biçimlere göre %8.32, %7.60 ve %6.46; ADF %40.80, %41.52 ve %45.71; NDF ise %68.10, %70.75 ve %75.42 olarak belirlenmiştir. İlerleyen yaz dönemi hasatlarında ADF ve NDF oranları artarken, sindirilebilir kuru madde, kuru maddenin tüketilebilirliği ve nispi yem değerinde azalma görülmüştür. Nispi yem değerleri biçimlere göre "fakir" ile "ıskarta" sınıfına girmiştir. Bulgular, Pakchong 1'in nemli ılıman iklim ve killi toprak koşullarında tatmin edici miktarda biyokütle üretme ve sezon içerisinde her hasat sonrasında hızlı yeniden sürme potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Diğer yandan yem kalitesinin yüksek lif içeriği nedeniyle görece düşük olduğu dikkate alınarak rasyon planlamasının buna göre yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hayvan besleme, kaba yem, maralfalfa, nispi yem değeri, sindirilebilir kuru madde

YİELD, REGROWTH AND FORAGE QUALİTY PERFORMANCE OF GİANT KİNG GRASS (PAKCHONG 1, PENNİSETUM PURPUREUM × PENNİSETUM AMERİCANUM) UNDER HUMİD TEMPERATE CLİMATE AND CLAY SOİL CONDİTİONS

[1]Çayleyik Village, Tekkeköy, Samsun, Türkiye, ulas19049@gmail.com, ORCID: 0009-0009-8004-8613

[2,3]Ondokuz Mayıs University, Agricultural Faculty, Field Crops Department, Samsun, Türkiye

[2]horunaz.erdogan@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8138-7910

[3]fuzun@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7389-5835

Özet

This study was conducted under farmer conditions in Tekkeköy, Samsun, during the 2024–2025 growing seasons to determine the yield, regrowth, and forage quality characteristics of Pakchong 1, Giant king grass (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum americanum*) under humid temperate conditions. The experiment was established in a randomized complete block design with three replications in an irrigable clayey soil. Two-node stem cuttings were planted at a 45-degree angle with 70 × 70 cm spacing. In the first year, three harvests at 58-, 34-, and 57-day growth intervals yielded 7,150, 8,650, and 10,210 kg da^{-1} fresh forage, respectively. Total 2024 fresh forage and hay yields were 26,010 and 4,109 kg da^{-1}. In the second year, spring sprouting was delayed by below-normal April temperatures; however, the plants regrew and yielded 12,240 and 15,325 kg da^{-1} fresh forage in harvests on August 8 and November 12. Total 2025 fresh forage and hay yields were 27,565 and 4,250 kg da^{-1}. In 2024, crude protein contents were 8.32%, 7.60%, and 6.46%; ADF values were 40.80%, 41.52%, and 45.71%; and NDF values were 68.10%, 70.75%, and 75.42% across the three harvests. As harvests progressed, ADF and NDF increased, whereas digestible dry matter, dry matter intake, and relative feed value decreased. Relative feed values were classified as poor to reject. Overall, Pakchong 1 showed satisfactory biomass production and rapid post-harvest regrowth under humid temperate climate and clayey soil conditions, although its relatively high fiber content indicates that it should be used within appropriately balanced rations.

Keywords: Digestible dry matter, hybrid napier grass, livestock nutrition, relative feed value, roughage

YARI KURAK AZ NEMLİ İKLİM KUŞAĞINDAKİ BİR MERANIN BİTKİ ÖRTÜSÜ ÖZELLİKLERİ VE TAŞIMA KAPASİTESİ: KARABÜK ÖRNEĞİ

Prof.Dr. Ferat UZUN[1]/ Dr. Gülcan KAYMAK BAYRAM[2]

[1,2]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Çayır Mera ve Yem Bitkileri

[1]fuzun@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7389-5835

[2]gulcan.kaymak@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0915-0529

Özet

Karabük ili, Gözlü köyünün ortak kullanımı için tahsis edilen 34.4 hektarlık merasında 2025 yılında yürütülen bu çalışmanın amacı, meranın verimliliğini artırmaya yönelik yapılacak ıslah ve amenajman projesi için gereken temel verileri elde etmektir. Meradaki vejetasyon etüdü çalışmaları için tekerlekli lup yöntemi kullanılarak bitkilerin "yaprak alanı" dikkate alınarak iki ayrı kesimde yürütülmüştür. Etüt çalışmasından elde edilen verilere göre her iki mera kesimi yüzeyinin tamamı bitki örtüsüyle kaplıdır. Vejetasyon etüdü değerlerine göre yapılan hesaplamaya göre 104/9 ve 120/1 numaralı parsellerin mera durum puanı 51.98, 103/26 ve 110/2 numaralı parsellerin mera durum puanı ise 56.33 ile "iyi" sınıfta yer aldıkları belirlenmiştir. Her iki mera kesiminin ortalaması olarak vejetasyonda en fazla oranda tespit edilen "azalıcılar" olarak sınıflandırılan kaliteli yem bitkileri; *Onobrychis armena* (%7.25), *Medicago sativa* (%2.75), *Onobrychis sativa* (%2.56), *Chrysopogon gryllus* (%4.91), *Dactylis glomerata* (%3.75), Poa pratensis (% 2.15) ve *Sanguisorba minör* (%3.50) olmuştur. Vejetasyondaki baklagil yem bitkilerinin oranı %30.50, buğdaygillerin ise %29.50'dir. Mera parsellerinin çalı-ağaç katının oranı ise % 32.50'dir. Vejetasyondaki çoğalıcılar olarak sınıflandırılan kaliteli bitkilerin de yaklaşık yarısı sığırların otlama tarzı nedeniyle otlamakta zorlandıkları *Paspalum distichum* (%5.00), *Cynodon dactylon* (%5.75), *Plantago lanceolata* (%1.25) ve *Festuca ovina* (%0.75) gibi kısa boylu yem bitkilerinden oluşmaktadır. Merada en çok rastlanılan çalı ve ağaç türü istilacılar ise ardıç, karaçam, kuşburnu, alıç ve söğüttür. Ortalama 1025 m rakıma sahip çalışma sahasının topografyası engebeli olup düz alanlar yanında % 20'lere kadar varan eğimli alanlar da mevcuttur. Gözlü köyünün hayvan varlığı 158 hayvan birimi (HB)'dir. Mera parsellerinin vejetasyon sıklığı, mera durumu sınıfı ve bölgenin aldığı yağış miktarı dikkate alındığında; çalışılan mera alanı, yaklaşık 8.5 HB'ne ancak yetmektedir. Bu sonuca göre Gözlü köyünün meraya dayalı hayvancılık yapabilmesi imkan dahilinde gözükmemektedir. Mevcut hayvanların kaba yem ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için başta yem bitkileri yetiştiriciliğinin ekonomik ve bilimsel anlamda daha fazla desteklenmesi olmak üzere alternatif kaba yem kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar kelimeler: İstilacı Bitkiler, taşıma kapasitesi, mera durumu, mera amenajmanı, vejetasyon etüdü

VEGETATİON CHARACTERİSTİCS AND CARRYİNG CAPACİTY OF A RANGELAND İN SEMİ-ARİD SUB-HUMİD CLİMATE REGİON: A CASE STUDY OF KARABÜK

Abstract

The objective of this study, conducted in 2025 on a 34.4 hectare rangeland allocated for the common use of Gözlü village in Karabük Province, was to obtain baseline data required for rehabilitation and management project aimed at increasing rangeland productivity. Vegetation surveys were carried out in two separate sections using the modified wheeled loop method based on the shoot-foliage encounter concept. According to the findings, the entire surface of both rangeland sections was completely covered with vegetation. Calculations revealed that first section had a rangeland condition score of 51.98, classified as "moderate", while second section scored 56.33, classifying them in the "good" condition class. As an average of the studied sections, the highest botanical compositions of high-quality forage plants (Decreasers) were found to be *Onobrychis armena* (7.25%), *Chrysopogon gryllus* (4.91%), *Dactylis glomerata* (3.75%), *Sanguisorba minor* (3.50%), *Medicago sativa* (2.75%), Onobrychis *sativa* (2.56%), and *Poa pratensis* (2.15%). Legumes and grasses accounted for 30.50% and 29.50% of the vegetation, respectively, while the shrub-tree canopy cover constituted 32.50%. Furthermore, approximately half of the quality plants (Increaser) consisted of short-stature species such as *Cynodon dactylon* (5.75%), *Paspalum distichum* (5.00%), *Plantago lanceolata* (1.25%), and *Festuca ovina* (0.75%), which cattle struggle to utilize effectively due to their specific grazing behavior. The predominant invasive woody species on the rangeland were identified as *Juniperus, Pinus nigra, Rosa canina, Crataegus*, and *Salix*. The current livestock inventory of Gözlü village is 158 livestock units (LU). Considering the canopy cover, rangeland condition, and local precipitation patterns, the existing rangeland area can only sustain approximately 8.5 LU for a standard 6-month grazing period. Consequently, these findings indicate that sustaining rangeland-based livestock production under current conditions in Gözlü Village is unfeasible. To meet the roughage requirements of the current livestock population, alternative roughage resources are critically needed, with a primary emphasis on enhancing economic and scientific support for forage crop cultivation on arable lands.

Keywords: Carrying Capacity, Invasive Plants, Rangeland Condition, Rangeland Management, Vegetation Survey

SİMETRİK ÇAPRAZ TABAKALI KOMPOZİT KİRİŞLERDE TABAKA SIRALAMASININ EĞİLME DOĞAL FREKANSLARINA ETKİSİ

Dr. Mehmet Ali GÜVENÇ[1]

[1]Türk Havacılık ve Uzay Sanayii, mehmetali.guvenc@tai.com.tr, 0000-0002-4652-3048

Özet

Bu çalışmada, simetrik çapraz tabakalı kompozit bir ankastre kirişte tabaka sıralamasının eğilme doğal frekanslarına etkisi sonlu elemanlar yöntemiyle incelenmiştir. Kirişin uzunluğu 300 mm, genişliği 20 mm ve toplam kalınlığı 2 mm'dir. Model, her biri 0,25 mm kalınlığında sekiz tek yönlü T300/5208 karbon/epoksi tabakadan oluşmaktadır. Aynı malzeme, geometri, toplam kütle ve 0°/90° tabaka oranını koruyan [0/0/90/90]s (V1), [0/90/0/90]s (V2) ve [90/90/0/0]s (V3) dizilimleri karşılaştırılmıştır. Tabakaların 0° doğrultusu kirişin uzunluğu boyunca tanımlanmıştır. Tabakalı kabuk modeli üzerinden Nastran SOL 103 ile doğrusal serbest titreşim analizleri gerçekleştirilmiştir. V1 referans diziliminde 4, 2 ve 1 mm eleman boyutlarıyla ağ yakınsaması incelenmiş, 2 mm'den 1 mm'ye geçişte ilk üç eğilme doğal frekansındaki değişimin %0,009'un altında kaldığı belirlenmiştir. Dizilim karşılaştırmaları 2 mm eleman boyutuyla yürütülmüştür. İlk üç eğilme doğal frekansı V1 için 35,899, 224,479 ve 626,341 Hz; V2 için 32,112, 200,910 ve 561,082 Hz; V3 için ise 15,984, 100,125 ve 280,147 Hz olarak elde edilmiştir. Karşılık gelen eğilme mod şekilleri görsel olarak benzer olmakla birlikte, frekanslar her üç eğilme mertebesinde V1> V2> V3 sıralamasını izlemiştir. Bulgular, aynı tabaka oranı ve kütlede, uzunluk doğrultusundaki 0° tabakaların dış yüzeylere yakın yerleştirilmesinin eğilme rijitliğini ve doğal frekansları artırdığını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Kompozit kiriş, tabaka sıralaması, çapraz tabakalı laminat, doğal frekans, sonlu elemanlar yöntemi

EFFECT OF STACKING SEQUENCE ON THE FLEXURAL NATURAL FREQUENCIES OF SYMMETRIC CROSS-PLY COMPOSITE BEAMS

Dr. Mehmet Ali GÜVENÇ[1]

[1]Turkish Aerospace, mehmetali.guvenc@tai.com.tr, 0000-0002-4652-3048

Abstract

This study investigates the effect of stacking sequence on the flexural natural frequencies of a symmetric cross-ply composite cantilever beam using the finite element method. The beam is 300 mm long, 20 mm wide, and 2 mm thick, comprising eight unidirectional T300/5208 carbon/epoxy plies with an individual thickness of 0.25 mm. Three stacking sequences, [0/0/90/90]s (V1), [0/90/0/90]s (V2), and [90/90/0/0]s (V3), are compared while maintaining the same material, geometry, total mass, and proportion of 0° and 90° plies. The 0° direction is aligned with the beam longitudinal axis. Linear free-vibration analyses are performed using a layered shell model and Nastran SOL 103. Mesh convergence is examined for the reference configuration V1 using element sizes of 4, 2, and 1 mm. Refinement from 2 to 1 mm produces changes below 0.009% in the first three flexural natural frequencies. An element size of 2 mm is therefore used for the stacking-sequence comparison. The first three flexural natural frequencies are 35.899, 224.479, and 626.341 Hz for V1; 32.112, 200.910, and 561.082 Hz for V2; and 15.984, 100.125, and 280.147 Hz for V3. Although the corresponding flexural mode shapes are visually similar, the frequencies follow the order V1 > V2 > V3 for all three flexural modes. The findings demonstrate that placing longitudinal 0° plies closer to the outer surfaces increases bending stiffness and natural frequencies without changing the ply proportion or total mass.

Keywords: Composite beam, stacking sequence, cross-ply laminate, natural frequency, finite element method

İLK İLKELERLE KÜBİK $CdYF_3$ PEROVSKİTİNİN ELEKTRONİK, MEKANİK VE OPTİK TEPKİSİNİN MODELLENMESİ

Dr., Sümeyra YAMÇIÇIER[1]/ Doç. Dr., Çağatay YAMÇIÇIER[2]/Prof. Dr., Cihan Kürkçü[3]

[1]Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Yoğun madde fiziği, sumeyrayamcicier@osmaniye.edu.tr, 0000-0002-7772-1258

[2]Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Yoğun madde fiziği, cagatayyamcicier@osmaniye.edu.tr, 0000-0003-3033-168X

[3]Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Yoğun madde fiziği, ckurkcu@ahievran.edu.tr, 0000-0003-3597-1950

Özet

Florür bazlı perovskitler, geniş bant aralıkları ve kararlı kafes geometrileri sayesinde optoelektronik ve radyasyon dedeksiyonu alanlarında öne çıkan fonksiyonel malzemelerdir. Bu çalışmada, $Pm\bar{3}m$ uzay grubunda kristalleşen kübik simetrili $CdYF_3$ bileşiğinin temel fiziksel davranışları CASTEP yazılımı kullanılarak yoğunluk fonksiyoneli teorisi (DFT/GGA-PBE) çerçevesinde incelenmiştir. Yapılan geometrik optimizasyon, denge örgü parametresini $a = b = c = 4.7019$ Å olarak vermiştir. Elektronik bant yapısı hesaplamaları, iletim bandı tabanı ile valans bandı tavanı arasında 2.023 eV değerinde doğrudan olmayan bir enerji aralığının bulunduğunu ve malzemenin yarı iletken tabiat sergilediğini göstermektedir. Durum yoğunluğu (DOS) spektrumu incelendiğinde; valans bandının tepe noktasının Cd-s ve F-p orbitallerinin hibritleşmesiyle şekillendiği, iletim bandı kenarının ise baskın olarak Y-d durumları tarafından kontrol edildiği, daha derin bağ enerjilerinde (-7 eV civarı) ise Cd-d çekirdek durumlarının yoğunlaştığı belirlenmiştir. Mekanik kararlılık değerlendirmesinde elde edilen elastik sabitler, kübik faz için Born stabilite kriterlerini sağlamaktadır. Hill yaklaşımına göre hesaplanan bulk modülü (B) 71.35 GPa, kayma modülü (G) 24.71 GPa ve Young modülü (E) 66.46 GPa düzeyindedir. B/G oranının 2.89 ve Poisson katsayısının 0.345 olarak bulunması, Pugh kriteri uyarınca yapının belirgin bir sünek (ductile) deformasyon karakteri taşıdığını kanıtlamaktadırSistemin Optik fonksiyonlar; dielektrik tepkinin doğrudan bant geçiş eşiğiyle uyumlu biçimde 2 eV üzerinde tetiklendiğini ve 5--15 eV aralığındaki morötesi bölgede yüksek soğurma katsayısı ($> 10^5$ cm^{-1}) ürettiğini göstermektedir. Elde edilen veriler, $CdYF_3$'ün optoelektronik aygıt tasarımlarında değerlendirilebilecek esnek ve dengeli bir florür perovskiti olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: $CdYF_3$, DFT, CASTEP, Mekanik Kararlılık, Elektronik Özellikler.

MODELING THE ELECTRONIC, MECHANICAL, AND OPTICAL RESPONSES OF A CUBIC $CdYF_3$ PEROVSKITE USING FIRST-PRINCIPLES METHODS

Abstract

Fluoride-based perovskites are functional materials that stand out in the fields of optoelectronics and radiation detection due to their wide bandgaps and stable lattice geometries. In this study, the fundamental physical behavior of the cubic-symmetric $CdYF_3$ compound, which crystallizes in the $Pm\bar{3}m$ space group, was investigated using density functional theory (DFT/GGA-PBE) with the CASTEP software. The geometric optimization yielded an equilibrium lattice parameter of a = b = c = 4.7019 Å. Calculations of the electronic band structure indicate the presence of an indirect energy gap of 2.023 eV between the bottom of the conduction band and the top of the valence band, demonstrating that the material exhibits semiconducting properties. Upon examination of the density of states (DOS) spectrum, it was determined that the peak of the valence band is shaped by the hybridization of Cd-s and F-p orbitals, the edge of the conduction band is predominantly controlled by Y-d states, and at deeper binding energies (around -7 eV), Cd-d nuclear states become concentrated. The elastic constants obtained from the mechanical stability assessment satisfy the Born stability criteria for the cubic phase. According to the Hill approach, the bulk modulus (B) is 71.35 GPa, the shear modulus (G) is 24.71 GPa, and the Young's modulus (E) is 66.46 GPa. The B/G ratio of 2.89 and the Poisson's ratio of 0.345 demonstrate, in accordance with the Pugh criterion, that the structure exhibits a distinctly ductile deformation behavior. The system's optical functions show that the dielectric response is directly correlated with the bandgap threshold at 2 eV and produces a high absorption coefficient (10^5 cm^{-1}) in the ultraviolet region within the 5-- 15 eV range. The obtained data reveal that $CdYF_3$ is a flexible and well-balanced fluoride perovskite that can be considered for optoelectronic device designs.

Keywords: $CdYF_3$, DFT, CASTEP, Mechanical Stability, Electronic Properties.

1. GİRİŞ

Perovskit yapılı malzemeler, ABX_3 genel formülü altında toplanan ve yapısal esneklikleri sayesinde çok geniş bir fiziksel özellik yelpazesi sunan bir malzeme ailesidir. İdeal kübik perovskitte B katyonu altı anyon tarafından çevrelenerek köşe paylaşımlı BX_6 oktahedronları oluşturur; A katyonu ise bu oktahedral ağın boşluklarında on iki koordinasyonlu konumu işgal eder. Bu basit ve yüksek simetrili düzen, A ve B konumlarındaki katyonların seçimiyle elektronik yapının ve bağ karakterinin sistematik biçimde ayarlanmasına olanak tanımaktadır. Halojenür perovskitlerin fotovoltaik güneş hücrelerinde elde ettiği dikkat çekici başarı, bu yapı ailesine olan ilgiyi son on beş yılda belirgin biçimde artırmıştır (Kojima vd., 2009).

Anyon konumunda florun bulunduğu ABF_3 tipi florür perovskitler, perovskit ailesinin özellikle optik açıdan öne çıkan bir alt grubudur. Florun yüksek elektronegatifliği bu bileşiklerde güçlü iyonik bağlara ve genellikle geniş bant aralıklarına yol açmaktadır; bileşime bağlı olarak yarı iletkenden yalıtkana uzanan bir bant aralığı yelpazesi elde edilebilmektedir. Bu özellikleri nedeniyle florür perovskitler, vakum-ultraviyole bölgesinde saydam mercek malzemeleri (Nishimatsu vd., 2002), sintilatör ve radyasyon dedektörü konak malzemeleri (Vaitheeswaran vd., 2007) ile çeşitli optoelektronik aygıtlar için aday malzemeler olarak değerlendirilmektedir.

Bir malzemenin aygıt uygulamalarına taşınabilmesi için elektronik ve optik özelliklerinin yanı sıra mekanik kararlılığı ve deformasyon davranışı da belirleyicidir. İnce film büyütme, kaplama ve aygıt üretimi sırasında oluşan termal ve mekanik gerilmeler, gevrek malzemelerde çatlamaya neden olabilirken sünek malzemeler bu gerilmeleri plastik deformasyonla sönümleyebilmektedir. Kübik perovskitlerin büyük bölümü mekanik olarak kararlı olmakla birlikte elastik açıdan anizotropiktir; bu anizotropi, kristal yönelimine bağlı mekanik tepki ve mikroçatlak oluşumu açısından önemli sonuçlar doğurmaktadır (Ranganathan & Ostoja-Starzewski, 2008).

Kadmiyum içeren florür perovskitler, Cd atomunun dolu 4*d* kabuğu ve 5*s* orbitalleri aracılığıyla elektronik yapıya farklı bir katkı sunması nedeniyle ilgi çekmektedir. Literatürde bazı $MCdF_3$ bileşiklerinin DFT yöntemiyle incelendiği ve bu bileşiklerin dolaylı bant aralığına sahip, mekanik olarak kararlı ve optik uygulamalar için aday malzemeler olduğu bildirilmiştir. Buna karşın Cd'nin A konumunda, üç değerlikli bir geçiş metalinin ise B konumunda bulunduğu $CdXF_3$ (X = Y, Bi) bileşiklerinin temel fiziksel özellikleri bilgimiz dahilinde bugüne kadar ne kuramsal ne de deneysel olarak incelenmiştir.

Yoğunluk fonksiyoneli teorisi (DFT), deneysel verisi bulunmayan malzemelerin temel hâl özelliklerini öngörmek için güvenilir ve yaygın biçimde kullanılan bir yöntemdir (Hohenberg & Kohn, 1964; Kohn & Sham,

1965). Bu çalışmada, CASTEP kodu (Clark vd., 2005) ile kübik $CdYF_3$ perovskitinin yapısal, elektronik, elastik, termoelastik ve optik özellikleri ilk ilkeler yöntemiyle bütüncül olarak incelenmiştir. Çalışmanın amacı, bileşiğin bant yapısı ve orbital karakterini ortaya koymak, mekanik kararlılığını, sünekliğini ve elastik anizotropisini nicel olarak belirlemek ve optik tepkisini elektronik yapıyla ilişkilendirerek malzemenin optoelektronik uygulama potansiyelini değerlendirmektir.

2. YÖNTEM

Hesaplamalar, Kohn–Sham DFT formalizmini düzlem dalga baz kümesi ve sözde-potansiyel yaklaşımıyla uygulayan CASTEP yazılım paketi ile gerçekleştirilmiştir (Clark vd., 2005; Segall vd., 2002). Değişim–korelasyon enerjisi, Perdew–Burke–Ernzerhof (PBE) parametrizasyonlu genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı (GGA) ile tanımlanmıştır (Perdew vd., 1996). Değerlik elektronları ile iyon korları arasındaki etkileşim Vanderbilt tipi ultrasoft sözde-potansiyellerle (USP) modellenmiştir (Vanderbilt, 1990). Düzlem dalga kesme enerjisi 550 eV olarak seçilmiş, Brillouin bölgesi integrasyonları 10 × 10 × 10 Monkhorst–Pack k-noktası ızgarası üzerinden yapılmıştır (Monkhorst & Pack, 1976). Kullanılan parametreler Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Hesaplamalarda Kullanılan Parametreler.

Parametre	Değer
Yazılım paketi	CASTEP
Teori	Kohn–Sham DFT
Değişim–korelasyon fonksiyoneli	GGA-PBE
Geometri optimizasyonu	BFGS algoritması
Sözde-potansiyel	Ultrasoft (USP)
Kesme enerjisi	550 eV
k-noktası ızgarası	10 × 10 × 10 (Monkhorst–Pack)

2.2. Yapı Optimizasyonu

Başlangıç yapısı, *Pm*-3*m* (No. 221) uzay grubuna sahip ideal kübik perovskit düzeninde oluşturulmuştur. Örgü parametresi ve atomik konumlar, Broyden–Fletcher–Goldfarb–Shanno (BFGS) yarı-Newton algoritması kullanılarak atomlara etkiyen kuvvetler ve hücre gerilmeleri yakınsama ölçütlerini sağlayana dek eş zamanlı olarak gevşetilmiştir (Pfrommer vd., 1997). Perovskit yapının geometrik kararlılığı ayrıca Goldschmidt tolerans faktörü (t) ve oktahedral faktör (μ) ile değerlendirilmiştir (Goldschmidt, 1926):

$$t = (r_A + r_X) / [\sqrt{2}\,(r_B + r_X)], \quad \mu = r_B / r_X \tag{1}$$

Burada r_A, r_B ve r_X sırasıyla A katyonunun, B katyonunun ve anyonun iyonik yarıçaplarıdır; hesaplamada Shannon (1976) iyonik yarıçapları kullanılmıştır.

2.3. Elastik ve Termoelastik Özellikler

Elastik sertlik katsayıları (C_{ij}), optimize yapıya küçük homojen gerinimler uygulanıp oluşan gerilmelerin Hooke yasasına uydurulduğu gerinim–gerilme yöntemiyle hesaplanmıştır (Nielsen & Martin, 1985). Kübik simetride üç bağımsız elastik sabit (C_{11}, C_{12}, C_{44}) bulunmaktadır ve mekanik kararlılık için Born ölçütleri şu şekildedir (Born & Huang, 1954; Mouhat & Coudert, 2014):

$$C_{11} - C_{12} > 0, \quad C_{11} + 2C_{12} > 0, \quad C_{44} > 0 \tag{2}$$

Polikristal bulk (B) ve kayma (G) modülleri Voigt (1928) üst sınırı ve Reuss (1929) alt sınırı üzerinden hesaplanmış, Hill (1952) ortalaması ile gerçekçi değerler elde edilmiştir:

$$B_V = B_R = (C_{11} + 2C_{12}) / 3, \quad G_V = (C_{11} - C_{12} + 3C_{44}) / 5 \tag{3}$$

$$G_R = 5(C_{11} - C_{12})C_{44} / [4C_{44} + 3(C_{11} - C_{12})], \quad X_H = (X_V + X_R) / 2 \tag{4}$$

Young modülü (E), Poisson oranı (ν), Zener anizotropi faktörü (A) ve evrensel anizotropi indeksi (A^U) şu bağıntılarla belirlenmiştir (Ranganathan & Ostoja-Starzewski, 2008; Zener, 1948):

$$E = 9BG / (3B + G), \quad \nu = (3B - 2G) / [2(3B + G)] \tag{5}$$

$$A = 2C_{44} / (C_{11} - C_{12}), \quad A^U = 5G_V/G_R + B_V/B_R - 6 \tag{6}$$

Kübik bir kristalde herhangi bir [hkl] doğrultusundaki Young modülü, elastik uyum sabitleri (S_{ij}) cinsinden şöyle ifade edilir (Nye, 1985):

$$1/E_{hkl} = S_{11} - 2(S_{11} - S_{12} - S_{44}/2)(l_1^2 l_2^2 + l_2^2 l_3^2 + l_3^2 l_1^2) \tag{7}$$

Burada l_i doğrultu kosinüsleridir. Vickers sertliği Tian vd. (2012) modeliyle, kırılma tokluğu (K_{IC}) Niu vd. (2019) modeliyle, Debye sıcaklığı (θ_D) ise ortalama ses hızından (v_m) Anderson (1963) yöntemiyle hesaplanmıştır:

$$H_V = 0.92k^{1.137}G^{0.708} \ (k = G/B), \quad \theta_D = (h/k_B)[(3n/4\pi)(N_A\rho/M)]^{1/3}v_m \tag{8}$$

Burada h Planck sabiti, k_B Boltzmann sabiti, n formül birimindeki atom sayısı, N_A Avogadro sayısı, ρ yoğunluk ve M molar kütledir.

2.4. Elektronik ve Optik Özellikler

Elektronik bant yapısı, kübik Brillouin bölgesinin X–R–M–Γ–R yüksek simetri yolu boyunca (Setyawan & Curtarolo, 2010) hesaplanmış; toplam ve kısmi durum yoğunlukları (TDOS/PDOS) optimize yapı üzerinden elde edilmiştir. Optik özellikler kompleks dielektrik fonksiyon $\varepsilon(\omega) = \varepsilon_1(\omega) + i\varepsilon_2(\omega)$ üzerinden türetilmiştir. Sanal kısım $\varepsilon_2(\omega)$ dolu ve boş durumlar arasındaki geçiş matris elemanlarından, gerçek kısım $\varepsilon_1(\omega)$ ise

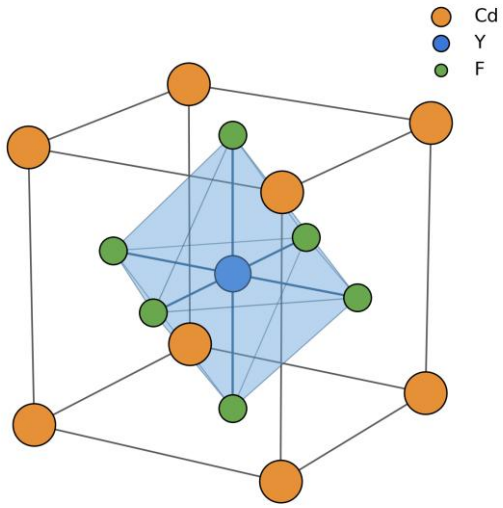
Kramers–Kronig bağıntıları yardımıyla elde edilmiştir (Saha vd., 2000). Soğurma katsayısı α(ω), yansıtıcılık $R(\omega)$ ve optik iletkenlik σ(ω) şu bağıntılarla hesaplanmıştır (Fox, 2010):

$$\alpha(\omega) = \sqrt{2}\,\omega\,[(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2)^{1/2} - \varepsilon_1]^{1/2}, \quad R(\omega) = |(\sqrt{\varepsilon(\omega)} - 1) / (\sqrt{\varepsilon(\omega)} + 1)|^2, \quad \sigma(\omega) = \omega\varepsilon_2(\omega)/4\pi \tag{9}$$

3. BULGULAR

3.1. Yapısal Özellikler

Geometrik optimizasyon, $CdYF_3$'ün *Pm*-3*m* uzay grubunda ideal kübik perovskit düzeninde kararlı bir denge geometrisine ulaştığını göstermiştir. Birim hücrede Cd atomu 1*a* (0, 0, 0), Y atomu 1*b* (½, ½, ½) ve F atomları 3*c* (0, ½, ½) Wyckoff konumlarında yer almaktadır; başka bir deyişle Cd katyonları hücre köşelerinde, Y hücre merkezinde, F anyonları ise yüzey merkezlerinde bulunmaktadır (Şekil 1). Bu düzende Y atomu altı F atomuyla köşe paylaşımlı YF_6 oktahedronları oluştururken Cd atomu on iki F atomu ile koordine olmaktadır.



Şekil 1. $CdYF_3$ Bileşiğinin Kübik Perovskit Kristal Yapısı.

Denge örgü parametresi a = 4.7019 Å olarak elde edilmiş olup buna karşılık gelen birim hücre hacmi yaklaşık 103.95 $Å^3$'tür (Tablo 2). Bu geometriden Y–F bağ uzunluğu $a/2 \approx 2.351$ Å, Cd–F uzaklığı ise $a/\sqrt{2} \approx 3.325$ Å olarak bulunmaktadır. Formül kütlesi (258.31 g/mol) ve hücre hacminden hesaplanan kuramsal yoğunluk yaklaşık 4.13 g/cm^3'tür. Kısa Y–F mesafesi, yapının mekanik ve elektronik davranışında YF_6 oktahedral çerçevesinin belirleyici rol oynadığını düşündürmektedir.

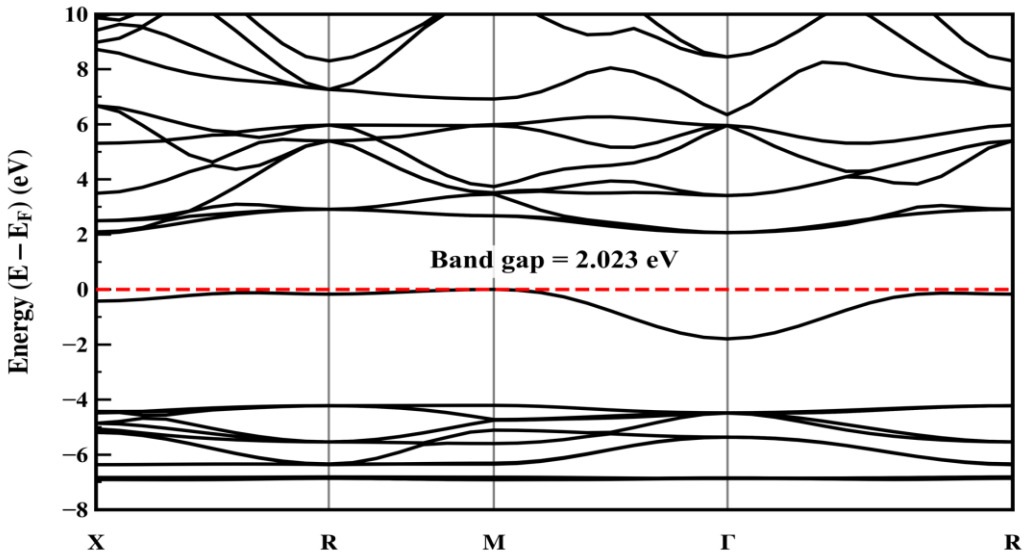
Tablo 2. $CdYF_3$ Bileşiğinin Optimize Edilmiş Yapısal Parametreleri.

Uzay grubu	Sistem	$a = b = c$ (Å)	$\alpha = \beta = \gamma$	V (Å^3)	ρ (g/cm^3)	E_g (eV)
Pm-3*m* (221)	Kübik perovskit	4.7019	90°	103.95	4.13	2.023 (dolaylı)

Shannon (1976) iyonik yarıçapları (Cd^{2+}, XII koordinasyon: 1.31 Å; Y^{3+}, VI koordinasyon: 0.900 Å; F^-, VI koordinasyon: 1.33 Å) kullanılarak Denklem 1'den hesaplanan tolerans faktörü $t \approx 0.84$, oktahedral faktör ise $\mu \approx 0.68$'dir. Tolerans faktörünün perovskit oluşumu için genel kabul gören yaklaşık 0.8–1.0 aralığında yer alması ve oktahedral faktörün 0.41'in üzerinde olması, perovskit düzeninin geometrik açıdan uygun olduğunu göstermektedir (Goldschmidt, 1926). Bununla birlikte t değerinin bu aralığın alt sınırına yakın olması, oktahedral dönmelerle ilişkili daha düşük simetrili fazların da enerjetik olarak rekabetçi olabileceğine işaret etmektedir; bu husus aşağıda tartışılan düşük C_{44} değeriyle de uyumludur.

3.2. Elektronik Bant Yapısı

$CdYF_3$'ün X–R–M–Γ–R yüksek simetri yolu boyunca hesaplanan elektronik bant yapısı Şekil 2'de verilmiştir; Fermi seviyesi (valans bandı tavanı) 0 eV olarak alınmıştır. Valans bandı tavanı (VBM) M noktasında, iletim bandı tabanı (CBM) ise Γ noktasında yer almaktadır. VBM ile CBM'nin farklı k-noktalarında bulunması nedeniyle bileşik, M → Γ doğrultusunda 2.023 eV'lik dolaylı (indirekt) bir bant aralığına sahiptir ve yarı iletken karakterdedir. İletim bandı tabanının Γ noktası civarında görece düz olması, elektronlar için büyük bir etkin kütleye işaret ederken, valans bandının üst kısmındaki bandın M–Γ arasında yaklaşık 1.8 eV'lik bir dağılım göstermesi deşikler için daha hafif bir etkin kütleyi düşündürmektedir.

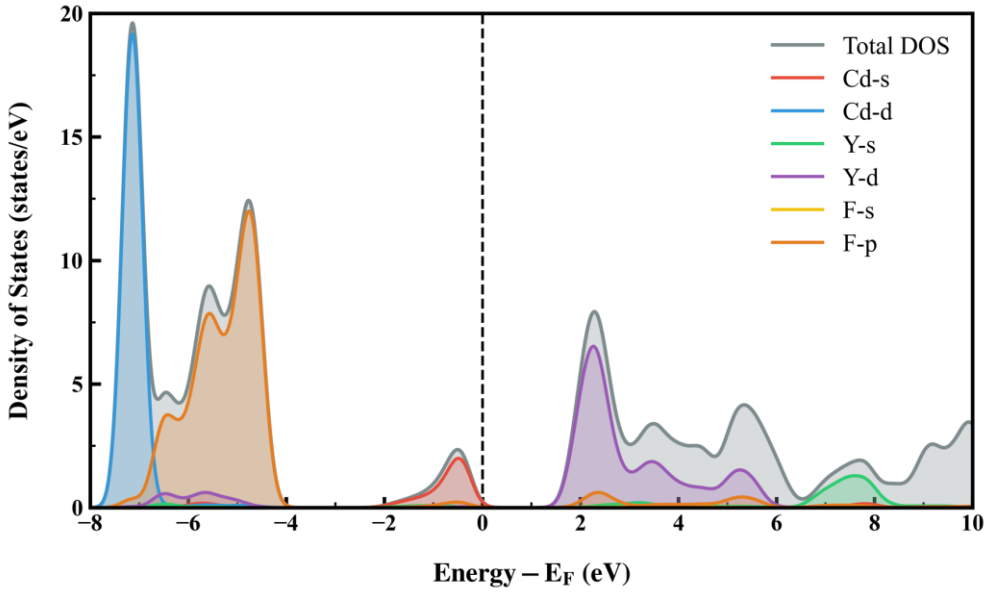


Şekil 2. $CdYF_3$ Bileşiğinin Elektronik Bant Yapısı.

Fermi seviyesinin hemen altında (≈ −1.8 ile 0 eV arası) diğer valans bantlarından belirgin bir enerji boşluğuyla ayrılmış, tek ve yalıtılmış bir bant bulunmaktadır. Bunun altında, yaklaşık −4.2 ile −6.4 eV arasında iç içe geçmiş bir bant grubu ve −6.9 eV civarında dağılımsız (düz) bantlar yer almaktadır. Düz bantlar, lokalize Cd-4*d* durumlarına karşılık gelmektedir. GGA-PBE fonksiyonelinin, türev süreksizliğini içermemesi nedeniyle bant aralıklarını sistematik olarak olduğundan küçük hesapladığı iyi bilinmektedir (Perdew & Levy, 1983). Dolayısıyla $CdYF_3$'ün gerçek bant aralığının 2.023 eV'den daha büyük olması beklenmektedir; HSE06 gibi hibrit fonksiyonellerle (Heyd vd., 2003) yapılacak hesaplamalar daha doğru bir tahmin sağlayacaktır.

3.3. Durum Yoğunluğu

Toplam ve kısmi durum yoğunlukları Şekil 3'te sunulmuştur. Fermi seviyesinde durum bulunmaması, bant yapısından elde edilen yarı iletken karakteri doğrulamaktadır. Valans bandının en üst bölgesi (−2 ile 0 eV arası) baskın olarak Cd-*s* durumlarından oluşmakta ve bu bölgede F-*p* durumlarının küçük fakat belirgin bir katkısı bulunmaktadır. Bu durum, VBM'nin Cd-*s* ve F-*p* orbitallerinin hibritleşmesiyle şekillendiğini ve Cd–F etkileşiminin tamamen iyonik olmayıp kısmen kovalent bir bileşen içerdiğini göstermektedir. Bant yapısında görülen yalıtılmış üst valans bandı da bu Cd-5*s* kökenli durumlara karşılık gelmektedir.



Şekil 3. $CdYF_3$ Bileşiğinin Toplam ve Kısmi Durum Yoğunluğu (TDOS/PDOS).

Yaklaşık −4 ile −6.8 eV arasındaki geniş bölge baskın olarak F-*p* karakterlidir ve −4.8 eV civarında yaklaşık 12 durum/eV değerinde belirgin bir pik oluşturmaktadır; bu bölgede Y-*d* durumlarının zayıf katkısı Y–F bağlanmasını yansıtmaktadır. Daha derin enerjilerde (≈ −7.2 eV) yaklaşık 19 durum/eV değerine ulaşan son derece keskin bir pik gözlenmektedir; bu pik, tamamen dolu ve lokalize Cd-4*d* durumlarından kaynaklanmaktadır. İletim bandının alt kenarı (≈ 1.5–3 eV) baskın olarak Y-*d* durumlarından oluşmakta ve 2.3 eV civarında yaklaşık 6.5 durum/eV değerinde bir Y-*d* piki bulunmaktadır; Y-*s* durumları ise daha yüksek enerjilerde (≈ 7.6 eV) belirginleşmektedir. Böylece temel optik geçişlerin, Cd-*s*/F-*p* karakterli valans durumlarından Y-*d* karakterli iletim durumlarına gerçekleştiği sonucuna varılmaktadır.

Üst valans bandının Cd-5*s* karakteri, $CdYF_3$'teki bağlanmanın klasik iyonik resimden farklılaştığını düşündürmektedir: Cd'nin 5*s* elektronlarının bir bölümü F'ye aktarılmak yerine Cd merkezli dolu bir bantta kalmaktadır. Atomik yüklerin nicel olarak belirlenmesi için Mulliken veya Bader yük analizlerinin yapılması, bileşikteki bağ karakterinin daha ayrıntılı anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

3.4. Elastik Sabitler ve Mekanik Kararlılık

Kübik $CdYF_3$ için hesaplanan elastik sertlik katsayıları ve Born kararlılık ölçütleri Tablo 3'te verilmiştir. C_{11} = 169.94 GPa değeri, [100] doğrultusundaki boyuna gerinime karşı yüksek bir direnç olduğunu göstermektedir. Buna karşın kayma direncini temsil eden C_{44} = 9.28 GPa değeri C_{11}'in yalnızca yaklaşık %5'i kadardır.

Tablo 3. $CdYF_3$ Bileşiğinin Elastik Sertlik Katsayıları ve Born Kararlılık Ölçütleri (GPa).

Büyüklük	Değer	Born ölçütü	Değer	Durum
$C_{11} = C_{22} = C_{33}$	169.94	$C_{11} - C_{12} > 0$	147.89	Sağlanıyor
$C_{12} = C_{13} = C_{23}$	22.06	$C_{11} + 2C_{12} > 0$	214.06	Sağlanıyor
$C_{44} = C_{55} = C_{66}$	9.28	$C_{44} > 0$	9.28	Sağlanıyor
Zener faktörü A	0.126	Cauchy basıncı $C_{12} - C_{44}$	12.78	—

Üç Born ölçütünün de sağlanması, $CdYF_3$'ün sıfır basınç altında mekanik olarak kararlı olduğunu göstermektedir (Mouhat & Coudert, 2014). C_{44}'ün pozitif olmakla birlikte oldukça düşük olması, yapının {100} düzlemlerindeki kayma deformasyonuna karşı zayıf bir direnç gösterdiğini ifade etmektedir. Bu yumuşak kayma modu, tolerans faktörünün görece düşük olmasıyla birlikte, oktahedral dönmelere karşı düşük bir enerji bariyeri bulunabileceğini düşündürmektedir. Elastik sabitlerden türetilen Cauchy basıncı ($C_{12} - C_{44}$) +12.78 GPa olarak pozitiftir. Pettifor (1992) yaklaşımına göre pozitif Cauchy basıncı, bağlanmada yönlü (açısal) karakterin zayıf olduğunu ve iyonik/metalik tipte merkezi kuvvetlerin baskın olduğunu göstermekte ve sünek davranışla ilişkilendirilmektedir.

3.5. Polikristal Elastik Modüller ve Süneklik

Voigt, Reuss ve Hill yaklaşımlarıyla elde edilen polikristal elastik büyüklükler Tablo 4'te özetlenmiştir.

Tablo 4. Voigt, Reuss ve Hill Yaklaşımlarıyla Elde Edilen Polikristal Elastik Büyüklükler.

Büyüklük	Voigt	Reuss	Hill
B (GPa)	71.35	71.35	71.35
G (GPa)	35.15	14.28	24.71
E (GPa)	90.57	40.15	66.46
B/G	2.03	5.00	2.89
ν	0.288	0.406	0.345
H_V (GPa)	5.11	0.97	2.67
K_{IC} (MPa·m$^{1/2}$)	0.830	0.529	0.696

Hill yaklaşımıyla elde edilen bulk modülü B = 71.35 GPa, hacimsel sıkıştırmaya karşı orta-yüksek bir direnç ifade etmektedir; sıkıştırılabilirlik β = $1/B$ = 0.0140 GPa^{-1}'dir. Kayma modülü (G = 24.71 GPa) ve Young modülü (E = 66.46 GPa) ise bulk modülüne kıyasla belirgin biçimde düşüktür. Bu durum, $CdYF_3$'ün hacim değişimine karşı rijit, şekil değişimine karşı ise görece esnek olduğunu göstermektedir. Kübik

sistemlerde $B_V = B_R$ olması beklenen bir sonuçtur; buna karşılık G_V (35.15 GPa) ile G_R (14.28 GPa) arasındaki yaklaşık 2.5 katlık fark, kayma tepkisinin güçlü biçimde yöne bağlı olduğunun doğrudan bir göstergesidir.

Pugh (1954) ölçütüne göre $B/G > 1.75$ sünek davranışı karakterize eder. $CdYF_3$ için Hill yaklaşımıyla bulunan $B/G = 2.89$ değeri bu sınırın oldukça üzerindedir; üstelik alt sınır niteliğindeki Voigt değeri ($B/G = 2.03$) bile kritik değeri aşmaktadır. Frantsevich vd. (1983) ölçütünde $\nu > 0.26$ sünek malzemeleri tanımlar ve hesaplanan $\nu = 0.345$ değeri bu sınıflandırmayla uyumludur. Pozitif Cauchy basıncı ile birlikte değerlendirildiğinde üç bağımsız ölçüt, $CdYF_3$'ün belirgin biçimde sünek bir malzeme olduğunda birleşmektedir. Poisson oranının 0.25'in üzerinde olması, bağlanmada merkezi kuvvetlerin baskın olduğunu da desteklemektedir.

Tian vd. (2012) modeliyle hesaplanan Vickers sertliği ($H_V = 2.67$ GPa), bileşiğin yumuşak bir malzeme olduğunu göstermektedir; düşük G/B oranı (≈ 0.35) sertliği sınırlayan temel etkendir. Niu vd. (2019) modeliyle elde edilen kırılma tokluğu $K_{IC} = 0.696$ MPa·m$^{1/2}$ değerindedir. Düşük sertlik ile sünek karakterin bir arada bulunması, $CdYF_3$'ün ince film ve kaplama uygulamalarında termal ve mekanik gerilmeler altında çatlamaya karşı avantajlı olabileceğini düşündürmektedir.

3.6. Elastik Anizotropi ve Termoelastik Özellikler

Kübik bir kristalde Zener faktörü $A = 1$ tam elastik izotropiyi temsil eder. $CdYF_3$ için hesaplanan $A = 0.126$ değeri birimden çok uzaktır. Tüm kristal sistemlerine uygulanabilen ve tam izotropide sıfır olan evrensel anizotropi indeksi ise $A^U = 7.31$ gibi oldukça yüksek bir değer almaktadır (Ranganathan & Ostoja-Starzewski, 2008). Her iki ölçüt de yapının güçlü bir elastik anizotropi sergilediğini açıkça göstermektedir; bu anizotropinin kaynağı, C_{44}'ün $(C_{11} - C_{12})/2$ değerine kıyasla çok düşük kalmasıdır.

Tablo 5. $CdYF_3$ Bileşiğinin Anizotropi ve Termoelastik Büyüklükleri.

Büyüklük	Değer	Büyüklük	Değer
$E_x = E_y = E_z = E[100]$ (GPa)	164.88	Zener faktörü A	0.126
$E[110]$ (GPa)	≈ 33.8	Evrensel indeks A^U	7.31
$E[111]$ (GPa)	≈ 26.7	Debye sıcaklığı θ_D (K)	261.11
$\nu_{xy} = \nu_{xz} = \nu_{yz}$	0.115	Ortalama ses hızı v_m (m/s)	2411.56
E_{max}/E_{min}	≈ 6.2	Sıkıştırılabilirlik β (GPa^{-1})	0.0140

Kübik simetri gereği x, y ve z eksenleri boyunca tek eksenli Young modülleri özdeştir (164.88 GPa) ve eksenel Poisson oranları 0.115 değerindedir. Bu nedenle kübik kristallerdeki anizotropi eksenler arasında değil, farklı kristalografik doğrultular arasında ortaya çıkar. Denklem 7 ile hesaplanan doğrultusal Young modülleri $E[100] = 164.88$ GPa, $E[110] \approx 33.8$ GPa ve $E[111] \approx 26.7$ GPa olup en rijit ve en esnek doğrultular arasında

yaklaşık 6.2 katlık bir fark bulunmaktadır. $A < 1$ olması nedeniyle en rijit doğrultu [100] ekseni, en esnek doğrultu ise [111] cisim köşegenidir. Başka bir deyişle, $CdYF_3$'ün mekanik tepkisi eksenler boyunca yüksek rijitlik gösterirken köşegen doğrultularda kayma bileşeninin devreye girmesiyle belirgin biçimde yumuşamaktadır. Bu güçlü yön bağımlılığı, aygıt ve ince film tasarımında kristal yöneliminin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir; örneğin [100] yönelimli büyütülmüş filmler daha yüksek rijitlik sağlayacaktır.

Debye sıcaklığı, örgü titreşimleri, ısı kapasitesi ve termal iletkenlik ile yakından ilişkili temel bir parametredir (Anderson, 1963). $CdYF_3$ için elde edilen $\theta_D = 261.11$ K ve ortalama ses hızı $v_m = 2411.56$ m/s, görece düşük değerlerdir. Bu durum, ağır Cd (112.41 g/mol) ve Y (88.91 g/mol) atomlarının yüksek kütlesi ile düşük kayma modülünün birleşik etkisiyle açıklanabilir. Düşük Debye sıcaklığı, yumuşak bir örgüye ve görece düşük örgü termal iletkenliğine işaret etmektedir. $CdYF_3$ bileşiğinin elde edilen anizotropi ve termoelastik büyüklükleri Tablo 5'de verilmiştir.

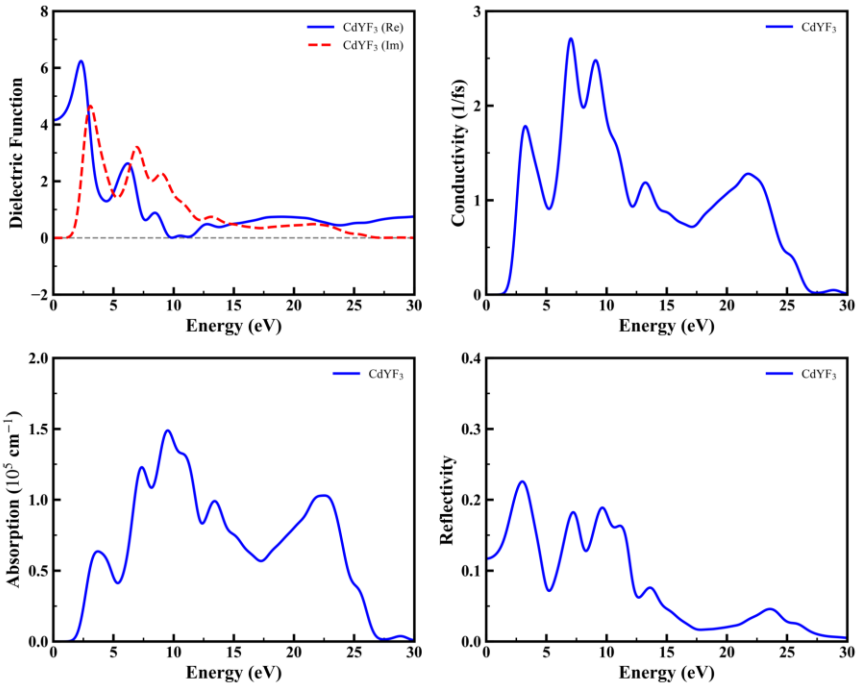
3.7. Optik Özellikler

$CdYF_3$'ün 0–30 eV enerji aralığında hesaplanan dielektrik fonksiyonu, optik iletkenliği, soğurma katsayısı ve yansıtıcılığı Şekil 4'te verilmiştir. Statik dielektrik sabiti $\varepsilon_1(0) \approx 4.2$ olarak elde edilmiştir; buna karşılık gelen statik kırılma indisi $n(0) = [\varepsilon_1(0)]^{1/2} \approx 2.05$'tir. $\varepsilon_1(0)$ değerinin görece düşük olması, bant aralığı ile statik dielektrik sabiti arasında ters orantı öngören Penn (1962) modeliyle uyumludur. $\varepsilon_1(\omega)$ yaklaşık 2.3 eV'de $\approx$ 6.2 değerinde bir maksimuma ulaştıktan sonra azalmakta ve yaklaşık 10 eV civarında sıfıra yaklaşmaktadır.

Dielektrik fonksiyonun sanal kısmı $\varepsilon_2(\omega)$, yaklaşık 2 eV'nin altında sıfırdır ve bu eşik değer hesaplanan 2.023 eV'lik bant aralığıyla uyumludur. Eşiğin üzerinde $\varepsilon_2(\omega)$ hızla artarak $\approx$ 3.0 eV'de $\approx$ 4.6 değerinde en yüksek pikine ulaşmakta; $\approx$ 7.0, $\approx$ 9.0 ve $\approx$ 13 eV'de ise ek pikler göstermektedir. DOS analizi ile birlikte değerlendirildiğinde, $\approx$ 3 eV'deki ilk pik Cd-*s*/F-*p* karakterli üst valans bandından Y-*d* karakterli iletim bandına, 7–9 eV bölgesindeki pikler ise F-*p* durumlarından Y-*d* durumlarına gerçekleşen geçişlere atfedilebilir.

Optik iletkenlik, $\varepsilon_2(\omega)$ ile uyumlu olarak yaklaşık 2 eV'de başlamakta, $\approx$ 3.3 eV'de ilk pikini göstermekte ve $\approx$ 7.0 eV'de en yüksek değerine ulaşmaktadır; $\approx$ 9.1, $\approx$ 13.3 ve $\approx$ 22 eV'de de belirgin pikler bulunmaktadır. Soğurma katsayısı görünür bölgenin kırmızı ucunda ve kızılötesinde sıfıra yakındır; soğurma kenarının ardından $\approx$ 3.7 eV'de ilk piki ($\approx 0.6 \times 10^5$ cm^{-1}) oluşturmakta, 5–15 eV aralığındaki ultraviyole bölgede ise $\approx$ 7.4, $\approx$ 9.5 ve $\approx$ 13.4 eV'deki piklerle 10^5 cm^{-1} düzeyini aşmaktadır. En yüksek soğurma $\approx$ 9.5 eV'de yaklaşık 1.5×10^5 cm^{-1} olarak elde edilmiş, $\approx$ 22.5 eV'de ise $\approx 1.0 \times 10^5$ cm^{-1} düzeyinde ikinci bir soğurma bölgesi gözlenmiştir.

Yansıtıcılık sıfır frekansta ≈ 0.12 değerini almaktadır; bu değer, $n(0) \approx 2.05$ için Fresnel bağıntısından beklenen $[(n-1)/(n+1)]^2 \approx 0.12$ değeriyle tutarlıdır. Yansıtıcılık ≈ 3 eV'de ≈ 0.22 ile en yüksek değerine ulaşmakta ve tüm enerji aralığında %25'in altında kalmaktadır. Düşük yansıtıcılık ve soğurma kenarının altındaki düşük soğurma, $CdYF_3$'ün bant aralığının altındaki fotonlara karşı saydam davrandığını göstermektedir. GGA-PBE'nin bant aralığını küçük hesaplama eğilimi göz önüne alındığında, gerçek soğurma kenarının daha yüksek enerjilerde olması ve malzemenin görünür bölgenin daha büyük bir kısmında saydam olması beklenmektedir.



Şekil 4. $CdYF_3$ Bileşiğinin Optik Özellikleri.

3.8. Optoelektronik Uygulama Potansiyeli

Elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde $CdYF_3$, farklı uygulama alanları için birbirini tamamlayan özellikler sunmaktadır. 2.023 eV'lik dolaylı bant aralığı (ve hibrit fonksiyonellerle daha büyük olması beklenen gerçek değeri), görünür bölgenin üst ucu ile ultraviyole arasında çalışan fotodedektörler ve UV filtreleri için uygun bir enerji penceresi sunmaktadır. 5–15 eV aralığındaki 10^5 cm^{-1} düzeyinde yüksek soğurma, malzemenin UV koruyucu kaplamalar ve UV dedektörleri için değerlendirilebileceğini göstermektedir. Düşük yansıtıcılık ise saydam optik bileşen potansiyeline işaret etmektedir. Mekanik açıdan $B/G = 2.89$ ve $\nu = 0.345$ değerleriyle ifade edilen sünek karakter, ince film ve kaplama uygulamalarında çatlamaya karşı direnç bakımından avantaj sağlamaktadır. Buna karşın $A^U = 7.31$ gibi yüksek anizotropi, aygıt tasarımında kristal yöneliminin kontrol edilmesini gerekli kılmaktadır. Bileşiğin dolaylı bant aralığı, verimli ışık yayımı gerektiren

uygulamalarda sınırlayıcı olabilirken dedektör ve soğurucu uygulamalarında önemli bir dezavantaj oluşturmamaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kübik perovskit yapılı $CdYF_3$ bileşiğinin yapısal, elektronik, mekanik, termoelastik ve optik özellikleri CASTEP kodu ile GGA-PBE çerçevesinde ilk ilkeler yöntemiyle incelendi. $CdYF_3$, *Pm*-3*m* uzay grubunda $a = 4.7019$ Å denge örgü parametresiyle kübik perovskit yapıda optimize edilmiştir. Hesaplanan tolerans faktörü ($t \approx 0.84$) ve oktahedral faktör ($\mu \approx 0.68$), perovskit düzeninin geometrik açıdan uygun olduğunu göstermektedir. Bant yapısı M → Γ doğrultusunda 2.023 eV'lik dolaylı bir bant aralığı vermiştir; bileşik yarı iletken karakterdedir. Valans bandı tavanı Cd-*s* ve F-*p* hibritleşmesiyle, iletim bandı kenarı ise baskın olarak Y-*d* durumlarıyla şekillenmektedir. −7 eV civarında lokalize Cd-*d* durumları yoğunlaşmaktadır. Elastik sabitler ($C_{11} = 169.94$, $C_{12} = 22.06$, $C_{44} = 9.28$ GPa) kübik Born kararlılık ölçütlerini sağlamaktadır. Hill yaklaşımıyla $B = 71.35$ GPa, $G = 24.71$ GPa ve $E = 66.46$ GPa elde edilmiştir. $B/G = 2.89$, $\nu = 0.345$ ve pozitif Cauchy basıncı, $CdYF_3$'ün belirgin biçimde sünek olduğunu tutarlı biçimde ortaya koymaktadır. Vickers sertliği 2.67 GPa, kırılma tokluğu 0.696 MPa·m$^{1/2}$'dir. $A = 0.126$ ve $A^U = 7.31$ değerleri ile doğrultusal Young modülleri arasındaki yaklaşık 6 katlık fark, yapının güçlü elastik anizotropi sergilediğini göstermektedir; en rijit doğrultu [100], en esnek doğrultu [111]'dir. Debye sıcaklığı 261.11 K, ortalama ses hızı 2411.56 m/s olarak hesaplanmıştır. Optik tepki, bant aralığıyla uyumlu olarak yaklaşık 2 eV üzerinde başlamakta; 5–15 eV UV bölgesinde soğurma 10^5 cm^{-1} düzeyine ulaşmaktadır. $\varepsilon_1(0) \approx 4.2$, $n(0) \approx 2.05$ ve tüm aralıkta %25'in altında kalan yansıtıcılık, malzemenin bant aralığının altında saydam davrandığını göstermektedir. Bu özellikler $CdYF_3$'ü UV dedektörleri, UV koruyucu kaplamalar ve saydam optik bileşenler gibi optoelektronik uygulamalar için değerlendirilebilecek esnek ve dengeli bir florür perovskiti olarak öne çıkarmaktadır. Gelecek çalışmalarda oluşum entalpisi ve faz diyagramı analizleriyle termodinamik kararlılığın, fonon dağılımı hesaplamalarıyla dinamik kararlılığın değerlendirilmesi, bant aralığının hibrit fonksiyonellerle (HSE06) yeniden hesaplanması, Mulliken/Bader yük analizleriyle bağ karakterinin nicelleştirilmesi ve bulguların deneysel sentez çalışmalarıyla sınanması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada sunulan sayısal hesaplamalar TÜBİTAK ULAKBİM Yüksek Başarım ve Grid Hesaplama Merkezi (TRUBA) kaynakları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu çalışma, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (OKÜBAP) tarafından OKÜBAP-2026-YPDP-001 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Katkı ve desteklerinden ötürü TÜBİTAK ULAKBİM'e ve Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi BAP Birimi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Anderson, O. L. (1963). A simplified method for calculating the Debye temperature from elastic constants. *Journal of Physics and Chemistry of Solids, 24*(7), 909–917. https://doi.org/10.1016/0022-3697(63)90067-2

Born, M., & Huang, K. (1954). *Dynamical theory of crystal lattices*. Clarendon Press.

Clark, S. J., Segall, M. D., Pickard, C. J., Hasnip, P. J., Probert, M. I. J., Refson, K., & Payne, M. C. (2005). First principles methods using CASTEP. *Zeitschrift für Kristallographie – Crystalline Materials, 220*(5–6), 567–570. https://doi.org/10.1524/zkri.220.5.567.65075

Fox, M. (2010). *Optical properties of solids* (2nd ed.). Oxford University Press.

Frantsevich, I. N., Voronov, F. F., & Bokuta, S. A. (1983). *Elastic constants and elastic moduli of metals and insulators: Handbook*. Naukova Dumka.

Goldschmidt, V. M. (1926). Die Gesetze der Krystallochemie. *Die Naturwissenschaften, 14*(21), 477–485. https://doi.org/10.1007/BF01507527

Heyd, J., Scuseria, G. E., & Ernzerhof, M. (2003). Hybrid functionals based on a screened Coulomb potential. *The Journal of Chemical Physics, 118*(18), 8207–8215. https://doi.org/10.1063/1.1564060

Hill, R. (1952). The elastic behaviour of a crystalline aggregate. *Proceedings of the Physical Society. Section A, 65*(5), 349–354. https://doi.org/10.1088/0370-1298/65/5/307

Hohenberg, P., & Kohn, W. (1964). Inhomogeneous electron gas. *Physical Review, 136*(3B), B864–B871. https://doi.org/10.1103/PhysRev.136.B864

Kohn, W., & Sham, L. J. (1965). Self-consistent equations including exchange and correlation effects. *Physical Review, 140*(4A), A1133–A1138. https://doi.org/10.1103/PhysRev.140.A1133

Kojima, A., Teshima, K., Shirai, Y., & Miyasaka, T. (2009). Organometal halide perovskites as visible-light sensitizers for photovoltaic cells. *Journal of the American Chemical Society, 131*(17), 6050–6051. https://doi.org/10.1021/ja809598r

Monkhorst, H. J., & Pack, J. D. (1976). Special points for Brillouin-zone integrations. *Physical Review B, 13*(12), 5188–5192. https://doi.org/10.1103/PhysRevB.13.5188

Mouhat, F., & Coudert, F.-X. (2014). Necessary and sufficient elastic stability conditions in various crystal systems. *Physical Review B, 90*(22), Article 224104. https://doi.org/10.1103/PhysRevB.90.224104

Nielsen, O. H., & Martin, R. M. (1985). Quantum-mechanical theory of stress and force. *Physical Review B, 32*(6), 3780–3791. https://doi.org/10.1103/PhysRevB.32.3780

Nishimatsu, T., Terakubo, N., Mizuseki, H., Kawazoe, Y., Pawlowska, D. A., Yoshikawa, A., & Fukuda, T. (2002). Band structures of perovskite-like fluorides for vacuum-ultraviolet-transparent lens materials. *Japanese Journal of Applied Physics, 41*(4A), L365–L367. https://doi.org/10.1143/JJAP.41.L365

Niu, H., Niu, S., & Oganov, A. R. (2019). Simple and accurate model of fracture toughness of solids. *Journal of Applied Physics, 125*(6), Article 065105. https://doi.org/10.1063/1.5066311

Nye, J. F. (1985). *Physical properties of crystals: Their representation by tensors and matrices*. Oxford University Press.

Penn, D. R. (1962). Wave-number-dependent dielectric function of semiconductors. *Physical Review, 128*(5), 2093–2097. https://doi.org/10.1103/PhysRev.128.2093

Perdew, J. P., Burke, K., & Ernzerhof, M. (1996). Generalized gradient approximation made simple. *Physical Review Letters, 77*(18), 3865–3868. https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.77.3865

Perdew, J. P., & Levy, M. (1983). Physical content of the exact Kohn-Sham orbital energies: Band gaps and derivative discontinuities. *Physical Review Letters, 51*(20), 1884–1887. https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.51.1884

Pettifor, D. G. (1992). Theoretical predictions of structure and related properties of intermetallics. *Materials Science and Technology, 8*(4), 345–349. https://doi.org/10.1179/mst.1992.8.4.345

Pfrommer, B. G., Côté, M., Louie, S. G., & Cohen, M. L. (1997). Relaxation of crystals with the quasi-Newton method. *Journal of Computational Physics, 131*(1), 233–240. https://doi.org/10.1006/jcph.1996.5612

Pugh, S. F. (1954). Relations between the elastic moduli and the plastic properties of polycrystalline pure metals. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 45*(367), 823–843. https://doi.org/10.1080/14786440808520496

Ranganathan, S. I., & Ostoja-Starzewski, M. (2008). Universal elastic anisotropy index. *Physical Review Letters, 101*(5), Article 055504. https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.101.055504

Reuss, A. (1929). Berechnung der Fließgrenze von Mischkristallen auf Grund der Plastizitätsbedingung für Einkristalle. *ZAMM – Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik, 9*(1), 49–58. https://doi.org/10.1002/zamm.19290090104

Saha, S., Sinha, T. P., & Mookerjee, A. (2000). Electronic structure, chemical bonding, and optical properties of paraelectric $BaTiO_3$. *Physical Review B, 62*(13), 8828–8834. https://doi.org/10.1103/PhysRevB.62.8828

Segall, M. D., Lindan, P. J. D., Probert, M. J., Pickard, C. J., Hasnip, P. J., Clark, S. J., & Payne, M. C. (2002). First-principles simulation: Ideas, illustrations and the CASTEP code. *Journal of Physics: Condensed Matter, 14*(11), 2717–2744. https://doi.org/10.1088/0953-8984/14/11/301

Setyawan, W., & Curtarolo, S. (2010). High-throughput electronic band structure calculations: Challenges and tools. *Computational Materials Science, 49*(2), 299–312. https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2010.05.010

Shannon, R. D. (1976). Revised effective ionic radii and systematic studies of interatomic distances in halides and chalcogenides. *Acta Crystallographica Section A, 32*(5), 751–767. https://doi.org/10.1107/S0567739476001551

Tian, Y., Xu, B., & Zhao, Z. (2012). Microscopic theory of hardness and design of novel superhard crystals. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, 33*, 93–106. https://doi.org/10.1016/j.ijrmhm.2012.02.021

Vaitheeswaran, G., Kanchana, V., Kumar, R. S., Cornelius, A. L., Nicol, M. F., Svane, A., Delin, A., & Johansson, B. (2007). High-pressure structural, elastic, and electronic properties of the scintillator host material $KMgF_3$. *Physical Review B, 76*(1), Article 014107. https://doi.org/10.1103/PhysRevB.76.014107

Vanderbilt, D. (1990). Soft self-consistent pseudopotentials in a generalized eigenvalue formalism. *Physical Review B, 41*(11), 7892–7895. https://doi.org/10.1103/PhysRevB.41.7892

Voigt, W. (1928). *Lehrbuch der Kristallphysik*. B. G. Teubner.

Zener, C. (1948). *Elasticity and anelasticity of metals*. University of Chicago Press.

KÜBİK $RbScH_3$ HİDRÜRÜNÜN YAPISAL, MEKANİK VE ELEKTRONİK DAVRANIŞININ DFT ANALİZİ

Dr., Sümeyra YAMÇIÇIER[1]/ Doç. Dr., Çağatay YAMÇIÇIER[2]/Prof. Dr., Cihan Kürkçü[3]

[1]Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Yoğun madde fiziği, sumeyrayamcicier@osmaniye.edu.tr, 0000-0002-7772-1258

[2]Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Yoğun madde fiziği, cagatayyamcicier@osmaniye.edu.tr, 0000-0003-3033-168X

[3]Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Yoğun madde fiziği, ckurkcu@ahievran.edu.tr, 0000-0003-3597-1950

Özet

Bu çalışmada, katı faz hidrojen depolama ortamı olarak tasarlanan $Pm\bar{3}m$ simetrisine sahip kübik perovskit tipi $RbScH_3$ bileşiğinin temel karakteristikleri, CASTEP yazılımı kullanılarak GGA-PBE yaklaşımı doğrultusunda ilk prensipler düzeyinde incelenmiştir. Kristal örgü optimizasyonu sonucunda denge kafes sabiti a = b = c = 4.2183 Å olarak hesaplanmıştır. Sistemin oluşum enerjisinin −0.2953 eV/atom çıkması yapay faz ayrışması riskinin bulunmadığını ve bileşiğin yapısal kararlılığını açıkça sergilemektedir. Hidrojen tutma performansı ele alındığında, malzemenin %2.27 gravimetrik depolama ve 66.57gH_2/L hacimsel depolama kapasitesi sunduğu tespit edilmiştir. Elektronik bant yapısı incelendiğinde, bantların Fermi düzeyini (E_F) belirgin şekilde kestiği ve yapının iletken karakterde olduğu görülmektedir. Durum yoğunluğu (DOS) profili, E_F seviyesindeki durumların büyük oranda Sc-d orbitalleri tarafından kontrol edildiğini; derin enerji bölgelerinde ise H-s ile Sc-d durumları arasındaki güçlü örtüşmenin kovalent-iyonik hibrit bağ mekanizmasını desteklediğini ortaya koymaktadır. Elde edilen elastik sabitler, kübik kristal sistem için Born mekanik stabilite koşullarını doğrudan sağlamaktadır. Hill ortalamalarına dayanan mekanik analiz; bulk modülünü (B) 37.73 GPa, kayma modülünü (G) 28.58 GPa ve elastik Young modülünü (E) 68.46 GPa olarak vermiştir. Pugh oranının (B/G) 1.32 ve Poisson oranının 0.198 olması, yapının gevrek (brittle) deformasyon eğilimine sahip olduğunu göstermektedir. Optik yanıtta ise metalik tabiatın doğal sonucu olan düşük enerjili dielektrik tepki ve 5--12 eV aralığında yoğunlaşan ultraviyole soğurma pikleri tespit edilmiştir. Elde edilen sayısal bulgular, $RbScH_3$'ün sağlam kafes bütünlüğü ve hacimsel hidrojen yoğunluğu açısından dikkate değer bir perovskit sistemi olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: $RbScH_3$, Perovskit Hidrür, DFT, CASTEP, Mekanik Kararlılık, Elektronik Özellikler.

DFT ANALYSIS OF THE STRUCTURAL, MECHANICAL, AND ELECTRONIC BEHAVIOR OF CUBIC $RbScH_3$ HYDRIDE

Abstract

In this study, the fundamental characteristics of the cubic perovskite-type $RbScH_3$ compound, which has a $Pm\bar{3}m$ symmetry and was designed as a solid-state hydrogen storage medium, were investigated at the first-principles level using the GGA-PBE approach with the CASTEP software. As a result of the crystal lattice optimization, the equilibrium lattice constants were calculated as a = b = c = 4.2183 Å. The formation energy of the system, which was found to be −0.2953 eV/atom, clearly demonstrates the structural stability of the compound and indicates that there is no risk of artificial phase separation. Regarding hydrogen storage performance, the material was found to offer a gravimetric storage capacity of 2.27% and a volumetric storage capacity of 66.57 gH_2/L. An examination of the electronic band structure reveals that the bands clearly cross the Fermi level (E_F), indicating that the structure is conductive in nature. The density of states (DOS) profile reveals that the states at the E_F level are largely controlled by Sc-d orbitals; in the deep energy regions, the strong overlap between H-s and Sc-d states supports a covalent-ionic hybrid bonding mechanism. The elastic constants obtained directly satisfy the Born mechanical stability conditions for the cubic crystal system. A mechanical analysis based on Hill averages yielded a bulk modulus (B) of 37.73 GPa, a shear modulus (G) of 28.58 GPa, and an elastic Young's modulus (E) of 68.46 GPa. The Pugh ratio (B/G) of 1.32 and the Poisson's ratio of 0.198 indicate that the structure exhibits a tendency toward brittle deformation. In the optical response, a low-energy dielectric response a natural consequence of its metallic nature and ultraviolet absorption peaks concentrated in the 5 - 12 eV range were detected. The numerical results obtained demonstrate that $RbScH_3$ is a noteworthy perovskite system in terms of its robust lattice integrity and volumetric hydrogen density.

Keywords: $RbCsH_3$, Perovskite Hydride, DFT, CASTEP, Mechanical Stability, Electronic Properties.

1. GİRİŞ

Fosil yakıt tüketiminin yol açtığı sera gazı salımları ve kaynakların sınırlılığı, temiz ve sürdürülebilir enerji taşıyıcılarına yönelik araştırmaları hızlandırmıştır. Hidrojen, yaklaşık 120 MJ/kg ile kütle başına en yüksek kimyasal enerji içeriğine sahip olması ve kullanım noktasında yalnızca su üretmesi nedeniyle bu dönüşümün merkezinde yer almaktadır (Mazloomi & Gomes, 2012; Schlapbach & Züttel, 2001). Ancak standart koşullarda son derece düşük yoğunluklu bir gaz olan hidrojenin güvenli, kompakt ve tersinir biçimde depolanması, hidrojen ekonomisinin önündeki en kritik teknik engellerden biri olmayı sürdürmektedir (Züttel, 2003).

Yüksek basınçlı tanklar ve kriyojenik sıvı depolama gibi fiziksel yöntemlerin enerji maliyeti ve güvenlik sınırlamaları, hidrojenin bir katı kafes içinde kimyasal olarak bağlandığı katı hâl depolama sistemlerini ön plana çıkarmıştır (Sakintuna vd., 2007). ABD Enerji Bakanlığı (DOE), araç içi depolama sistemleri için sistem düzeyinde %5.5 gravimetrik ve 40 g H_2/L hacimsel kapasiteyi ara hedef olarak belirlemiştir (U.S. Department of Energy, t.y.). Metal hidrürler ve kompleks hidrürler, özellikle yüksek hacimsel yoğunlukları ve güvenli çalışma koşulları nedeniyle bu hedeflere yönelik en kapsamlı incelenen malzeme sınıfları arasındadır (Orimo vd., 2007).

Metal hidrürler içinde ABH_3 genel formülüne sahip perovskit tipi hidrürler, basit kübik yapıları, geniş kimyasal çeşitlilikleri ve A ile B konumlarındaki katyon seçimiyle ayarlanabilen fiziksel özellikleri sayesinde dikkat çekmektedir. $NaMgH_3$ gibi perovskit hidrürlerde tersinir hidrürleme ve dehidrürleme tepkimeleri deneysel olarak gösterilmiş (Ikeda vd., 2005), Goldschmidt tolerans faktörünün hidrürleri kapsayacak biçimde genelleştirilmesi ise yeni perovskit hidrürlerin kararlılığının öngörülmesini kolaylaştırmıştır (Goldschmidt, 1926; Sato vd., 2016). B konumuna Sc gibi bir geçiş metalinin yerleştirilmesi, kısmen dolu *d* durumları aracılığıyla elektronik yapıyı köklü biçimde değiştirebilmekte ve metal–hidrojen etkileşimini düzenleyebilmektedir.

Depolama malzemelerinin değerlendirilmesinde hidrojen kapasitesinin yanı sıra mekanik dayanım da belirleyicidir. Tekrarlanan yükleme–boşaltma çevrimleri sırasında oluşan hacimsel genleşmeler ve iç gerilmeler, malzemede çatlamaya ve toz hâline gelmeye yol açabilmektedir. Elastik sabitler, sertlik, süneklik/gevreklik ve elastik anizotropi gibi büyüklükler bu açıdan önemli ipuçları sağlamaktadır; özellikle izotropik elastik tepki, iç gerilmelerin kristal içinde homojen dağılmasına katkıda bulunarak mikroçatlak oluşumunu sınırlayabilmektedir (Ranganathan & Ostoja-Starzewski, 2008).

Yoğunluk fonksiyoneli teorisi (DFT), deneysel verisi bulunmayan malzemelerin temel hâl özelliklerini öngörmek için güvenilir bir araçtır (Hohenberg & Kohn, 1964; Kohn & Sham, 1965). Bu çalışmada, A konumunda Rb, B konumunda Sc bulunan kübik perovskit $RbScH_3$ hidrürünün yapısal kararlılığı, hidrojen depolama kapasitesi, elektronik yapısı, elastik ve termoelastik özellikleri ile optik tepkisi CASTEP kodu (Clark vd., 2005) kullanılarak ilk ilkeler yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmanın amacı, bileşiğin mekanik kararlılığını ve izotropik elastik davranışını elektronik yapıyla ilişkilendirmek ve A konumundaki katyonun (K → Rb) etkisini tartışarak $RbScH_3$'ün perovskit hidrür ailesi içindeki konumunu ortaya koymaktır.

2. YÖNTEM

Tüm hesaplamalar, Kohn–Sham DFT formalizmini düzlem dalga baz kümesi ve sözde-potansiyel yaklaşımıyla uygulayan CASTEP yazılım paketi ile gerçekleştirilmiştir (Clark vd., 2005; Segall vd., 2002). Değişim–korelasyon enerjisi, Perdew–Burke–Ernzerhof (PBE) parametrizasyonlu genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı (GGA) ile tanımlanmıştır (Perdew vd., 1996). İyon–elektron etkileşimleri Vanderbilt tipi ultrasoft sözde-potansiyellerle (USP) modellenmiştir (Vanderbilt, 1990). Düzlem dalga kesme enerjisi 500 eV olarak seçilmiş, Brillouin bölgesi integrasyonları 12 × 12 × 12 Monkhorst–Pack k-noktası ızgarası ile gerçekleştirilmiştir (Monkhorst & Pack, 1976). Hesaplama parametreleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Hesaplamalarda Kullanılan Parametreler.

Parametre	Değer
Yazılım paketi	CASTEP
Teori	Kohn–Sham DFT
Değişim–korelasyon fonksiyoneli	GGA-PBE
Geometri optimizasyonu	BFGS algoritması
Sözde-potansiyel	Ultrasoft (USP)
Kesme enerjisi	500 eV
k-noktası ızgarası	12 × 12 × 12 (Monkhorst–Pack)

2.2. Yapı Optimizasyonu ve Termodinamik Kararlılık

Kristal yapı *Pm*-3*m* (No. 221) uzay grubuna sahip ideal kübik perovskit düzeninde oluşturulmuştur. Örgü parametresi ve atomik konumlar, Broyden–Fletcher–Goldfarb–Shanno (BFGS) yarı-Newton algoritması ile atomlara etkiyen kuvvetler ve hücre gerilmeleri yakınsama ölçütlerini sağlayana dek eş zamanlı olarak gevşetilmiştir (Pfrommer vd., 1997). Optimize yapının enerjetik kararlılığı atom başına oluşum enerjisi ile değerlendirilmiştir:

$$E_f = [E_{tot}(RbScH_3) - E(Rb) - E(Sc) - 3E(H)] / 5 \quad (1)$$

Burada $E_{tot}(RbScH_3)$ bileşiğin formül birimi başına toplam enerjisini; $E(Rb)$, $E(Sc)$ ve $E(H)$ ilgili elementlerin referans hâllerindeki atom başına toplam enerjilerini göstermektedir. Negatif E_f değeri, bileşiğin kurucu elementlerine göre enerjetik olarak kararlı olduğunu ifade eder.

2.3. Hidrojen Depolama Kapasitesi

Gravimetrik (C_{wt}) ve hacimsel (C_v) hidrojen depolama kapasiteleri aşağıdaki bağıntılarla hesaplanmıştır (Züttel, 2003):

$$C_{wt}(\%) = [(H/M)\cdot M_H] / [M_{host} + (H/M)\cdot M_H] \times 100, \quad C_v = n_H \cdot M_H / (N_A \cdot V_{cell}) \quad (2)$$

Burada M_H hidrojenin, M_{host} ana malzemenin (RbSc) molar kütlesini; H/M hidrojenin metal atomlarına oranını; n_H birim hücredeki hidrojen atomu sayısını; N_A Avogadro sayısını ve V_{cell} optimize birim hücre hacmini göstermektedir.

2.4. Elastik ve Termoelastik Özellikler

Elastik sertlik katsayıları (C_{ij}), optimize yapıya küçük homojen gerinimler uygulanıp oluşan gerilmelerin Hooke yasasına uydurulduğu gerinim–gerilme yöntemiyle hesaplanmıştır (Nielsen & Martin, 1985). Kübik simetride üç bağımsız elastik sabit (C_{11}, C_{12}, C_{44}) bulunmaktadır ve mekanik kararlılık için Born ölçütleri şu şekildedir (Born & Huang, 1954; Mouhat & Coudert, 2014):

$$C_{11} - C_{12} > 0, \quad C_{11} + 2C_{12} > 0, \quad C_{44} > 0 \quad (3)$$

Polikristal bulk (B) ve kayma (G) modülleri Voigt (1928) üst sınırı ve Reuss (1929) alt sınırı üzerinden hesaplanmış, Hill (1952) ortalaması ile gerçekçi değerler elde edilmiştir:

$$B_V = B_R = (C_{11} + 2C_{12}) / 3, \quad G_V = (C_{11} - C_{12} + 3C_{44}) / 5 \quad (4)$$

$$G_R = 5(C_{11} - C_{12})C_{44} / [4C_{44} + 3(C_{11} - C_{12})], \quad X_H = (X_V + X_R) / 2 \quad (5)$$

Young modülü (E), Poisson oranı (ν), Zener anizotropi faktörü (A) ve evrensel anizotropi indeksi (A^U) şu bağıntılarla belirlenmiştir (Ranganathan & Ostoja-Starzewski, 2008; Zener, 1948):

$$E = 9BG / (3B + G), \quad \nu = (3B - 2G) / [2(3B + G)] \quad (6)$$

$$A = 2C_{44} / (C_{11} - C_{12}), \quad A^U = 5G_V/G_R + B_V/B_R - 6 \quad (7)$$

Kübik bir kristalde [hkl] doğrultusundaki Young modülü elastik uyum sabitleri (S_{ij}) cinsinden şöyle ifade edilir (Nye, 1985):

$$1/E_{hkl} = S_{11} - 2(S_{11} - S_{12} - S_{44}/2)(l_1^2 l_2^2 + l_2^2 l_3^2 + l_3^2 l_1^2) \quad (8)$$

Burada l_i doğrultu kosinüsleridir. Vickers sertliği Tian vd. (2012) modeliyle, kırılma tokluğu (K_{IC}) Niu vd. (2019) modeliyle, Debye sıcaklığı (θ_D) ise ortalama ses hızından (v_m) Anderson (1963) yöntemiyle hesaplanmıştır:

$$H_V = 0.92k^{1.137}G^{0.708} \quad (k = G/B), \quad \theta_D = (h/k_B)[(3n/4\pi)(N_A\rho/M)]^{1/3}v_m \tag{9}$$

Burada h Planck sabiti, k_B Boltzmann sabiti, n formül birimindeki atom sayısı, ρ yoğunluk ve M molar kütledir.

2.5. Elektronik ve Optik Özellikler

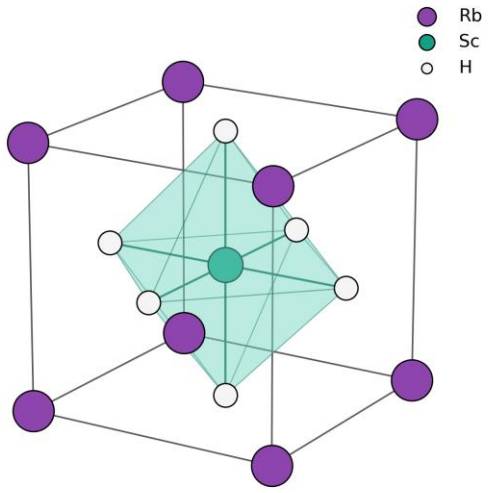
Elektronik bant yapısı, kübik Brillouin bölgesinin X–R–M–Γ–R yüksek simetri yolu boyunca (Setyawan & Curtarolo, 2010) hesaplanmış; toplam ve kısmi durum yoğunlukları (TDOS/PDOS) optimize yapı üzerinden elde edilmiştir. Optik özellikler kompleks dielektrik fonksiyon $\varepsilon(\omega) = \varepsilon_1(\omega) + i\varepsilon_2(\omega)$ üzerinden türetilmiştir. Sanal kısım $\varepsilon_2(\omega)$ dolu ve boş durumlar arasındaki geçiş matris elemanlarından, gerçek kısım $\varepsilon_1(\omega)$ Kramers–Kronig bağıntıları ile elde edilmiş; metalik sistemlerde bant içi geçişlerin katkısı Drude terimi ile dikkate alınmıştır (Saha vd., 2000). Soğurma katsayısı ve yansıtıcılık şu bağıntılarla hesaplanmıştır (Fox, 2010):

$$\alpha(\omega) = \sqrt{2}\,\omega\,[(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2)^{1/2} - \varepsilon_1]^{1/2}, \quad R(\omega) = |(\sqrt{\varepsilon(\omega)} - 1) / (\sqrt{\varepsilon(\omega)} + 1)|^2 \tag{10}$$

3. BULGULAR

3.1. Yapısal Özellikler ve Termodinamik Kararlılık

Geometri optimizasyonu, $RbScH_3$'ün *Pm*-3*m* uzay grubunda ideal kübik perovskit düzeninde kararlı olduğunu göstermiştir. Birim hücrede Rb atomu 1*a* (0, 0, 0), Sc atomu 1*b* (½, ½, ½) ve H atomları 3*c* (0, ½, ½) Wyckoff konumlarında bulunmaktadır; başka bir deyişle Rb atomları hücre köşelerinde, Sc hücre merkezinde, H atomları ise yüzey merkezlerindedir (Şekil 1). Bu düzende Sc atomu altı H atomu ile köşe paylaşımlı ScH_6 oktahedronları oluşturmakta, Rb atomu ise oktahedral ağın boşluklarında on iki H atomuyla koordine olmaktadır.



Şekil 1. $RbScH_3$ Bileşiğinin Kübik Perovskit Kristal Yapısı.

Denge örgü parametresi a = 4.2183 Å olarak elde edilmiştir; buna karşılık gelen birim hücre hacmi yaklaşık 75.06 $Å^3$'tür (Tablo 2). Bu geometriden Sc–H bağ uzunluğu $a/2 \approx 2.109$ Å, Rb–H uzaklığı ise $a/\sqrt{2} \approx 2.983$ Å olarak bulunmaktadır. Formül kütlesi (133.45 g/mol) ve hücre hacminden hesaplanan kuramsal yoğunluk yaklaşık 2.95 g/cm^3'tür. Hesaplanan oluşum enerjisi −0.2953 eV/atom olup negatif işareti, bileşiğin kurucu elementlerinden oluşumunun ekzotermik olduğunu ve yapının enerjetik olarak kararlı olduğunu göstermektedir. Oluşum enerjisinin negatif ancak aşırı büyük olmayan bir değer alması, depolama açısından da anlamlıdır; çok kararlı hidrürler hidrojeni ancak yüksek sıcaklıklarda salarken, orta düzeydeki kararlılık tersinir çevrim için daha elverişli koşullar sağlayabilir (Sakintuna vd., 2007).

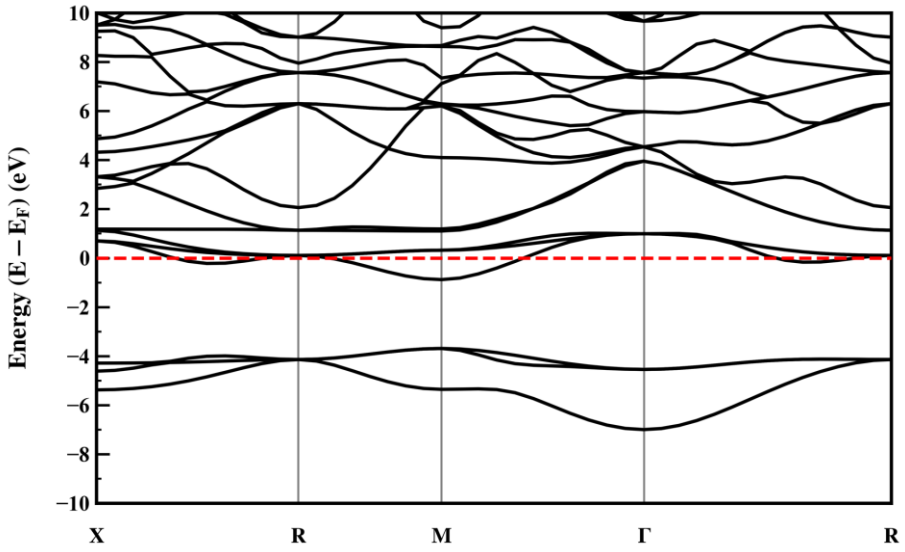
Tablo 2. $RbScH_3$ Bileşiğinin Optimize Edilmiş Yapısal Parametreleri.

Uzay grubu	Sistem	$a = b = c$ (Å)	$\alpha = \beta = \gamma$	V ($Å^3$)	ρ (g/cm^3)	E_f (eV/atom)
Pm-3*m* (221)	Kübik perovskit	4.2183	90°	75.06	2.95	−0.2953

Aynı hesaplama yaklaşımıyla incelenen izoyapısal $KScH_3$ bileşiğiyle karşılaştırıldığında (a = 4.1255 Å, E_f = −0.3391 eV/atom), A konumunda K yerine daha büyük iyonik yarıçaplı Rb bulunmasının örgü parametresini yaklaşık %2.2 artırdığı ve oluşum enerjisini daha az negatif hâle getirdiği görülmektedir. Örgünün genişlemesi Sc–H bağlarını uzatmakta (2.063 Å → 2.109 Å) ve bu durum aşağıda tartışılan elastik modüllerdeki hafif azalmayla uyumlu bir tablo ortaya koymaktadır.

3.2. Elektronik Bant Yapısı

$RbScH_3$'ün X–R–M–Γ–R yüksek simetri yolu boyunca hesaplanan elektronik bant yapısı Şekil 2'de verilmiştir; Fermi seviyesi 0 eV olarak alınmıştır. Birden fazla bandın Fermi düzeyini kestiği ve Fermi seviyesi civarında yasak enerji aralığı bulunmadığı açıkça görülmektedir; dolayısıyla bileşik metalik (iletken) karakterdedir. Fermi düzeyini kesen bantlar yaklaşık −0.9 ile +1.2 eV aralığında dağılmakta olup M noktası civarında Fermi seviyesinin altına inmekte (≈ −0.9 eV), Γ noktasında ise yaklaşık 1 eV üzerine çıkmaktadır.

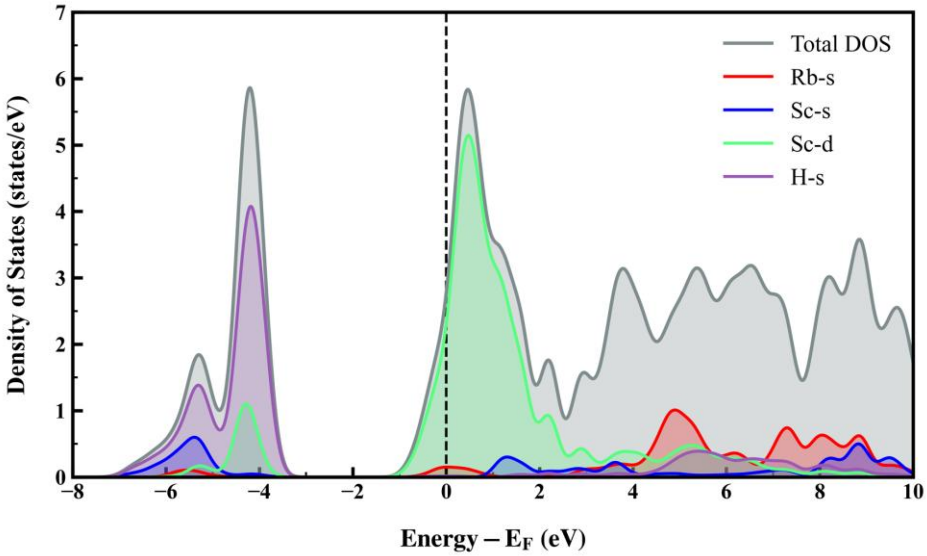


Şekil 2. *$RbScH_3$ Bileşiğinin Elektronik Bant Yapısı*

Yaklaşık −7.0 ile −3.7 eV arasında, Fermi civarındaki bantlardan belirgin bir enerji boşluğuyla ayrılmış yalıtılmış bir valans bandı grubu yer almaktadır. Bu grubun en düşük enerjisi Γ noktasında (≈ −7.0 eV), en yüksek enerjisi ise M noktasında (≈ −3.7 eV) bulunmaktadır. Bu bant grubu Sc–H bağlanma durumlarına karşılık gelmektedir. Fermi seviyesinin üzerinde, 2–10 eV aralığında ise yoğun ve iç içe geçmiş iletim bantları bulunmaktadır.

3.3. Durum Yoğunluğu

Toplam ve kısmi durum yoğunlukları Şekil 3'te sunulmuştur. Fermi seviyesinde sıfırdan farklı bir toplam durum yoğunluğunun (yaklaşık 2.7 durum/eV) bulunması, bant yapısından çıkarılan metalik karakteri doğrulamaktadır. Fermi seviyesi civarındaki durumlara baskın katkı Sc-*d* orbitallerinden gelmektedir; Sc-*d* PDOS'u Fermi düzeyinin hemen üzerinde (≈ 0.45 eV) yaklaşık 5.1 durum/eV değerinde keskin bir pik oluşturmaktadır.



Şekil 3. $RbScH_3$ Bileşiğinin Toplam ve Kısmi Durum Yoğunluğu (TDOS/PDOS).

Valans bandının alt bölgesinde (−7 ile −3.5 eV arası) H-*s* durumları baskındır ve −4.2 eV civarında toplam DOS'un bu bölgedeki en yüksek piki (≈ 5.9 durum/eV) gözlenmektedir. Aynı enerjide Sc-*d* (≈ 1.1 durum/eV), −5.4 eV civarında ise Sc-*s* katkılarının H-*s* ile örtüşmesi, Sc ile H arasında güçlü bir orbital hibritleşmesine, dolayısıyla kısmen kovalent karakterli bir Sc–H bağına işaret etmektedir. Rb-*s* durumlarının Fermi seviyesi civarındaki katkısı oldukça zayıftır; Rb katkıları esas olarak 4 eV'nin üzerindeki iletim bandında (≈ 4.9 ve ≈ 7.3 eV) belirginleşmektedir. Bu durum, Rb atomunun elektronunu yapıya vererek ağırlıklı olarak iyonik (Rb^+) davrandığını göstermektedir. Böylece $RbScH_3$'te iyonik Rb–H ve kısmen kovalent Sc–H etkileşimlerinin bir arada bulunduğu karma bir bağ mekanizması ortaya çıkmaktadır.

Gözlenen metalik karakter elektron sayımıyla da açıklanabilir. Rb^+ ve üç H^- iyonundan oluşan kapalı kabuklu bir yapı için B konumundaki katyonun +2 değerlikli olması gerekir. Sc ise üç değerlik elektronuna sahiptir; H^- iyonlarına aktarılamayan fazladan bir elektron boş Sc-3*d* bandına yerleşerek Fermi seviyesini bu bandın içine taşımaktadır. Bu nedenle $RbScH_3$'teki iletkenlik esas olarak kısmen dolu Sc-*d* bandından kaynaklanmaktadır; aynı mekanizma izoyapısal $KScH_3$ için de geçerlidir.

3.4. Elastik Sabitler ve Mekanik Kararlılık

Kübik $RbScH_3$ için hesaplanan elastik sertlik katsayıları ve Born kararlılık ölçütleri Tablo 3'te verilmiştir. C_{11} = 72.89 GPa, [100] doğrultusundaki boyuna gerinime karşı direnci; C_{44} = 30.16 GPa ise kayma gerinimine karşı direnci temsil etmektedir.

Tablo 3. $RbScH_3$ Bileşiğinin Elastik Sertlik Katsayıları ve Born Kararlılık Ölçütleri (GPa).

Büyüklük	Değer	Born ölçütü	Değer	Durum
$C_{11} = C_{22} = C_{33}$	72.89	$C_{11} - C_{12} > 0$	52.74	Sağlanıyor
$C_{12} = C_{13} = C_{23}$	20.15	$C_{11} + 2C_{12} > 0$	113.20	Sağlanıyor
$C_{44} = C_{55} = C_{66}$	30.16	$C_{44} > 0$	30.16	Sağlanıyor
Zener faktörü A	1.144	Cauchy basıncı $C_{12} - C_{44}$	−10.01	—

Üç Born ölçütünün de sağlanması, $RbScH_3$'ün sıfır basınç altında mekanik olarak kararlı olduğunu göstermektedir (Mouhat & Coudert, 2014). Elastik sabitlerden türetilen Cauchy basıncı ($C_{12} - C_{44}$) −10.01 GPa olarak negatiftir. Pettifor (1992) yaklaşımına göre negatif Cauchy basıncı, bağlanmada açısal (yönlü) karakterin baskın olduğunu ve gevrek davranışı işaret eder; bu sonuç DOS analizinde belirlenen Sc–H hibritleşmesiyle uyumludur. $KScH_3$ ile karşılaştırıldığında $RbScH_3$'ün C_{11} değeri belirgin biçimde düşük (82.35 → 72.89 GPa), C_{44} değeri ise biraz yüksektir (28.66 → 30.16 GPa). Örgü genişlemesi boyuna rijitliği azaltırken kayma rijitliğini koruyarak Zener faktörünü birimin altından (0.911) üstüne (1.144) taşımaktadır.

3.5. Polikristal Elastik Modüller ve Mekanik Davranış

Voigt, Reuss ve Hill yaklaşımlarıyla elde edilen polikristal elastik büyüklükler Tablo 4'te özetlenmiştir. Hill yaklaşımıyla elde edilen bulk modülü (B = 37.73 GPa), hacimsel sıkıştırmaya karşı orta düzeyde bir direnç ifade etmektedir; sıkıştırılabilirlik $\beta = 1/B$ = 0.0265 GPa^{-1}'dir. Kayma modülü (G = 28.58 GPa) ve Young modülü (E = 68.46 GPa) ise bulk modülüne göre görece yüksek bir kayma rijitliğine işaret etmektedir. Kübik sistemlerde $B_V = B_R$ olması beklenen bir sonuçtur; buna karşın G_V ile G_R arasındaki farkın yalnızca 0.12 GPa olması, kayma tepkisinin yöne neredeyse bağımsız olduğunu ve malzemenin yüksek elastik izotropisini doğrudan yansıtmaktadır.

Tablo 4. Voigt, Reuss ve Hill Yaklaşımlarıyla Elde Edilen Polikristal Elastik Büyüklükler.

Büyüklük	Voigt	Reuss	Hill
B (GPa)	37.73	37.73	37.73
G (GPa)	28.64	28.52	28.58
E (GPa)	68.58	68.34	68.46
B/G	1.32	1.32	1.32
ν	0.197	0.198	0.198
H_V (GPa)	7.23	7.17	7.20

Pugh (1954) ölçütüne göre $B/G > 1.75$ sünek, $B/G < 1.75$ gevrek davranışı işaret eder. $RbScH_3$ için bulunan $B/G = 1.32$ değeri kritik sınırın belirgin biçimde altındadır. Frantsevich vd. (1983) ölçütünde $\nu < 0.26$ gevrek malzemeleri karakterize eder ve hesaplanan $\nu = 0.198$ bu sınıflandırmayla uyumludur. Negatif Cauchy basıncı ile birlikte değerlendirildiğinde üç bağımsız ölçüt, $RbScH_3$'ün gevrek bir malzeme olduğunda birleşmektedir.

Tian vd. (2012) modeliyle hesaplanan 7.20 GPa'lık Vickers sertliği, $RbScH_3$'ü orta sertlikte bir malzeme olarak konumlandırmaktadır; yüksek G/B oranı (≈ 0.76) sertliği artıran başlıca etkendir. Niu vd. (2019) modeliyle elde edilen kırılma tokluğu $K_{IC} \approx 0.516$ MPa·m$^{1/2}$ ise gevrek karakterle tutarlı olarak düşüktür. Bu sonuç, bileşiğin depolama uygulamalarında çevrimsel hacim değişimlerine bağlı çatlak ilerlemesi açısından dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini; nano-yapılandırma ya da kompozit oluşturma gibi stratejilerin tokluğu iyileştirmede yararlı olabileceğini göstermektedir.

3.6. Elastik İzotropi ve Termoelastik Özellikler

Kübik bir kristalde Zener faktörü $A = 1$ tam izotropiyi temsil eder. $RbScH_3$ için hesaplanan $A = 1.144$ değeri birime yakındır. Tüm kristal sistemlerine uygulanabilen ve tam izotropide sıfır değerini alan evrensel anizotropi indeksi $A^U = 0.0216$ olarak elde edilmiştir (Ranganathan & Ostoja-Starzewski, 2008). Bu değerler, $RbScH_3$'ün pratik olarak elastik izotropik bir malzeme olduğunu açıkça göstermektedir. $RbScH_3$ bileşiğinin anizotropi ve termoelastik büyüklükleri Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. $RbScH_3$ Bileşiğinin Anizotropi ve Termoelastik Büyüklükleri.

Büyüklük	Değer	Büyüklük	Değer
$E_x = E_y = E_z = E[100]$ (GPa)	64.16	Zener faktörü A	1.144
$E[110]$ (GPa)	≈ 69.5	Evrensel indeks A^U	0.0216
$E[111]$ (GPa)	≈ 71.4	Debye sıcaklığı θ_D (K)	414.16
$\nu_{xy} = \nu_{xz} = \nu_{yz}$	0.217	Ortalama ses hızı v_m (m/s)	3431.65
Boyuna ses hızı v_l (m/s)	≈ 5069	Enine ses hızı v_t (m/s)	≈ 3112
Sıkıştırılabilirlik β (GPa^{-1})	0.0265	Kırılma tokluğu K_{IC} (MPa·m$^{1/2}$)	0.516

Kübik simetri gereği x, y ve z eksenleri boyunca Young modülleri (64.16 GPa) ve eksenel Poisson oranları (0.217) özdeştir; bu nedenle izotropinin asıl ölçüsü farklı kristalografik doğrultular arasındaki farktır. Denklem 8 ile hesaplanan doğrultusal Young modülleri $E[100] = 64.16$ GPa, $E[110] \approx 69.5$ GPa ve $E[111] \approx 71.4$ GPa olup en büyük ile en küçük değer arasındaki oran yalnızca yaklaşık 1.11'dir. $A > 1$ olması nedeniyle en rijit doğrultu [111] cisim köşegeni, en esnek doğrultu ise [100] eksenidir. Bu durum, $A < 1$ olan $KScH_3$'te

gözlenen sıralamanın tersidir. Her iki bileşikte de doğrultusal fark %11'in altında kaldığından, yön bağımsız mekanik tepki kaplama ve ince film uygulamaları için avantaj sağlamaktadır.

Debye sıcaklığı, örgü titreşimleri, ısı kapasitesi ve termal iletkenlikle yakından ilişkili temel bir parametredir (Anderson, 1963). $RbScH_3$ için elde edilen θ_D = 414.16 K ve v_m = 3431.65 m/s değerleri, $KScH_3$'e ait değerlerden (517.75 K ve 4195.60 m/s) belirgin biçimde düşüktür. Bu azalma, ağır Rb atomunun (85.47 g/mol, K için 39.10 g/mol) yoğunluğu artırması ve ses hızlarını düşürmesiyle açıklanabilir. Görece yüksek Debye sıcaklığı yine de güçlü atomlar arası kuvvetlere ve oda sıcaklığı civarında iyi bir örgü kararlılığına işaret etmektedir.

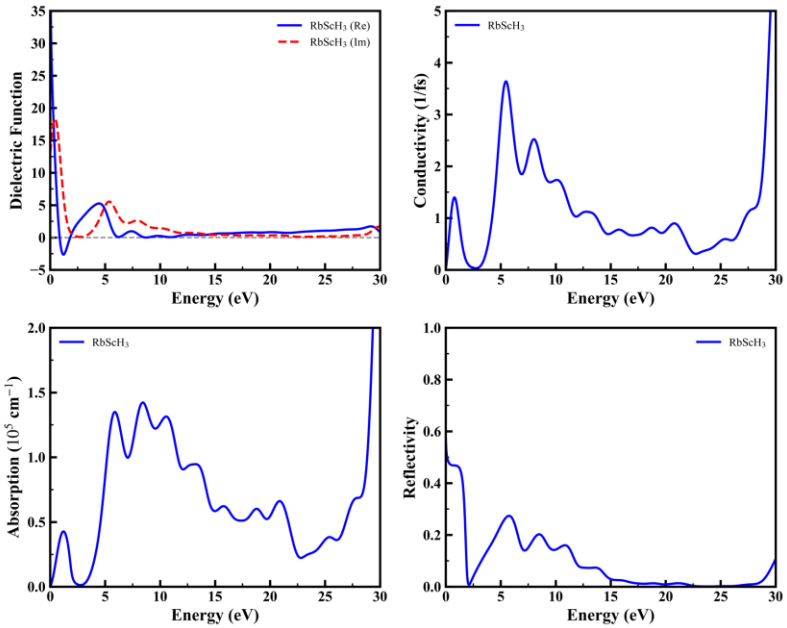
3.7. Optik Özellikler

$RbScH_3$'ün 0–30 eV aralığında hesaplanan dielektrik fonksiyonu, optik iletkenliği, soğurma katsayısı ve yansıtıcılığı Şekil 4'te verilmiştir. Dielektrik fonksiyonun gerçek kısmı $\varepsilon_1(\omega)$ sıfır frekans limitinde çok yüksek değerlere (≈ 35) ulaşmakta, enerji arttıkça hızla azalarak yaklaşık 1.1 eV'de negatif bir minimum (≈ −2.6) göstermektedir. $\varepsilon_1(\omega)$'nın düşük enerjilerde negatif değerler alması, serbest taşıyıcıların Drude tipi tepkisinin tipik bir göstergesidir ve metalik karakteri doğrulamaktadır (Fox, 2010). Sanal kısım $\varepsilon_2(\omega)$, düşük enerjide (≈ 0.4 eV) bant içi geçişlerden kaynaklanan belirgin bir pik, ≈ 5.3 eV ve ≈ 8 eV'de ise bant arası geçişlere karşılık gelen pikler sergilemektedir.

Optik iletkenlik, ≈ 0.8 eV'deki bant içi pikin ardından ≈ 5.4 eV'de en yüksek değerine ulaşmakta, ≈ 8.0 ve ≈ 10.2 eV'de de belirgin pikler göstermektedir. DOS ile birlikte değerlendirildiğinde bu pikler, esas olarak H-*s*/Sc-*d* karakterli valans durumlarından Sc-*d* ve Rb-*s* katkılı iletim durumlarına gerçekleşen geçişlere atfedilebilir. Soğurma katsayısı ≈ 1.2 eV'deki zayıf bant içi pikin ardından ≈ 3 eV civarında minimuma inmekte, ultraviyole bölgede ise hızla artarak ≈ 5.9, ≈ 8.4 ve ≈ 10.6 eV'de pikler oluşturmaktadır; en yüksek değer ≈ 8.4 eV'de yaklaşık 1.4×10^5 cm^{-1}'dir. Yaklaşık 28 eV'nin üzerinde gözlenen keskin artışın, daha derin yarı-çekirdek durumlarından kaynaklanan geçişlerle ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Yansıtıcılık sıfır frekansta yaklaşık 0.52 değerini almakta ve yaklaşık 1.8 eV'ye kadar ≈ 0.47 düzeyinde kalmaktadır. Yaklaşık 2 eV civarında yansıtıcılıkta gözlenen keskin düşüş, serbest taşıyıcıların plazma kenarına karşılık gelmektedir; bu enerjinin üzerinde malzeme gelen ışığa karşı giderek daha geçirgen hâle gelir. UV bölgesinde ≈ 5.8 eV'de ≈ 0.27 değerinde ikincil bir yansıtıcılık piki bulunmaktadır. Düşük enerjilerdeki yüksek yansıtıcılık ve plazma kenarının varlığı, bant yapısı ve DOS'tan elde edilen metalik karakterle tam bir uyum içindedir. $KScH_3$ ile karşılaştırıldığında spektrumların genel şeklinin korunduğu, ancak ana soğurma ve

iletkenlik piklerinin daha düşük enerjilere hafifçe kaydığı görülmektedir; bu durum Rb ikamesiyle örgünün genişlemesi ve bantların daralmasıyla uyumludur.



Şekil 4. $RbScH_3$ Bileşiğinin Optik Özellikleri.

3.8. Hidrojen Depolama Kapasitesi

Denklem 2 kullanılarak $RbScH_3$ için gravimetrik kapasite %2.27, hacimsel kapasite ise 66.57 g H_2/L olarak hesaplanmıştır. Tablo 6'da $RbScH_3$, aynı hesaplama yaklaşımıyla incelenen diğer hidrür bileşikleriyle karşılaştırılmıştır.

Tablo 6. Aynı Hesaplama Yaklaşımıyla İncelenen Hidrür Bileşiklerinin Karşılaştırılması.

Bileşik	Uzay grubu	Karakter	*B* (GPa)	*G* (GPa)	*B*/*G*	ν	A^U	H_2(ağ. %)
$LiMgH_3$	*R*3*c*	Yalıtkan (3.98 eV)	39.98	34.75	1.15	0.17	—	8.84
K_2BH_7	*C*2	Yalıtkan (6.03 eV)	8.97	4.92	1.82	0.27	3.62	10.41
$LiVH_5$	*P*4/*mmm*	Metalik	96.51	66.71	1.45	0.22	0.61	8.01
$LiVH_4$	*P*4/*mmm*	Metalik	85.27	41.49	2.05	0.29	0.88	6.51
$KScH_3$	*Pm*-3*m*	Metalik	40.41	29.75	1.36	0.20	0.010	3.45
$RbScH_3$ (bu çalışma)	*Pm*-3*m*	Metalik	37.73	28.58	1.32	0.198	0.022	2.27

$RbScH_3$'ün %2.27'lik gravimetrik kapasitesi, ağır Rb (85.47 g/mol) ve Sc (44.96 g/mol) atomlarının formül kütlesine yüksek katkısı nedeniyle tablodaki en düşük değerdir ve DOE'nin sistem düzeyindeki

gravimetrik hedefinin (%5.5) altında kalmaktadır. A konumunda Rb yerine K bulunması kapasiteyi %2.27'den %3.45'e çıkarmakta ve modülleri bir miktar artırmaktadır; bu da hafif alkali metallerin A konumunda kullanılmasının hem kapasiteyi hem de rijitliği iyileştirdiğini göstermektedir. Buna karşın 66.57 g H_2/L'lik hacimsel kapasite sıvı hidrojenin yoğunluğuna (≈ 70.8 g/L) yakın olup malzeme düzeyinde DOE hacimsel hedefinin (40 g H_2/L) belirgin biçimde üzerindedir (Züttel, 2003). Bu nedenle $RbScH_3$, kütle kısıtının ikincil, hacim kısıtının öncelikli olduğu durağan depolama uygulamaları için değerlendirilebilir.

Mekanik açıdan $RbScH_3$ ve $KScH_3$, $A^U \approx 0.01–0.02$ değerleriyle karşılaştırılan hidrür ailesinin en izotropik üyeleridir. $LiVH_5$ tüm modüllerde en rijit, K_2BH_7 ise en yüksek kapasiteye sahip fakat mekanik olarak en zayıf üyedir. Bu karşılaştırma, depolama kapasitesi ile mekanik dayanım arasında bir ödünleşim bulunduğunu ve $RbScH_3$'ün yüksek izotropi ve kafes bütünlüğü ile bu yelpazede kendine özgü bir konum edindiğini göstermektedir. Bileşiğin metalik iletkenliği ise depolama sırasında ısı ve yük transferini kolaylaştırabilecek olması bakımından ek bir avantaj sağlayabilir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kübik perovskit yapılı $RbScH_3$ hidrürünün yapısal, elektronik, mekanik, termoelastik ve optik özellikleri CASTEP kodu ile GGA-PBE çerçevesinde ilk ilkeler yöntemiyle incelendi. $RbScH_3$, *Pm*-3*m* uzay grubunda a = 4.2183 Å örgü parametresiyle kübik perovskit yapıda optimize edilmiştir. −0.2953 eV/atom'luk negatif oluşum enerjisi, bileşiğin enerjetik olarak kararlı olduğunu teyit etmektedir. Rb ikamesi, izoyapısal $KScH_3$'e göre örgü parametresini yaklaşık %2.2 artırmaktadır. Bant yapısı ve DOS analizleri, Fermi düzeyini kesen bantlar ile sıfırdan farklı Fermi seviyesi DOS'u nedeniyle bileşiğin metalik karakterde olduğunu göstermiştir. Fermi seviyesindeki baskın katkı Sc-*d* orbitallerinden gelmekte; valans bandının alt bölgesinde H-*s* ile Sc-*d* orbitalleri güçlü biçimde hibritleşmektedir. Rb ağırlıklı olarak iyonik davranmaktadır. Elastik sabitler (C_{11} = 72.89, C_{12} = 20.15, C_{44} = 30.16 GPa) kübik Born kararlılık ölçütlerini sağlamaktadır. Hill yaklaşımıyla B = 37.73 GPa, G = 28.58 GPa ve E = 68.46 GPa elde edilmiştir. B/G = 1.32, ν = 0.198 ve negatif Cauchy basıncı, $RbScH_3$'ün gevrek bir malzeme olduğunu tutarlı biçimde ortaya koymaktadır. Vickers sertliği 7.20 GPa, kırılma tokluğu 0.516 MPa·$m^{1/2}$'dir. A = 1.144 ve A^U = 0.0216 değerleri ile doğrultusal Young modülleri arasındaki yaklaşık %11'lik sınırlı fark, bileşiğin pratik olarak elastik izotropik olduğunu göstermektedir. Debye sıcaklığı 414.16 K, ortalama ses hızı 3431.65 m/s olarak hesaplanmıştır. Optik spektrumlar düşük enerjide Drude tipi metalik tepki, sıfır frekansta ≈ 0.52 yansıtıcılık, ≈ 2 eV'de plazma kenarı ve 5–12 eV UV bölgesinde ≈ 1.4 × 10^5 cm^{-1} düzeyinde yüksek soğurma sergilemektedir. $RbScH_3$, %2.27 gravimetrik ve 66.57 g H_2/L hacimsel hidrojen depolama kapasitesine sahiptir. Gravimetrik kapasite ağır katyonlar nedeniyle sınırlı kalsa da yüksek

hacimsel kapasite, mekanik kararlılık ve elastik izotropi, bileşiği özellikle durağan depolama uygulamaları için ilgi çekici kılmaktadır. Gelecek çalışmalarda fonon dağılımı hesaplamalarıyla dinamik kararlılığın doğrulanması, hidrojen desorpsiyon entalpisinin ve difüzyon bariyerlerinin belirlenmesi, daha hafif katyonlarla kısmi ikame yoluyla gravimetrik kapasitenin artırılması ve bulguların deneysel sentez çalışmalarıyla sınanması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada sunulan sayısal hesaplamalar TÜBİTAK ULAKBİM Yüksek Başarım ve Grid Hesaplama Merkezi (TRUBA) kaynakları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu çalışma, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (OKÜBAP) tarafından OKÜBAP-2026-YPDP-001 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Katkı ve desteklerinden ötürü TÜBİTAK ULAKBİM'e ve Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi BAP Birimi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Anderson, O. L. (1963). A simplified method for calculating the Debye temperature from elastic constants. *Journal of Physics and Chemistry of Solids, 24*(7), 909–917. https://doi.org/10.1016/0022-3697(63)90067-2

Born, M., & Huang, K. (1954). *Dynamical theory of crystal lattices*. Clarendon Press.

Clark, S. J., Segall, M. D., Pickard, C. J., Hasnip, P. J., Probert, M. I. J., Refson, K., & Payne, M. C. (2005). First principles methods using CASTEP. *Zeitschrift für Kristallographie – Crystalline Materials, 220*(5–6), 567–570. https://doi.org/10.1524/zkri.220.5.567.65075

Fox, M. (2010). *Optical properties of solids* (2nd ed.). Oxford University Press.

Frantsevich, I. N., Voronov, F. F., & Bokuta, S. A. (1983). *Elastic constants and elastic moduli of metals and insulators: Handbook*. Naukova Dumka.

Goldschmidt, V. M. (1926). Die Gesetze der Krystallochemie. *Die Naturwissenschaften, 14*(21), 477–485. https://doi.org/10.1007/BF01507527

Hill, R. (1952). The elastic behaviour of a crystalline aggregate. *Proceedings of the Physical Society. Section A, 65*(5), 349–354. https://doi.org/10.1088/0370-1298/65/5/307

Hohenberg, P., & Kohn, W. (1964). Inhomogeneous electron gas. *Physical Review, 136*(3B), B864–B871. https://doi.org/10.1103/PhysRev.136.B864

Ikeda, K., Kogure, Y., Nakamori, Y., & Orimo, S. (2005). Reversible hydriding and dehydriding reactions of perovskite-type hydride $NaMgH_3$. *Scripta Materialia, 53*(3), 319–322. https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2005.04.014

Kohn, W., & Sham, L. J. (1965). Self-consistent equations including exchange and correlation effects. *Physical Review, 140*(4A), A1133–A1138. https://doi.org/10.1103/PhysRev.140.A1133

Mazloomi, K., & Gomes, C. (2012). Hydrogen as an energy carrier: Prospects and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16*(5), 3024–3033. https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.028

Monkhorst, H. J., & Pack, J. D. (1976). Special points for Brillouin-zone integrations. *Physical Review B, 13*(12), 5188–5192. https://doi.org/10.1103/PhysRevB.13.5188

Mouhat, F., & Coudert, F.-X. (2014). Necessary and sufficient elastic stability conditions in various crystal systems. *Physical Review B, 90*(22), Article 224104. https://doi.org/10.1103/PhysRevB.90.224104

Nielsen, O. H., & Martin, R. M. (1985). Quantum-mechanical theory of stress and force. *Physical Review B, 32*(6), 3780–3791. https://doi.org/10.1103/PhysRevB.32.3780

Niu, H., Niu, S., & Oganov, A. R. (2019). Simple and accurate model of fracture toughness of solids. *Journal of Applied Physics, 125*(6), Article 065105. https://doi.org/10.1063/1.5066311

Nye, J. F. (1985). *Physical properties of crystals: Their representation by tensors and matrices*. Oxford University Press.

Orimo, S., Nakamori, Y., Eliseo, J. R., Züttel, A., & Jensen, C. M. (2007). Complex hydrides for hydrogen storage. *Chemical Reviews, 107*(10), 4111–4132. https://doi.org/10.1021/cr0501846

Perdew, J. P., Burke, K., & Ernzerhof, M. (1996). Generalized gradient approximation made simple. *Physical Review Letters, 77*(18), 3865–3868. https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.77.3865

Pettifor, D. G. (1992). Theoretical predictions of structure and related properties of intermetallics. *Materials Science and Technology, 8*(4), 345–349. https://doi.org/10.1179/mst.1992.8.4.345

Pfrommer, B. G., Côté, M., Louie, S. G., & Cohen, M. L. (1997). Relaxation of crystals with the quasi-Newton method. *Journal of Computational Physics, 131*(1), 233–240. https://doi.org/10.1006/jcph.1996.5612

Pugh, S. F. (1954). Relations between the elastic moduli and the plastic properties of polycrystalline pure metals. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 45*(367), 823–843. https://doi.org/10.1080/14786440808520496

Ranganathan, S. I., & Ostoja-Starzewski, M. (2008). Universal elastic anisotropy index. *Physical Review Letters, 101*(5), Article 055504. https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.101.055504

Reuss, A. (1929). Berechnung der Fließgrenze von Mischkristallen auf Grund der Plastizitätsbedingung für Einkristalle. *ZAMM – Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik, 9*(1), 49–58. https://doi.org/10.1002/zamm.19290090104

Saha, S., Sinha, T. P., & Mookerjee, A. (2000). Electronic structure, chemical bonding, and optical properties of paraelectric $BaTiO_3$. *Physical Review B, 62*(13), 8828–8834. https://doi.org/10.1103/PhysRevB.62.8828

Sakintuna, B., Lamari-Darkrim, F., & Hirscher, M. (2007). Metal hydride materials for solid hydrogen storage: A review. *International Journal of Hydrogen Energy, 32*(9), 1121–1140. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2006.11.022

Sato, T., Takagi, S., Deledda, S., Hauback, B. C., & Orimo, S. (2016). Extending the applicability of the Goldschmidt tolerance factor to arbitrary ionic compounds. *Scientific Reports, 6*, Article 23592. https://doi.org/10.1038/srep23592

Schlapbach, L., & Züttel, A. (2001). Hydrogen-storage materials for mobile applications. *Nature, 414*(6861), 353–358. https://doi.org/10.1038/35104634

Segall, M. D., Lindan, P. J. D., Probert, M. J., Pickard, C. J., Hasnip, P. J., Clark, S. J., & Payne, M. C. (2002). First-principles simulation: Ideas, illustrations and the CASTEP code. *Journal of Physics: Condensed Matter, 14*(11), 2717–2744. https://doi.org/10.1088/0953-8984/14/11/301

Setyawan, W., & Curtarolo, S. (2010). High-throughput electronic band structure calculations: Challenges and tools. *Computational Materials Science, 49*(2), 299–312. https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2010.05.010

Tian, Y., Xu, B., & Zhao, Z. (2012). Microscopic theory of hardness and design of novel superhard crystals. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, 33*, 93–106. https://doi.org/10.1016/j.ijrmhm.2012.02.021

U.S. Department of Energy. (t.y.). *DOE technical targets for onboard hydrogen storage for light-duty vehicles*. Erişim adresi: https://www.energy.gov/eere/fuelcells/doe-technical-targets-onboard-hydrogen-storage-light-duty-vehicles

Vanderbilt, D. (1990). Soft self-consistent pseudopotentials in a generalized eigenvalue formalism. *Physical Review B, 41*(11), 7892–7895. https://doi.org/10.1103/PhysRevB.41.7892

Voigt, W. (1928). *Lehrbuch der Kristallphysik*. B. G. Teubner.

Zener, C. (1948). *Elasticity and anelasticity of metals*. University of Chicago Press.

Züttel, A. (2003). Materials for hydrogen storage. *Materials Today, 6*(9), 24–33. https://doi.org/10.1016/S1369-7021(03)00922-2

TÜRKİYE ELEKTRİK ŞEBEKESİ İÇİN YAPAY ZEKA DESTEKLİ ARAÇTAN ŞEBEKEYE (V2G) OPTİMİZASYON STRATEJİLERİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ ENTEGRASYONU

Y.L. Öğr. Özge ALKAN[1]/ Dr. Öğr. Üyesi Ayşe BİLGEN AKSOY[2]/ Doç.Dr. Mustafa Akkaya[2]

[1]Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, 2540033009@cbu.edu.tr, 0009-0008-0670-1883

[2]Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, aysebilgen.aksoy@cbu.edu.tr, 0000-0001-5456-4627

[2]Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, mustafa.akkaya@cbu.edu.tr, 0000-0002-8690-921X

ÖZET

Bu çalışmada, akıllı şebeke 2.0 altyapısını kullanarak elektrikli araç (EA) filolarının sanal santral tarafından işletilmesine yardımcı olan, yapay zeka destekli bir araçtan şebekeye (V2G) optimizasyonun Türkiye elektrik şebekesi için geliştirilen modelidir. Çalışmada, TÜİK verilerine göre trafiğe kaydını yaptırmış elektrikli araç sayısını referans almış olup, V2G modeline %15 gönüllü katılım oranı ile araç başına 60kWh otalama batarya kapasitesi ve 11 kW şarj/deşarj gücü varsayımlarıyla bir elektrikli araç filosunu temsil etmektedir. Kullanıcı tarafından oluşan belirsizlikler ise Monte Carlo simülasyonu ve araçların saatlik şebekeye bağlanma profilleri incelenerek modellenmiştir. Ayrıca batarya ömrünü korumak ve menzil kaygısını gidermek amacıyla %30 asgari şarj durumu, %80 şarj durumu da ayrılış koşulu ile kısıt olarak tanımlanmıştır. Elektrikli araçların şarj fiyat tahmini için Random Forest ile çok değişkenli LSTM modelleri karşılaştırıldı, fakat en başarılı modelde bile R^2 değerinin %50 düzeyinde olması nedeniyle tahmine dayalı yaklaşımların VPP modelinde hesaplanan maliyet hesaplarının ticari risk taşıması sebebiyle EPİAŞ Şeffaflık Platformu'ndan API aracılığıyla saatlik gerçek fiyat değerleri Piyasa Takas Fiyatı (PTF) ve Kesinleşmiş Günlük Üretim Programı (KGÜP) verileri amaç fonksiyonu olarak işlenmiştir. Amaç fonksiyonu, dağıtım bedeli, KDV ve BTV dahil şarj maliyetlerini etkileyen faktörleri ve batarya degradasyon cezasını minimuma düşürerek V2G satış ve primer frekans kontrolü (PFK) rezerv gelirini en üst seviyeye çıkartmaktadır. Yenilenebilir enerji üretim payı %50'yi geçtiğinde kullanılan" Yeşil Enerji Oranı" teşviği ile kısıtlanma riski taşıyan elektrikli araç filosunu bataryalarında depolanmıştır. Sonuç olarak, Türkiye'nin net sıfır karbon hedeflerine katkı sunan, kullanıcının konforunu düşünen ve optimizasyonun şebeke yükünü azalttığı gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Araçtan şebekeye (V2G), Yenilenebilir enerji entegrasyonu, akıllı şebeke, Enerji Verimliliği.

AI-POWERED VEHICLE-TO-GRID (V2G) OPTIMIZATION STRATEGIES AND RENEWABLE ENERGY INTEGRATION FOR THE TURKISH ELECTRICITY GRID

ABSTRACT

This study examines an artificial intelligence supported vehicle to grid (V2G) optimization model developed for the Turkish electricity grid, which worked with virtual power plants operate electric vehicle (EV) fleets using the Smart Grid 2.0 infrastructure. The study uses the number of registered electric vehicles according to the TURKSTAT data as a reference and represents an electric vehicle fleet with the assumptions of a %15 voluntary participation rate in the V2G model, an average battery capacity of 60 kWh per vehicle, and a charging/discharging power of 11 kW. User generated uncertainties are modelled by examining Monte Carlo simulations and hourly grid connection profiles of vehicles. In addition, to protect the battery health and car range problem defined a restriction about a minimum state of charge 30% and departure condition of 80% state of charge. Random Forest and multivariate LSTM models were compared for electric vehicle charging price forecasting; however, since even the most successful model achieved an R^2 value of approximately 50%, and the forecast based approaches posed commercial risk due to the cost calculations in the VPP model, hourly actual price values, namely Market Clearing Price (MCP), an Finalized Daily Production Schedule (FDPP) data were obtained through the API of the EPİAŞ Transparency Platform and processed in the objective function. The objective function maximizing the factors affecting charging costs, including distribution fees, special consumption tax and VAT with a battery degradation penalty. With the “Green Energy Ratio” incentive applied when the renewable energy generation share exceeds 50%, the electric vehicle fleet which faces curtailment risk, is stored in its batteries. As a result, it has been demonstrated that the optimization reduces the grid load while considering user comfort and contributing to Türkiye’s net-zero carbon targets.

Keywords: Vehicle to Grid (V2G), Renewable energy integration, Smart grid, Energy efficiency.

1. INTRODUCTION

With rapid population growth, the demand for energy is increasing day by day. This global increase leads to climate change, excessive carbon dioxide emissions, and the rapid depletion of fossil fuels (Shariff et al., 2019; Tan et al.., 2016). The transportation and energy production and energy production sectors, which are among the major consumers of energy resources, contribute significantly to these environmental impacts (Hoehne & Chester, 2016; Sortomme & El-Sharkawi, 2011). The transition from internal combustion engine vehicles to electric vehicles through electrification has provided significant economic and environmental advantages (Habib et al., 2015; Shariff et al., 2019). Electric vehicles can exist in several forms. Battery Electric Vehicles commonly known as fully electric vehicles operate entirely on high-capacity batteries. Many other types of electric vehicles can be developed using fully electric or hybrid which have a small battery charged with regenerative braking. Rather than considering electric vehicles solely as battery-powered, they can also be utilized within smart grid systems for Vehicle to Grid (V2G) applications (Hoehne & Chester, 2016, Shariff et al., 2019). Through this, vehicles not only for transportation it is also used for energy storage units to be demonstrating their potential for dual functionality (Hoehne & Chester, 2016).

Managing the charging demands of all vehicles without overloading the grid has led to the development of "Smart Grid" systems (Habib et al., 2015; Kuşdoğan, Ş.2026). Smart grid systems have ability to work with decentralized and self-healing system enhanced by Artificial Intelligence (AI), the Internet of Things (IoT), and advanced reliable communication technologies. In this system, users can act as both producers and consumers, bidirectional interaction of both energy and data, thereby creating a more resilient power system (Kaygusuz, t.y.; Mishra & Singh, 2023). Within the Smart Grid framework, electric vehicles are considered as a large, readily available energy storage network. One of the reason for viewing these vehicles as storage resources is statistical data indicates that the average vehicle is used for only about 5% of the day, while it remains parked and unused for the rest of the time (Bibak & Tekiner-Mogulkoc, 2021).

V2G technology is fundamentally based on bidirectional power and energy flow. It means that electric vehicles not only to draw energy from the grid from charging but also to discharge the stored energy back to grid when required. One of these services, "Active Power Support" allows EVs to supply power to the grid during peak demand periods, thereby reducing demand while charging their batteries during off-peak hours.

Another service, "Reactive Power Compensation" enables bidirectional EV charges to inject or absorb reactive power through DC-link capacitors to regulating grid voltage and improving power quality. This process protects battery degradation when it does not require active power exchange from battery (Kuşdoğan, Ş.2026). While

V2G technology offers flexibility and support for smart grids, it can also occur technical, environmental and economic challenges.

The increase in electric vehicle contributes the uncontrolled and highly charging accumulating after returning from work. Without smart charging regulations in V2G systems, this can be conduct to transformer overload, voltage imbalance, harmonic pollution, and a dramatic increase in overall power losses. Since the V2G systems are bidirectional charging and discharging cycles, for examples, during V2G operation draining the battery (Deep DoD) significantly increases wear and tear. If the revenue from selling to the grid is higher than the current wear and tear cost of the battery, the V2G operation is performed; otherwise, the system refuses to sell electricity to conserve battery life. Since the electricity drawn form grid comes from fossil fuel power plants and is then returned to the grid, V2G systems can increase greenhouse gas emissions. Therefore, for the sustainability of V2G systems, charging operations should be directly coordinated with periods of excess energy production from renewable energy sources such as wind and solar, and electric vehicle fleet should be effectively used as mobile green energy buffers (Hu et al., 2016). Like many other countries, Turkey has been rapidly advancing in the transition to electric vehicles. In particular, the domestically produced electric vehicle TOGG has played a significant role in encouraging the adoption of environmentally friendly EVs. According to the Energy Market Regulatory Authority (EPDK) September 2025 statistics, the total number of registered electric vehicles (Evs) in the country reached 321,710. With the increasing number of vehicles, the charging infrastructure has also expanded considerably. As of September 2025, there are 35,002 public charging sockets across Turkey, of which 19,992 are Alternating Current (AC) sockets and 15,010 are Direct Current (DC) fast-charging sockets. The data provided by EPDK offers valuable insights for analysing energy consumption patterns and grid operations. In September 2025 alone, the total electricity consumption by Ev's reached approximately 46.9 GWh, with a total of 2,240,151 charging sessions recorded. The average electricity consumption per charging session was calculated as 20.95 kWh. Although AC chargers are more numerous than DC chargers, 84.50% of total electricity consumption occurred at DC fast-charging stations, while AC stations accounted for only 15.50%. This indicates a strong preference for fast charging. According to EPDK, 62.14% (approximately 29.16 GWh) of the total electricity consumed by Ev's in September 2025 was supplied by "Green Charging Stations."

These stations are officially certified with the Renewable Energy Guarantee of Origin (YEK-G), ensuring that the electricity is fully generated from renewable sources. The increasing prevalence of green stations highlights Turkey's commitment to zero-emission targets and demonstrates its suitability for V2G strategies.

1.1. Theoretical Framework

The implementation of Vehicle-to-Grid (V2G) and smart charging systems requires standardized physical interfaces and communication protocols between vehicles and charging infrastructure. Global organizations such as International Electrotechnical Commission (IEC) and Society of Automotive Engineers (SAE) play a crucial role (Habib et al., 2015). Two main connector standards dominate the V2G market. CHAdeMO, developed by Japanese manufacturers, was the first global standard to officially support and commercialize bidirectional V2G power flow. Combined Charging System (CCS) integrates both AC and DC pins into a single connector and has become the mandatory standard in Europe (Habib et al., 2015). It is rapidly evolving its architecture to fully support V2G capabilities, making it one of the most future-proof solutions for smart grids (Kuşdoğan, Ş., 2017). the ISO/IEC 15118 standard establishes communication between the vehicle and the charging station (Shi, 2025). By enabling the "Plug and Charge" feature, it allows automatic vehicle identification, secure billing, and, most importantly, the management of bidirectional V2G power transfer based on grid demands. While ISO 15118 governs communication between the vehicle and the charger, IEC 61850 and OCPP are used to connect charging stations (EVSE) to central grid operators or Fleet Operators (FO) (Hu et al., 2016). For example, commands such as "discharge 10 kW now to prevent a blackout" can be executed through these systems. These bidirectional chargers consist of advanced power electronics, including an AC-DC bidirectional rectifier and a DC-DC converter, controlled by sophisticated algorithms to ensure precise grid synchronization and voltage regulation. Furthermore, since V2G operation can accelerate battery degradation, advanced Battery Management Systems (BMS) are required to monitor parameters such as state of charge (SOC), temperature, and internal resistance, thereby minimizing battery wear and ensuring reliable operation.

2. METHODOLOGY

A digital twin is a virtual copy that provides real-time monitoring, simulation, and predictive analytics optimization of batteries, charging stations, and grid infrastructure (Al-Shetwi et al., 2025). This simulation used in systems like V2G provide a virtual environment that can train and test itself using artificial intelligence (AI) and energy management algorithms, without experiencing physical risks or overloads on the grids (Costa & Del Papa, 2025). The application of these tests in the V2G system, reflecting real-world conditions, depends on predicting the stochastic (random and probabilistic) behaviour of vehicle owners. To overcome the limitations of deterministic models and capture the randomness of large-scale EA fleets, Monte Carlo simulation is commonly used to generate thousands of random scenarios, providing a highly realistic, synthetic dataset that accurately represents the fleet's charging and discharging potential (Shi, 2025). In this study,

instead of micro-scale modelling, a Virtual Power Plant (VPP) method has been adopted which is a fixed hourly availability profile, to make V2G integration feasible in large-scale grids. The existing EV fleet in Türkiye is considered not as independent parts filtered by voluntary participation rate, but as a massive, single battery pool integrated into the grid, managed by a single central algorithm. In the algorithm, to determine the number of vehicles used in the study was calculated using TurkStat data which showed 370,591 electric vehicles in Turkey, and a 15% voluntary participation rate in the V2G system was estimated which approximately 55,589. At 60 kWh per vehicle, the corresponding nominal battery pool is 3,335.3 MWh (3.34 GWh), while an 11 kW per-vehicle AC power limit gives a theoretical fleet power limit of 611.5 MW.

Table 1.VPP Fleet Characteristics

Parameter	**Assumptions**
Registered EVs used for VPP sizing	370,591 (TURKSTAT 2026)
Voluntary V2G participation	15%
Equivalent active V2G fleet	55,588.65 ≈ 55,589 EVs (integer code implementation: 55,588)
Average battery capacity	60 kWh/EV
Nominal aggregated battery capacity	3,335.3 MWh ≈ 3.34 GWh
Maximum AC charge/discharge power	11 kW/EV
Theoretical fleet power limit	611.5 MW
SOC safety / departure targets	Minimum 30% SOC; departing fraction ≥80% SOC
Theoretical 30–80% SOC energy band	1,667.7 MWh ≈ 1.67 GWh
Charge / discharge efficiency	$\eta_{charge} = 0.95$; $\eta_{discharge} = 0.95$; round-trip ≈ 90.25%

To minimize the uncertainties created by stochastic human behaviour, the system's available energy capacity is constrained by hourly "Availability Profile" sequences. Based on standard household travel surveys and mobility trends in Türkiye, this profile defines a capacity constraint for the LP engine: vehicles remain connected to the grid at night (e.g., 00:00-07:00) at a high rate (80-90%), and this connection rate sharply decreases (to around 30%) with the start of working hours (08:00-15:00) (Bibak & Tekiner-Mogulkoc, 2021). The optimization model physically prevents the battery charge level of plugged-in vehicles from falling below a defined lower limit (in this study, accepted as %30), regardless of how high energy prices are. Therefore, the system; By joining the morning traffic, it detects the mass of vehicles leaving the grid and ensures, as a strict mathematical target, that only this "departing mass" takes with them a battery capacity of at least 80% upon departure. Second one is the degradation intensity of battery, voltages during charging and discharging are

factors that reduce battery life. Battery degradation was included into the decision-making process by adding a penalty parameter to the objective function. This parameter of battery degradation depends on the amount of power drawn from the battery, the cycle frequency, and most importantly, the depth of discharge. However, this depreciation cost is fixed by 500TL/MWh of V2G discharge to evaluate for the effect for each car status. This value is used in only as an optimization parameter not a detailed electrochemical battery ageing model. Charging and discharging efficiencies are assumed as 95%, which idealized round-trip efficiency of 90.25%, together with the defined distribution charge, taxes and ancillary service pricing assumption. Within the established AI simulation, a two-layer strategy was developed that combines "Predictive Machine Learning" and "Real-Time API Data Stream". This strategy integrates real -time data from EPİAŞ to obtain energy generation data (EXIST/EPİAŞ, 2026), while aiming to maximized system response time and grid compatibility. In the first layer, the system analyses future price trends using historical Market Clearing Price (MCP) data with a Predictive Model via Random Forest. In the other layer, financial decisions in the V2G system are directly integrated into the EPİAŞ market database. During the optimization process, for each hour (t), it combines the AI/API prices, the calculated green energy ratio, and the dynamic connection percentage of the fleet to create a 24-hour "VPP Strategy Matrix". In this matrix, when the share of renewable energy in grid production exceeds 50% (Green Incentive Threshold), the optimization algorithm defines a significant tariff reduction of 75% for the fleet to prevent curtailment. Thanks, the strategic matrix is passed to a Linear programming (LP) model, which determines when vehicles will draw energy from grid, when they will discharge, and how much reserve will be allocated for Primary Frequency Control (PFC).

Building upon the findings of the previous stage, the deterministic Linear Programming (LP) model is formulated with the PuLP solver) (Mitchell, & O'Sullivan, 2011). interface and solved with the CBC solver (Forrest & Lougee-Heimer, 2005). The primary objective function is defined as maximizing the revenue from V2G injection and Primary Frequency Control (PFC) capacity allocations while minimizing total system costs (including raw charge costs, distribution network charges, and statutory taxes). If a mathematically feasible optimal solution is achieved, the algorithm outputs a high-resolution hourly dispatch matrix specifying exact fleet charging currents, V2G discharge volumes, and upward/downward PFC reserve commitments. It can be described as a mathematical formalization, for each hour t, the decision variables are charging power $P_{ch,t}$, V2G discharge power $P_{dis,t}$, fleet energy $E_{t,}$ upward reserve $R_{up,t}$, and downward reserve $R_{down,t.}$ The final PuLP/CBC formulation minimizes the following hourly net cost (Sortomme & El-Sharkawi, 2012; Pavić et al., 2023)

$$minJ = \Sigma_t \left[P_{ch}, t \cdot C_{buy}, t * -P_{dis}, t \cdot C_{sell}, t * -\left(R_{up}, t + R_{down}, t\right) \cdot C_{PFC} \right]$$

where,

$$C_{PFC} = \frac{450TL}{MW}$$

, where the effective V2G selling value defined.

$$\text{and } C_{sell}, t *= MCP_t - 500 + s_t \cdot 2000$$

, and $C_{buy,t}*$ is the taxed purchase price plus the same grid-stress shadow-price term.

$$C_{buy}, t *= C_{buy}, t + s_t \cdot 2000 \text{ and } C_{buy}, t = [(MCP_t \cdot (1 + 0.05) + 800) \cdot (1 + 0.20)]$$

and is multiplied by 0.25 when the hypothetical 75% green incentive is active. The stress term $s_t \cdot 2000$ TL/MWh is a non-cash optimization shadow price used to prioritize grid support. The principal constraints implemented in final optimization model are:

Charging and reserve capacity constraint: $P_{ch}, t + R_{down}, t \leq P_{max} \cdot a_t$

Discharging and reserve capacity constraint: $P_{dis}, t + R_{up}, t \leq P_{max} \cdot a_t$

Fleet energy balance: $E_{t+1} = E_t + 0.95 \cdot P_{ch}, t - P_{dis}, t/0.95 - E_{depart}, t$, where the charging and discharging efficiencies 95% is represent the assumed battery conversion efficiency.

The energy departure term is defined as: $E_{depart}, t = E_{nom} \cdot max(0, a_{t-1} - a_t) \cdot 0.80$, where the 80% is the leaving target SOC.

The reserve security constraints ensure that sufficient energy remains available:

$$E_t - \left(R_{up}, t \cdot 0.25\right)/0.95 \geq 0.30 \cdot E_{nom}$$

$$E_t + (R_{down}, t \cdot 0.25) \cdot 0.95 \leq 0.95 \cdot E_{nom}$$

$$E_{24} \geq 0.50 \cdot E_{nom}$$

These equations represent the model implemented in the final code. Instead of using binary viables the hypothetical 75% discount makes the purchase price lower than the selling price which model can charge and discharge in the same hour. The 80% departure requirement is represented through $E_{depart,t}$, while the remaining connected fleet is allowed to operate flexibly above the 30% emergency reserve. The reported V2G energy covers only the hours dispatched as discharge. For future work adding more specific constrains is made the work exclusivity. Finally, the schematic of processes is shown in below.

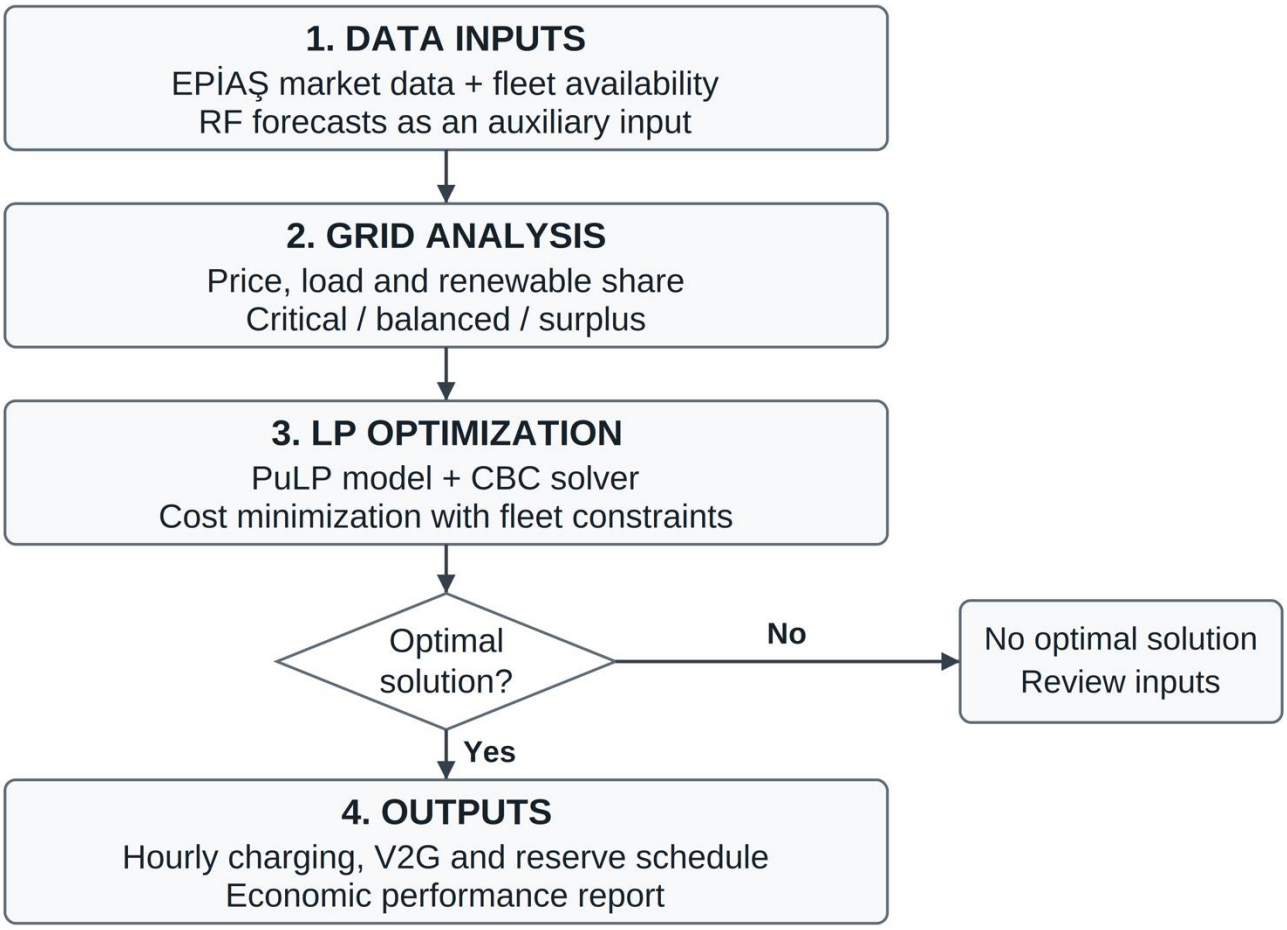


Figure 1: Schematic of Process

3. RESULTS

To determine the strategy, four different artificial intelligence models were compared, and the best R^2 value, Mean Absolute Error (MAE), and learning time values were considered for future price prediction. The AI performance results show that the Overfitted Random Forest has the highest R^2 which is 50.85% and the lowest MAE (8.99 USD/MWh) while the Lagged Random Forest reaches 49.38% as shown in Table 2. Therefore, the Lagged Random Forest is not described as the most accurate model. Its practical advantage is that it provides nearly the same test accuracy while training in 24.38 s, compared with 98.9 s for the overfitted model; the latter is approximately 4.06 times slower and carries a higher risk of fitting noise. The LSTM reaches R^2 = 32.09% and MAE = 10.87 USD/MWh in the retained test output. Because no tested forecasting model exceeds approximately 51% R^2 in the retained table, finalized EPİAŞ market data are preferred for the final dispatch stage whenever they are available.

Table 2. AI Test Result

AI Model	MAE (Error Rate - USD/MWh)	R^2 Score	Training Time (sec)
Baseline Random Forest	19.12	17.62	6.17
Lagged Random Forest	9.08	49.38	24.38
Overfitted Random Forest	8.99	50.85	98.9
LSTM	10.87	32.09	22.28

The analytical fleet calculation gives approximately 55,589 participating EVs, 3.34 GWh of nominal battery capacity, and a 611.5 MW theoretical fleet power limit. The practical instantaneous limits are lower because the hourly connection fraction scales the available fleet. For example, 30%, 80%, and 90% availability correspond to approximately 183.4 MW, 489.2 MW, and 550.3 MW of instantaneous fleet power, respectively. These values make clear that the VPP is not assumed to expose its full 611.5 MW capability at every hour. The V2G simulation results can show in Table 3. It should be note that, the schedule charges changed by in every 24h so it is not efficient to assume for 24h result.

Table 3: Reported 24-h VPP Dispatch Scenario

Time	MCP	Load (MW)	Renew. Share	Grid	VPP Action	Reported Reserve (MW)	SOC
29 Sep 18:00	3974	44,550	59%	High	Charge +379.1	79.5	46
29 Sep 19:00	4057	45,017	59%	High	Discharge -489.2	489.2	31
29 Sep 20:00	3292	43,895	59%	Nominal	Charge +489.2	112.4	33
29 Sep 21:00	3449	42,112	60%	Nominal	Charge +489.2	0	31
29 Sep 22:00	2300	39,865	60%	Nominal	Charge +489.2	180.3	36
29 Sep 23:00	2100	38,339	61%	Nominal	Charge +489.2	489.2	50
30 Sep 00:00	2599	35,881	62%	Nominal	Discharge -489.2	-489.2	34
30 Sep 01:00	2128	34,135	62%	Low	Charge +309.4	+519/-210	43
30 Sep 02:00	1933	32,763	63%	Low	Charge +550.3	550.3	59
30 Sep 03:00	1300	31,803	64%	Low	Charge +550.3	550.3	74
30 Sep 04:00	1556	31,498	63%	Low	Charge +519.7	519.7	85
30 Sep 05:00	2100	32,161	61%	Low	Charge +489.2	489.2	95
30 Sep 06:00	2695	33,146	60%	Nominal	Charge +366.9	366.9	89
30 Sep 07:00	2100	35,767	60%	Low	Charge +244.6	244.6	80
30 Sep 08:00	4000	41,466	63%	High	Discharge -183.4	-183.4	67
30 Sep 09:00	3903	43,409	65%	High	Discharge -183.4	-183.4	61
30 Sep 10:00	3244	43,938	66%	Nominal	Discharge -183.4	-183.4	55
30 Sep 11:00	2849	44,688	66%	Nominal	Charge +120.1	-93.9	52
30 Sep 12:00	2078	42,923	67%	Nominal	Charge +214.0	214.0	58
30 Sep 13:00	2126	43,436	66%	Nominal	Charge +183.4	183.4	59
30 Sep 14:00	2300	44,332	66%	Nominal	Charge +183.4	183.4	64
30 Sep 15:00	2526	44,257	65%	Nominal	Charge -244.6	244.6	71
30 Sep 16:00	3370	44,330	62%	Nominal	Discharge -305.7	-305.7	62
30 Sep 17:00	4100	44,424	59%	High	Discharge -366.9	-305.7	50

An analysis of the results confirms that the algorithm issues V2G discharge commands only when the unit profit exceeds the cost of battery degradation; conversely, when price margins are insufficient to prevent financial loss and preserve battery health. Additionally, it was observed that the hourly dispatch profiles generated by the decision-making mechanism complied with all boundary conditions, ensuring user comfort and network security. In the code 24-hour run output, the fleet charged mainly between 01:00 and 07:00, when MCP was 1,300-2,700 TL/MWh. It discharged in seven hours, six of them with MCP above 3,200 TL/MWh. Additionally fleet SOC never fell below 31%. Also, renewable energy contribution between 18,802 MW to 28,892 MW with the ratios are 59% to 67%. Because every hour exceeds the 50% threshold, the 75% discount applied to all hours, so charging times followed MCP and fleet availability rather than renewable share.

Table 4 summarizes the daily accounting quantities reconstructed from the code output. The AI price forecasts were not used for dispatch because of their R^2 stayed near 51%, the run uses finalized EPİAŞ prices. Under the 75% hypothetical green-charging discount, the schedule draws 6,311.8 MWh for charging and returns 2,201.3 MWh through V2G. Therefore, net energy shift is 4,110.5 MWh. Economically, the daily charging cost (≈6.22 million TL) incorporates the hourly Market Clearing Price (MCP), grid fees, taxes, and a 75% green-charging discount. Conversely, the system generates revenue through V2G energy sales (≈7.84 million TL) directly linked to hourly MCPs, and PFC capacity payments (≈3.34 million TL) calculated at 450 TL/MW for the 7,433.0-MWh total reserve commitment. After deducting the fixed 500 TL/MWh battery degradation cost (≈1.10 million TL), the net operational margin reaches ≈4.64 million TL/day, equating to an average of ≈69.4 TL per participating EV.

Table 4: Reconstructed 24-h Economic and Grid KPIs

Metric	24h Results
Grid energy used for charging	6,311.8 MWh/day
V2G energy returned to the grid	2,201.3 MWh/day
Maximum V2G discharge power	489.2 MW
Maximum single reported PFC reserve	550.3 MW
Average combined reported reserve	309.7 MW
Sum of hourly reserve commitments	7,433.1 MW·h
Charging-energy cost at 75% green-discount scenario	≈6.22 million TL/day
Gross V2G energy-sales revenue	≈7.84 million TL/day
Battery-degradation charge (500 TL/MWh)	≈1.10 million TL/day
PFC capacity revenue (450 TL/MW assumption)	≈3.34 million TL/day
Scenario operational margin*	≈4.64 million TL/day
Scenario operational margin per participating EV*	69.4 TL/day
Net grid-to-fleet energy shift (charge − V2G)	4,110.5 MWh/day
Illustrative gross carbon equivalent at 0.45 tCO_2/MWh	≈2,840 tCO_2/day

**Operational margin is a scenario accounting result, not a guarantee of profitability. It excludes capital expenditure, aggregator overhead, market-participation/transaction fees, charger and communication-system costs, financing, and other real-world costs not represented in the supplied model.*

The integration of electric vehicles with sustainable energy acts as a critical buffer in the decarbonization process. All hourly renewable shares in the reported 24-hour table exceed the 50% scenario threshold, so all 6,311.8 MWh of scheduled charging is classified as renewable-aligned charging within the model. Applying the study's illustrative factor of 0.45 kg CO_2/kWh (0.45 tCO_2/MWh) to gross charging volume gives approximately 2,840 tCO_2/day for as a carbon-equivalent scenario indicator. After subtracting 2,201.3 MWh of V2G energy returned to the grid, the net grid-to-fleet energy shift is 4,110.5 MWh/day at the grid interface, corresponding to a net energy carbon-equivalent of 1,850tCO_2/day. Simulation calculations based on the Turkish grid average (with a factor of 0.45 kg CO_2/kWh) showed that the multiplying the net grid too fleet energy by this factor gives about 1,850 tCO_2/day. This is an illustrative indicator only, because no baseline scenario was defied.

To test vehicle infrastructure processes, the success of managing random human behaviour at the grid scale was observed through optimization scenarios via Monte Carlo simulation to apply a fix availability factor. The

autonomous algorithm integrated into the system analysed the time users spent in the parking lot, using vehicles as a collective energy provider (V2G) during hours of grid overload; and during nighttime hours when the load was less, it simultaneously charged the vehicles to reach their target charge levels. In conclusion, the model run the fleet as a single battery resource. During peak demand periods and provides distribution operators with a reliable reserve capacity for Primary Frequency Control (PFC). Most importantly, these results are representing the scenario, not evidence that grid collapse was avoided. The requirements of departure and 30% minimum SOC held in all for 24 hours. No probabilistic test was run; the model uses a set hourly availability profile.

4. DISCUSSION, CONCLUSION, AND RECOMMENDATIONS

It is demonstrated that the worked study's primary contribution based on integrating fleet availability, battery safety constraints, V2G energy arbitrage, PFC reserve allocation, renewable energy signals, and EPİAŞ market data into a single macro-scale optimization framework. As a result of the simulation of refined AI comparison does not support the claim that the Lagged Random Forest model achieves the highest accuracy; instead, while the Overfitted Random Forest model delivers slightly better test metrics, the Lagged model offers a comparable error level with shorter training times and a reduced risk of overfitting noise. This difference supports the use for AI as a backup or predictive layer rather than solely as an input for reconciliation.

The use of finalized market data eliminates price forecasting errors at the dispatch stage. However, this does not guarantee profitability, nor does it imply zero transaction or operating costs. The 24-hour accounting reconstruction indicates positive operating margins for the tested assumptions, though the result is particularly sensitive to the hypothetical green charging incentive. To simplify calculations, the battery model employs a fixed degradation cost of 500 TL/MWh, ensuring the optimization remains linear and repeatable. This approach does not account for battery-specific degradation costs associated with factors such as C-rate, chemical composition, calendar aging, and non-linear depth-of-discharge (DoD) effects. Similarly, charge and discharge efficiencies are treated as fixed parameters (95% each). Future studies should evaluate the sensitivity of degradation and efficiency using manufacturer specifications or field-calibrated data.

The renewable energy approach should likewise be treated as a scenario analysis. The 75% discount does not correspond to an existing Turkish tariff and should be defined as a hypothetical demand-response incentive. In future work, the dispatch schedule should be re-optimized separately for incentive levels of 0%, 25%, 50%, and 75%, with a comparison of both system costs and user revenue. Regarding environmental assessment, the current study can report the amount of charging compatible with renewable energy and the resulting illustrative

carbon-equivalent calculation; however, up-to-date, Türkiye-specific grid data is required to make a definitive claim regarding avoided emissions.

Finally, a separate robustness test for the stochastic component is necessary before making claims regarding probabilistic reliability. While the development code incorporates Monte Carlo prototypes, the final national-scale deployment utilizes a deterministic hourly availability profile. Future work should conduct a large-scale repeated scenario study incorporating documented arrival/departure distributions, initial SOC distributions, random seed control, confidence intervals, SOC violation statistics, and departure target success rates. Field validation using ISO 15118/OCPP-compliant bidirectional chargers will constitute the next step in evaluating real-world implementation.

In conclusion, the integration of electric vehicles into the Turkish grid has presented a macro-level Virtual Power Plant (VPP) optimization area addressing load distribution, environmental sustainability, and economic profitability issues. The decision support mechanism, built on market data from the EPAİŞ Transparency platform and Monte Carlo vehicle usage scenarios, has demonstrated to fixed hourly availability, considering the daily needs of electric vehicle owners and the wear and tear on battery life. Based on the results of the study, it has been concluded that deterministic mathematical optimisations (PuLP/CBC) enhanced with API infrastructures providing direct EPİAŞ prices removes forecast error from the dispatch stage. Furthermore, the decision mechanism can suggest that the price-driven dispatch can schedule fleet charging around market and renewable energy sources. If these results support the Türkiye’s net zero emission aims, it needs to be set a baseline comparison and a Turkey specific emission factor. Future studies examining regulatory incentive mechanisms that will enable vehicle owners to participate in this system, and digital communication standards such as ISO 15118/OCPP, through field tests, will greatly contribute to the full implementation of the Smart Grid 2.0 vision on a national scale.

REFERENCES

A. Q. Al-Shetwi, I. E. Atawi, M. A. El-Hameed, and A. Abuelrub, "Digital twin technology for renewable energy, smart grids, energy storage and vehicle-to-grid integration: Advancements, applications, key players, challenges and future perspectives in modernising sustainable grids," *IET Smart Grid*, vol. 8, no. 1, Art. no. e70026, 2025, doi: 10.1049/stg2.70026.

B. Bibak and H. Tekiner-Mogulkoc, "Influences of vehicle to grid (V2G) on power grid: An analysis by considering associated stochastic parameters explicitly," *Sustain. Energy, Grids Netw.*, vol. 26, Art. no. 100429, 2021, doi: 10.1016/j.segan.2020.100429.

Y.-H. Chien and I.-Y. L. Hsieh, "Enhancing urban energy resilience: Vehicle-to-grid (V2G) strategies within electric scooter battery swapping ecosystems," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 118, Art. no. 106004, 2025, doi: 10.1016/j.scs.2024.106004.

M. Costa and G. Del Papa, "Digital twins for intelligent vehicle-to-grid systems: A multi-physics EV model for AI-based energy management," *Appl. Sci.*, vol. 15, no. 15, Art. no. 8214, 2025, doi: 10.3390/app15158214.

Energy Exchange Istanbul (EXIST/EPİAŞ), "Transparency platform: Market clearing price (MCP), load estimation plan, and daily production plan datasets," 2026. Accessed: Sep. 29, 2026. [Online]. Available: https://seffaflik.epias.com.tr

Energy Market Regulatory Authority (EPDK), *Electric Vehicle and Charging Infrastructure Statistics—September 2025*. Ankara, Türkiye, 2025.

J. Forrest and R. Lougee-Heimer, "CBC user guide," in *Emerging Theory, Methods, and Applications*. INFORMS, 2005, pp. 257–277, doi: 10.1287/educ.1053.0020.

S. Habib, M. Kamran, and U. Rashid, "Impact analysis of vehicle-to-grid technology and charging strategies of electric vehicles on distribution networks—A review," *J. Power Sources*, vol. 277, pp. 205–214, 2015, doi: 10.1016/j.jpowsour.2014.12.020.

C. G. Hoehne and M. V. Chester, "Optimizing plug-in electric vehicle and vehicle-to-grid charge scheduling to minimize carbon emissions," *Energy*, vol. 115, pp. 646–657, 2016, doi: 10.1016/j.energy.2016.09.057.

J. Hu, H. Morais, T. Sousa, and M. Lind, "Electric vehicle fleet management in smart grids: A review of services, optimization and control aspects," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 56, pp. 1207–1226, 2016, doi: 10.1016/j.rser.2015.12.014.

A. Kaygusuz and S. E. Hamamcı, *Her Yönüyle Gelecek Nesil Akıllı Şebeke 2.0: Optimizasyon, Haberleşme, Kontrol ve Enerji Yönetimi Yaklaşımları*, n.d.

Ş. Kuşdoğan, *Akıllı Şebekelere Elektrikli Araçların Entegrasyonu ve Taşıttan Şebekeye V2G Uygulamaları*, 2017.

P. Mishra and G. Singh, "Energy management systems in sustainable smart cities based on the Internet of Energy: A technical review," *Energies*, vol. 16, no. 19, Art. no. 6903, 2023, doi: 10.3390/en16196903.

S. Mitchell, M. O'Sullivan, and I. Dunning, *PuLP: A Linear Programming Toolkit for Python*. Auckland, New Zealand: Dept. Eng. Sci., Univ. Auckland, 2011. [Online]. Available: https://optimization-online.org/2011/09/3178/

I. Pavić, H. Pandžić, and T. Capuder, "Electric vehicle aggregator as an automatic reserves provider in the European market setting," *arXiv preprint arXiv:2012.11158*, 2020, doi: 10.48550/arXiv.2012.11158.

S. M. Shariff, D. Iqbal, M. Saad Alam, and F. Ahmad, "A state of the art review of electric vehicle to grid (V2G) technology," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 561, no. 1, Art. no. 012103, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/561/1/012103.

C. Shi, "Research on the energy storage capacity substitution effect of electric vehicle V2G in industrial parks based on Monte Carlo simulation," in *Proc. 2025 IEEE 3rd Int. Conf. Sensors, Electronics and Computer Engineering (ICSECE)*, 2025, pp. 1267–1273, doi: 10.1109/ICSECE65727.2025.11256957.

E. Sortomme and M. A. El-Sharkawi, "Optimal charging strategies for unidirectional vehicle-to-grid," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 2, no. 1, pp. 131–138, 2011, doi: 10.1109/TSG.2010.2090910.

E. Sortomme and M. A. El-Sharkawi, "Optimal scheduling of vehicle-to-grid energy and ancillary services," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 3, no. 1, pp. 351–359, 2012, doi: 10.1109/TSG.2011.2164099.

K. M. Tan, V. K. Ramachandaramurthy, and J. Y. Yong, "Integration of electric vehicles in smart grid: A review on vehicle to grid technologies and optimization techniques," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 53, pp. 720–732, 2016, doi: 10.1016/j.rser.2015.09.012.

Turkish Statistical Institute (TURKSTAT), "Road motor vehicles statistics: Trafiğe kayıtlı otomobillerin yakıt cinsine göre dağılımı," *TURKSTAT Central Dissemination System*, 2026. Accessed: Jun. 17, 2026. [Online]. Available: https://data.tuik.gov.tr

DERIN PEKIŞTIRMELI ÖĞRENME İLE ELEKTRIKLI ARAÇ BATARYA PAKETLERI İÇIN ÇOK AMAÇLI TERMAL YÖNETIM OPTIMIZASYONU: KAVRAMSAL BIR ÇERÇEVE

Y. L. Öğr. Hatice ÖZTÜRK[1] / Doç. Dr. Mustafa AKKAYA[2]

[1] Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, uralhatice03@gmail.com

[2] Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, mustakkaya678@gmail.com ,

0000-0002-8690-921X

ÖZET

Elektrikli araçlarda (EV) kullanılan lityum iyon bataryalar için sıcaklık kontrolü, enerji verimliliği ve kullanım ömrü, kritik performans ölçütleri arasında yer almaktadır. Bu çalışma kapsamında, lityum iyon bataryaların çalışma sıcaklığı aralığı yaklaşık 25–40 °C olarak kabul edilmektedir; güvenli sıcaklık sınırları ise standart hücre kimyasına ilişkin kılavuzlar doğrultusunda 0–60 °C olarak tanımlanmaktadır. Hedeflenen çalışma sıcaklığı aralığından sapmalar, fiziksel ve elektrokimyasal bozulmayı hızlandırabilir, bataryanın kullanım ömrünü kısaltabilir ve aşırı ısınma koşullarında termal kaçak riskini ve buna bağlı güvenlik tehlikelerini artırabilir. Bu çalışma, karmaşık ve dinamik sürüş koşulları altında batarya termal yönetimi (BTMS) için derin pekiştirmeli öğrenme (DRL) tabanlı, çok amaçlı bir kavramsal çerçeve sunmaktadır. Önerilen mimari; DRL tabanlı bir kontrolcü, sensörler ve soğutma aktüatörlerinden oluşmaktadır. Bu mimari, batarya sıcaklığı, soğutma sisteminin enerji tüketimi, sıcaklık dağılımının homojenliği ve batarya ömrü gibi birden fazla amacı eş zamanlı olarak dikkate alması bakımından, Oransal-İntegral-Türev (PID) kontrolü gibi geleneksel geri beslemeli kontrol yaklaşımlarından ayrılmaktadır. Bu çalışmada geliştirilen kavramsal ve hesaplamalı çerçeve, soğutma sisteminin enerji gereksinimini azaltmayı ve sıcaklık kaynaklı bozulmayı sınırlamayı hedeflerken batarya sıcaklığını verimli bir çalışma aralığında tutmayı amaçlamaktadır. Kararlı eğitim özellikleri ve sürekli kontrol problemlerine uygunluğu nedeniyle, DRL algoritması olarak Proksimal Politika Optimizasyonu (PPO) seçilmiştir.

Anahtar kelimeler: Enerji verimliliği, Çok amaçlı optimizasyon, Yakınsal Politika Optimizasyonu (PPO).

MULTI-OBJECTIVE THERMAL MANAGEMENT OPTIMIZATION OF ELECTRIC VEHICLE BATTERY PACKS USING DEEP REINFORCEMENT LEARNING: A CONCEPTUAL FRAMEWORK

ABSTRACT

Temperature regulation, energy efficiency, and service life are among the critical performance considerations for lithium-ion batteries used in electric vehicles (EVs). The operating temperature range of lithium-ion batteries is commonly considered to be approximately 25-40 °C in the context of this study (with safety limits defined between 0°C and 60°C based on standard cell chemistry guidelines). Deviations from the desired operating range can accelerate physical and electrochemical degradation, reduce battery service life and under excessive heating conditions, increase the risk of thermal runaway, and associated safety hazards. This study presents a Deep Reinforcement Learning (DRL)-based multi-objective conceptual framework for battery thermal management (BTMS) under complex and dynamic driving conditions. The proposed architecture comprises a DRL-based controller, sensors, and cooling actuators. It is distinguished from conventional feedback-control approaches, such as Proportional-Integral-Derivative (PID) control, by simultaneously considering multiple objectives including battery temperature, cooling-system energy consumption, thermal uniformity and battery lifetime. The conceptual and computational framework developed in this study is intended to maintain battery temperature within an efficient operating range while aiming to reduce the energy demand of the cooling system and limit temperature-induced degradation. Proximal Policy Optimization (PPO) is selected as the DRL algorithm because of its stable training characteristics and suitability for continuous control problems.

Keywords: Energy Efficiency, Multi-Objective Optimization, Proximal Policy Optimization (PPO).

1. INTRODUCTION

The increasing global emphasis on reducing carbon emissions has accelerated the development and adoption of alternative transportation technologies. Hybrid and electric vehicles represent important approaches for reducing the environmental impact of the transportation sector (Kaba et al., 2021). However, the restricted optimal operating-temperature range of lithium-ion battery packs makes vehicle safety, efficiency and service life strongly dependent on effective BTMS. Battery thermal management is particularly important because battery temperature affects electrochemical performance, degradation rate, charging, and discharging behavior, and safety (Huang et al., 2022). Therefore, a thermal management controller must respond to changing operating conditions while balancing potentially conflicting objectives (Wei et al., 2022). Conventional control strategies may primarily target temperature regulation, whereas a DRL-based framework can formulate the control problem as a multi-objective sequential decision-making task (Yang et al., 2023).

In this paper, a conceptual framework for a unified control architecture is proposed to coordinate battery temperature regulation, cooling-system energy consumption, thermal uniformity and battery lifetime considerations based on the multi-objective perspective. The framework is composed of sensor feedback, a DRL-based controller and cooling actuators for thermal management under different driving conditions (Spitthoff et al., 2021). The proposed approach does not consider temperature regulation as a stand-alone control objective, but rather accounts for the trade-off between maintaining a suitable thermal environment and limiting the energy required to achieve it. Battery lifetime is also considered as a long-term consideration aiming at reducing exposure to thermal conditions that are related to degradation. In this framework, we use Proximal Policy Optimization (PPO) as the learning algorithm for continuous cooling control. The proposed formulation aims to relate the observed battery thermal state and cooling actions via a reward structure that captures the competing management objectives (Schulman et al., 2017). Special emphasis is laid on the consistent definition of these objectives and the incorporation of specified thermal constraints into the control problem. The contribution of this study is to provide a conceptual and computational basis for future implementation and evaluation, rather than to demonstrate experimentally verified performance improvements. Validation in the future should assess the trade-offs produced under representative operating conditions and compare the proposed controller with conventional strategies, using consistent evaluation criteria.

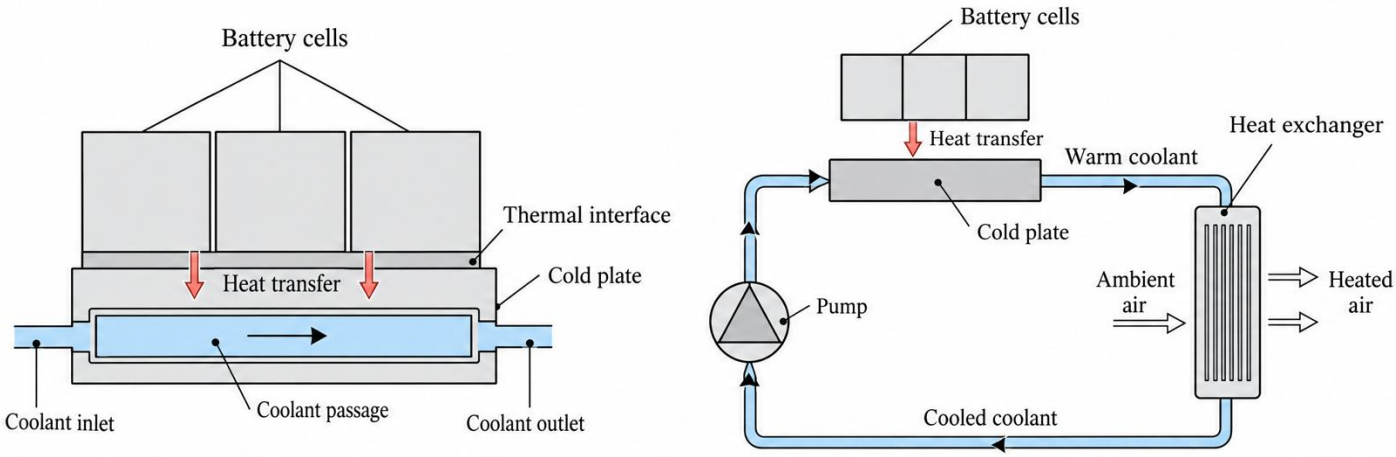
2. METHODOLOGY

2.1 Deep Reinforcement learning

Deep Reinforcement learning (DRL) combines reinforcement learning (RL) with deep neural networks. It enables an agent to learn decision-making strategies by interacting with an environment and maximizing a reward signal (Bingol, 2022). In reinforcement learning, the agent performs actions in an environment and receives rewards or penalties in response. Through repeated interaction, the agent learns a policy that maps observed system states to appropriate actions (Kompas, 2024). The integration of deep neural networks enables reinforcement-learning algorithms to operate in relatively high-dimensional state spaces and to approximate complex policies and value functions (Yang et al., 2023). In the present application, the DRL agent uses battery thermal and electrical-state information to determine appropriate cooling actions. The learning process is based on trial and error, allowing the agent to improve its control policy through interaction with the simulated battery thermal-management environment (Huang et al., 2022).

2.2 Electric Vehicles and Battery Systems

Electric vehicles use one or more electric motors instead of internal-combustion engines and store energy in rechargeable battery systems. The principal characteristics considered in this study include the conversion of stored electrical energy into mechanical energy, rechargeable operation through AC/DC charging infrastructure the absence of tailpipe emissions during operation, regenerative braking and comparatively reduced mechanical maintenance requirements (Kaba et al., 2021). As shown in Fig. 1, heat is transferred from the battery cells to the coolant through a cold plate. The coolant is circulated in the heat exchanger by a pump.



(a) Cold-plate cross-section (b) Coolant circuit

Fig. 1. Schematic of an indirect liquid cooled battery thermal management system: (a) cross-section of a cold-plate showing heat transfer from battery cells to coolant; (b) coolant circuit with pump, cold-plate and heat exchanger.

2.3 Battery Cooling Systems

Battery cooling systems are essential for maintaining the performance, safety and service life of battery packs, particularly in electric vehicles and large-scale energy-storage applications. Based on the mechanism used to remove heat from battery cells, cooling approaches can be broadly classified into four categories (Murugan et al., 2025):

- Air cooling
- Liquid cooling
- Phase-change-material (PCM)cooling
- Refrigerant cooling

Fig. 2 shows three different battery cooling configurations, forced-air cooling, indirect liquid cooling with a cold plate and single-phase immersion cooling with a dielectric fluid.

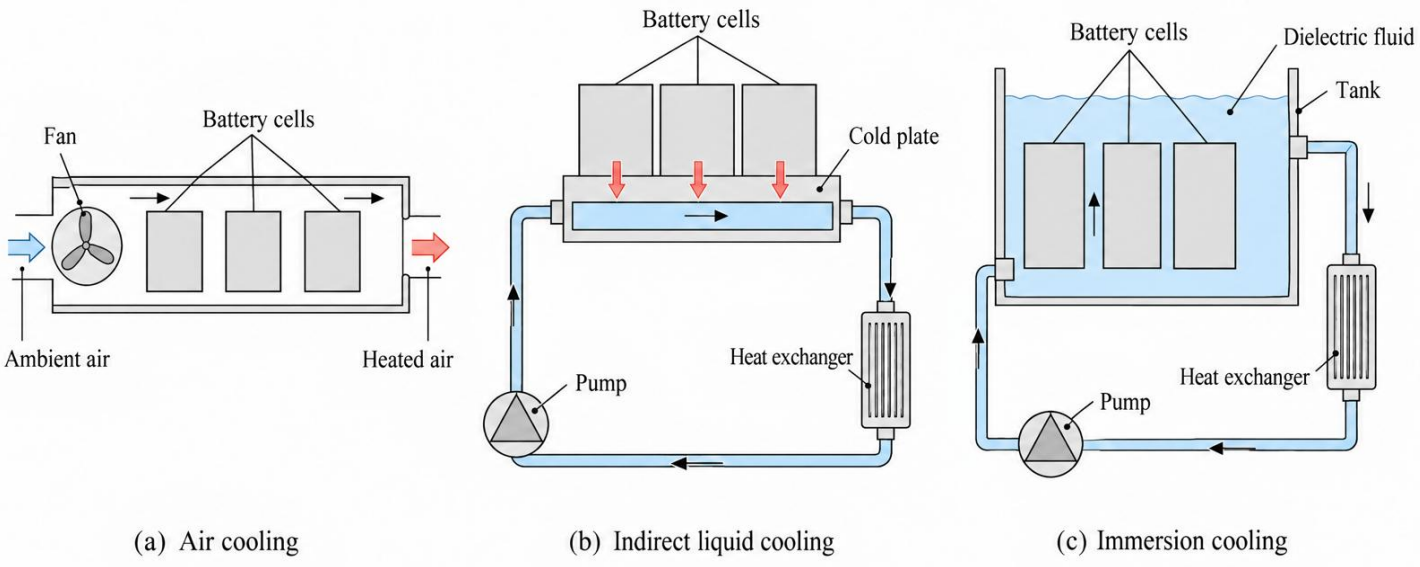


Fig. 2. Schematic diagrams of battery cooling techniques: (a) forced-air cooling; (b) indirect liquid cooling with a cold plate; and (c) single-phase immersion cooling using circulating dielectric fluid.

Among liquid-cooling approaches, cold-plate systems are widely employed in modern electric vehicles. In a typical configuration, serpentine-shaped hollow aluminum or copper channels are positioned beneath the battery modules. A water-ethylene glycol mixture can be circulated through these channels by a pump. The coolant absorbs heat generated by the cells and is subsequently directed to a radiator, where heat is rejected to the ambient environment before the coolant is returned to the battery pack (Cheng et al., 2024).

2.4 Nanoparticle-Enhanced Cooling

Nanoparticle-enhanced cooling is based on the use of nanofluids. Conventional coolants such as water or ethylene glycol have finite heat-transfer capabilities. Nanofluids seek to improve thermal transport by dispersing very small solid particles, typically on the order of 1-100 nm, within a base fluid. The resulting changes in thermophysical properties can potentially enhance heat-transfer performance (Wankhede et al., 2025). Fig. 3 selected examples of metal oxide nanoparticles, metallic nanoparticles and carbon-based nanomaterials.

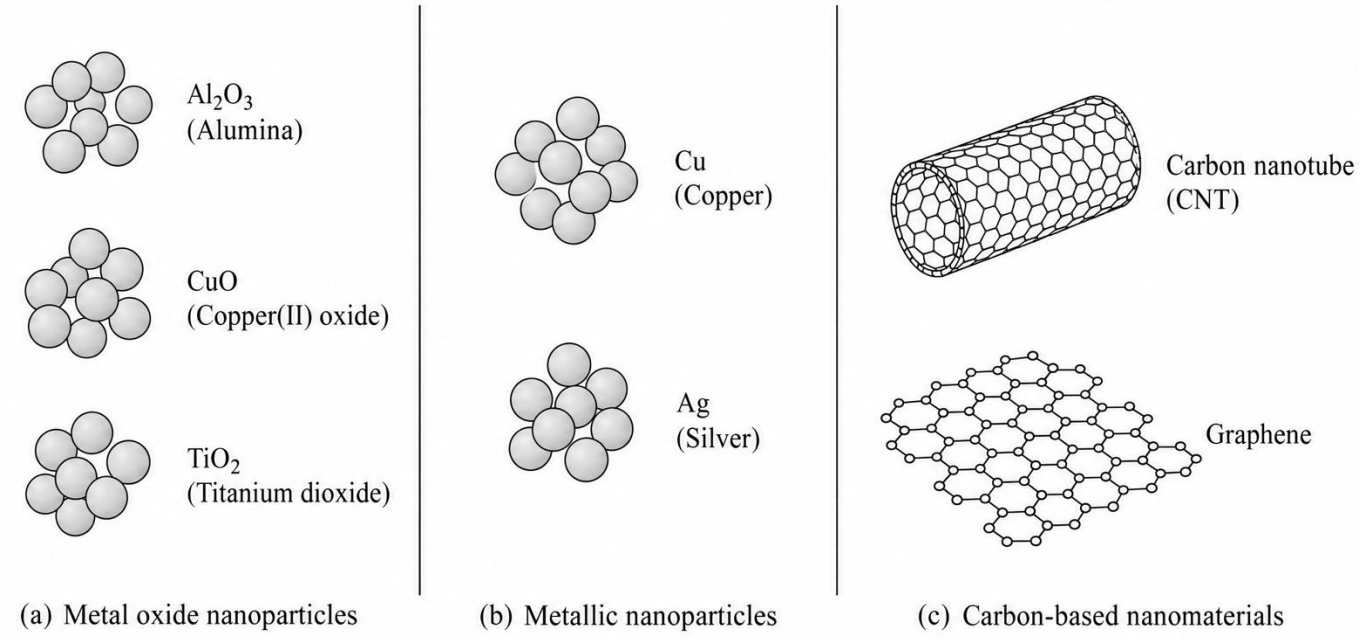


Fig. 3. Schematic drawings of some chosen nanomaterials: (a) metal oxide nanoparticles; (b) metallic nanoparticles; and (c) carbon-based nanomaterials. The illustrations are conceptual and not drawn to scale.

2.5 Battery Thermal Management System (BTMS)

A Battery Thermal Management System (BTMS) regulates the heat generated during battery charging and discharging to maintain safe operation, suitable performance, and extended service life (Huang et al., 2022). In the framework presented in this study, the target operating range is defined as 25-40 °C, which is specifically aligned with standard commercial Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide (NMC) and lithium Iron Phosphate (LFP) cell chemistries to prevent capacity loss, while safety boundaries are constrained to 0-60 °C as recommended by manufacturer datasheets to avoid thermal runaway (Murugan et al., 2025). BTMS operation aims to prevent excessive heating or cooling, reduce temperature differences among cells, and thereby improve thermal uniformity and safety (Huang et al., 2022; Murugan et al., 2025; Navgasin, 2022; Cheng et al., 2024; Tören et al., 2022).

- Optimal temperature regulation: maintaining the battery within a temperature range associated with efficient operation.
- Protection against excessive heating and cooling: limiting conditions that may increase safety risks, including thermal runaway at elevated temperatures.
- Service life and safety: reducing accelerated degradation associated with unfavorable thermal conditions.
- Heat-management methods: using liquid or air cooling depending on system architecture.
- System components: incorporating pumps, heat exchangers, cooling plates, fan, and control algorithm

2.6 Problem Formulation

The thermal-management problem is formulated using measurable system variables and controllable actuator variables. The principal system variables are battery temperature (T_{bat}), ambient temperature (T_{amb}), state of charge, and coolant flow rate. The control variables include pump speed, fan speed, and where applicable, the position of a cooling valve (Huang et al., 2022). The objective function is designed to penalize both temperature deviation and cooling-system energy consumption. The multi-objective reward function is expressed as (Wang et al., 2021):

$$R = -\left(w_1 \left| T_{average} - T_{target} \right| + w_2 P_{fan} + w_3 P_{pump}\right)$$

Here, R denotes the reward to be maximized by the agent; are weighting coefficients($w_1 = 0.5°C^{-1}$, $w_2 = 0.25\, W^{-1}$, $w_3 = 0.25\, W^{-1}$) that scale and normalize the physical units of thermal, deviation (°C) and power consumption (W) into a unified reward magnitude (Wang et al., 2021). The absolute temperature deviation represents the difference between the average battery temperature and the target operating temperature. P_fan and P_pump represent the instantaneous electrical power consumed by cooling system components such as the

pump and fans. The third term in the code represents pump power, while thermal uniformity can be monitored via cell temperature spread or integrated into extended formulation (Huang et al., 2022).

2.7 Selection of the Optimization Algorithm

Proximal Policy Optimization (PPO) was selected for the proposed framework. The selection is motivated by PPO's comparatively stable training behavior and its ability to provide reliable policy updates in continuous-control problems (Schulman et al., 2017). Within the multi-objective formulation used here, PPO is intended to provide a robust optimization process, although the learning process requires complete computational validation and execution beyond the preliminary 20,000 conceptual steps. In Fig. 4, the proposed BTMS control architecture and the simulation-based PPO training loop are presented, linking the cooling actions with battery-state observations and a multi-objective reward.

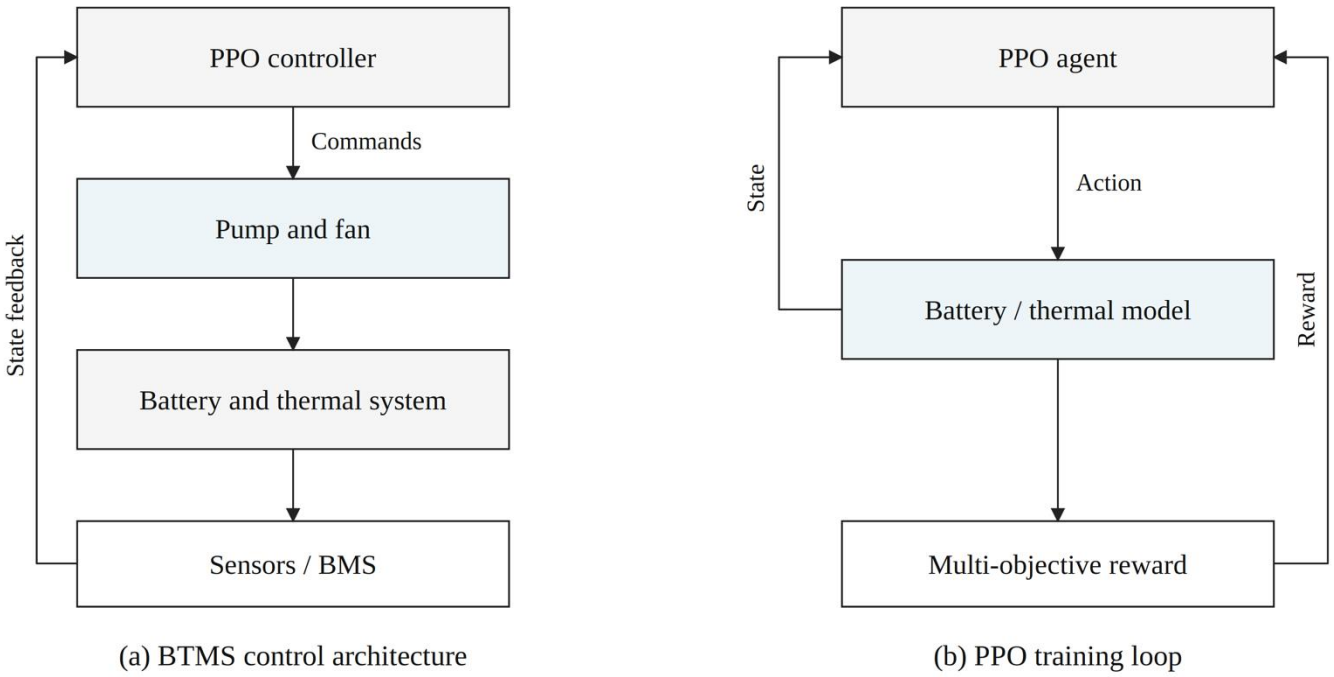


Fig. 4. Proposed DRL-based battery thermal management: (a) control structure; (b) PPO training loop.

3. DRL-BASED BTS CONTROL ARCHITECTURE

3.1 System Block Diagram

The proposed architecture comprises a DRL-based BTMS controller, sensors, and cooling actuators. Battery temperature, ambient temperature, and battery-management-system (BMS) information are supplied to the controller (Tören et al., 2022). Based on the observed state, the controller generates control commands for the coolant pump and radiator fan (Tören et al., 2022; Huang et al., 2022). DRL-based BTMS controller: the

decision-making unit of the system. Sensors: provide battery temperature, ambient temperature, and BMS measurements (Huang et al., 2022). Actuators: include the cooling pump and radiator fans, which are controlled through their respective drivers.

3.2 DRL Optimization Loop

The DRL optimization process is formulated as a sequential decision-making loop involving an agent, environment, state, action, and reward. The state comprises instantaneous observations such as average battery temperature, maximum battery temperature, and SoC. The action consists of continuous control signals for coolant flow and fan operation (Yang et al., 2023). The environment represents the EV battery system and its thermal model (Huang et al., 2022). The multi-objective reward function used in the control formulation is consistent with the methodology section. The agent therefore learns to minimize temperature deviation, and the electrical power consumed by the fan and pump simultaneously. The weighting coefficients can be adjusted to reflect different design priorities, such as thermal regulation, energy efficiency, or battery lifetime (Wang et al., 2021).

4. COMPUTATIONAL IMPLEMENTATION

4.1 Environment Definition

Note on Physical Model Limitations: The environment defined below utilizes a simplified conceptual thermal step model rather than a dynamic continuous physical differential equation. The temperature drops and SoC updates are modeled linearly for exploratory testing and serve as placeholders until integrated with full batter electro-thermal equivalent circuit models (ECM).

Algorithm 1. Simplified EV battery thermal environment

Input: Normalized fan and pump commands, f and p.
Output: Next state s', reward r, and termination flag *done*.

Set $w_1 = 0.5$, $w_2 = 0.25$, $w_3 = 0.25$, and $T_{ref} = 25$ °C
procedure RESET()
    $T_{avg} \leftarrow 35$ °C; $T_{max} \leftarrow 38$ °C; SoC $\leftarrow 80\%$
    return $[T_{avg}, T_{max}, \text{SoC}]$
end procedure
procedure STEP(f, p)
    $P_{fan} \leftarrow 150f^3$; $P_{pump} \leftarrow 200p^3$
    $c \leftarrow 0.4f + 0.6p$
    $T_{avg} \leftarrow T_{avg} - c + 0.10$
    $T_{max} \leftarrow T_{max} - 0.9c + 0.12$
    SoC $\leftarrow$ SoC $- 0.05$
    $s' \leftarrow [T_{avg}, T_{max}, \text{SoC}]$
    $r \leftarrow -(w_1|T_{avg} - T_{ref}| + w_2 P_{fan} + w_3 P_{pump})$
    done $\leftarrow (T_{max} < 0$ °C) **or** $(T_{max} > 60$ °C)
    if *done* **then**
        $r \leftarrow r - 1000$
    end if
    return s', r, *done*
end procedure

Note: Illustrative model only. Thermal coefficients and termination thresholds are assumed. The reward penalizes temperature deviation and actuator power; thermal uniformity and degradation are not explicitly modeled.

4.2 Agent and Optimization Loop

Algorithm 2. Random-action baseline for cooling control

Input: Battery state s (unused in action selection).
Output: Normalized action vector $a = [f, p]$.

```
procedure SELECT_ACTION(s)
    f ← Sample uniformly from [0, 1]
    p ← Sample uniformly from [0, 1], independently of f
    a ← [f, p]
    return a
end procedure
```

Note: Fan and pump commands are sampled independently of the battery state. This routine is a random-action baseline, not a learned DRL or PPO policy.

In the conceptual implementation above, the agent receives the current state and produces fan pump commands. The random action generation shown in the illustrative code represents a placeholder for a trained policy network; it does not constitute a trained PPO policy or demonstrated performance results.

4.3 Main Execution Loop

Algorithm 3. Ten-step rollout with random cooling actions

Input: Thermal environment (Algorithm 1) and random-action selector (Algorithm 2).
Output: Stepwise log and cumulative reward R.

```
Initialize the environment and action selector
s ← environment.RESET()
R ← 0; done ← False
for t = 1 to 10 do
    if done then
        break
    end if
    a ← SELECT_ACTION(s)
    (s′, r, done) ← environment.STEP(a)
    R ← R + r
    s ← s′
    Log t, T_avg, 100f%, 100p%, and r
end for
Report cumulative reward R
```

Note: The rollout is limited to 10 steps and stops early upon environment termination. Actions are random; no policy training or PPO parameter update is performed.

4.4 PPO Based BTMS Control Framework

The proposed PPO-based BTMS controller is formulated using continuous state and action spaces consistent with a Gymnasium-style environment. After receiving the instantaneous state vector, the actor-critic neural-network architecture generates continuous control signals for the fan and pump. The PPO algorithm, integrated with the Stable-Baselines3 framework, constrains policy updates within a controlled region and is intended to promote stable learning behavior. According to the computational framework specified in this study, the multi-objective penalty function is structured for an exploratory training process, with a planned configuration comprising 20,000 simulation steps as a conceptual framework rather than finalized training proof.

5. RESULTS AND DISCUSSION

The developed framework demonstrates how a DRL agent can be structured to address the competing objectives of thermal regulation and cooling-system energy consumption (Wu et al., 2021). The state-action formulation enables the controller to respond continuously to changes in average temperature, maximum temperature, and SoC. The reward formulation explicitly incorporates temperature deviation and cooling power, allowing these objectives to be considered simultaneously (Wu et al., 2021). Since the current environment utilizes placeholder actions and lacks a fully trained PPO policy, explicit claims regarding thermal uniformity improvement, degradation reduction, or empirical energy savings over PID control are excluded from this study and are designated strictly as conceptual design targets for future empirical validation.

The reward formulation must consider both the reference temperature and the relative scaling of its terms. The study defines a desired operating range of 25–40 °C, but the illustrative implementation penalizes deviations from a single reference of 25 °C. It therefore applies a temperature penalty even if the battery is within the specified operating range. An alternative formulation could be an interval-based penalty, if the goal is to avoid unnecessary cooling when thermal conditions are still acceptable. Similarly, assigning units to the weighting coefficients addresses dimensional consistency but does not guaranty that the contributions of temperature and power penalties to the reward are comparable. A sensitivity analysis of these coefficients would help in determining whether the formulation appropriately captures the desired trade-off between thermal regulation and cooling demand. It is equally important to distinguish the conceptual objectives from their computational representation. The maximum battery temperature is included in the state vector and the termination condition, but the reward does not explicitly penalize temperature differences between cells or battery degradation. In an extended implementation these objectives would require additional temperature information and a degradation indicator. Later evaluation should document the temperature deviation, time out of the desired operating range, cell-to-cell temperature spread, and cooling energy calculated over a specified time. These measures, rather than cumulative reward alone, provide a more appropriate basis for evaluating a trained PPO controller against conventional control strategies under the same driving and ambient conditions.

6. CONCLUSION

This study presents a Deep Reinforcement Learning (DRL) based control framework for optimizing the safety, service life, and energy efficiency of electric-vehicle battery packs. Conventional BTMS approaches may face limitations when operating conditions vary dynamically, and when multiple objectives must be considered simultaneously. To address this challenge, a data-driven control framework was formulated in which thermal

regulation and cooling-system energy consumption are incorporated into a multi-objective reward function. The problem formulation described in the methodology constitutes the basis of the proposed DRL optimization loop. The framework is organized around the fundamental reinforcement-learning components of agent, environment, state, action, and reward. Instantaneous measurements of average temperature, maximum temperature, and SoC form the state space, while the DRL agent processes these state vectors to determine control actions such as fan speed and pump flow. This continuous feedback structure reduces reliance on manually constructed mapping tables and provides a flexible basis for adaptive control. The multi-objective reward function is a central component of the proposed approach because it determines the relative emphasis placed on temperature regulation and energy consumption. Through iterative interaction with environment placeholders, the proposed agent is intended to learn a control policy that maintains the battery within a safe thermal range while reducing unnecessary cooling power demand. The proposed state-action space and reward-function formulation therefore provide a conceptual and computational framework that can be further developed and experimentally validated in future studies.

REFERENCES

M. C. Bingol, "Evaluation of DDPG and PPO algorithms for bipedal robot control," *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, vol. 5, no. 2, pp. 783–791, 2022, doi: 10.47495/okufbed.1031976.

H. Cheng, S. Jung, and Y.-B. Kim, "Battery thermal management system optimization using deep reinforced learning algorithm," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 236, Art. no. 121759, 2024, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2023.121759.

G. Huang, P. Zhao, and G. Zhang, "Real-time battery thermal management for electric vehicles based on deep reinforcement learning," *IEEE Internet Things J.*, vol. 9, no. 15, pp. 14060–14072, 2022, doi: 10.1109/JIOT.2022.3145849.

M. Y. Kaba, O. Kalkan, and A. Celen, "Elektrikli araçlarda kullanılan bataryalar ve termal yönetim sistemlerinin incelenmesi," *Konya J. Eng. Sci.*, vol. 9, no. 4, pp. 1119–1136, 2021, doi: 10.36306/konjes.945819.

M. Kompas, "Derin pekiştirmeli öğrenmeye dayalı otonom sürüş için açıklanabilir yapay zeka," M.S. thesis, Pamukkale Univ., 2024.

M. Murugan *et al.*, "A comprehensive review of thermal management methods and ideal system design for improved electric vehicle battery pack performance and safety," *Energy Sci. Eng.*, vol. 13, no. 3, pp. 1011–1036, 2025, doi: 10.1002/ese3.2081.

F. M. Navgasin, "Elektrikli taşıtlarda batarya soğutma sisteminin iyileştirme yöntemlerinin araştırılması," M.S. thesis, Bursa Uludağ Univ., 2022.

J. Schulman, F. Wolski, P. Dhariwal, A. Radford, and O. Klimov, "Proximal policy optimization algorithms," *arXiv preprint arXiv:1707.06347*, 2017, doi: 10.48550/arXiv.1707.06347.

L. Spitthoff, P. R. Shearing, and O. S. Burheim, "Temperature, ageing and thermal management of lithium-ion batteries," *Energies*, vol. 14, no. 5, Art. no. 1248, 2021, doi: 10.3390/en14051248.

M. Tören, H. Mollahasanoğlu, and S. M. Kaya, "Elektrikli araçların batarya yönetim sisteminin soğutma sistem tasarımı ve kontrolü," *J. Sci. Rep.-B*, no. 5, pp. 11–21, 2022.

H. Wang, R. Wang, H. Xu, K. Zhu, C. Yi, and D. Niyato, "Multi-objective mobile charging scheduling on the internet of electric vehicles: A DRL approach," in *Proc. GLOBECOM 2021—2021 IEEE Global Communications Conf.*, 2021, pp. 1–6.

S. Wankhede, A. Pingale, S. Patil, and K. Shahane, “Experimental study of a novel nanofluid cooling system based on fly ash and serpentine channels for modular lithium-ion battery thermal control,” *Next Energy*, vol. 9, Art. no. 100396, 2025, doi: 10.1016/j.nxener.2025.100396.

Z. Wei, Z. Quan, J. Wu, Y. Li, J. Pou, and H. Zhong, “Deep deterministic policy gradient-DRL enabled multiphysics-constrained fast charging of lithium-ion battery,” *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 69, no. 3, pp. 2588–2598, 2022, doi: 10.1109/TIE.2021.3070514.

J. Wu, Z. Wei, W. Li, Y. Wang, Y. Li, and D. U. Sauer, “Battery thermal- and health-constrained energy management for hybrid electric bus based on soft actor-critic DRL algorithm,” *IEEE Trans. Ind. Informat.*, vol. 17, no. 6, pp. 3751–3761, 2021, doi: 10.1109/TII.2020.3014599.

X. Yang, H. He, Z. Wei, R. Wang, K. Xu, and D. Zhang, “Enabling safety-enhanced fast charging of electric vehicles via soft actor critic-Lagrange DRL algorithm in a cyber-physical system,” *Appl. Energy*, vol. 329, Art. no. 120272, 2023, doi: 10.1016/j.apenergy.2022.120272.

MODELLING THE POTENTIAL DISTRIBUTION OF CAROB (*Ceratonia siliqua* L.) IN TÜRKİYE

Asst. Prof., Alican ÇIVĞA[1] / Res. Asst. Nazlı ÖĞÜT[2]

[1] Isparta University of Applied Sciences, Sütçüler Prof. Dr. Hasan Gürbüz Vocational School, Department of Forest Engineering, Isparta, Türkiye, alicancivga@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4975-8878

[2] Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Isparta, Türkiye, nazliogut@isparta.edu.tr, ORCID: 0009-0003-8375-3808

Abstract

Carob (*Ceratonia siliqua* L.) is an economically important evergreen tree of the Mediterranean basin, valued for its pods and seeds and used in the afforestation of dry sites. Carob distribution has been modelled in the western Mediterranean, but not for its eastern Mediterranean populations in Türkiye. This study identified the factors controlling carob distribution in Türkiye and mapped its potentially suitable habitat. The Global Biodiversity Information Facility (GBIF) provided 768 occurrence records. Records lacking coordinates, those with coordinate uncertainty exceeding 10 km, those dating from before 1970, and those falling outside the natural distribution range were excluded. The remaining records were spatially thinned at 1 km, and coastal records falling in no-data cells were moved to the nearest land cell within 2 km, yielding 139 presence records. Of 29 candidate predictors (19 CHELSA bioclimatic and 10 topographic variables at 30 arc-second resolution), 12 were retained after collinearity screening ($|r| < 0.80$, VIF < 10). MaxEnt was run with 10-fold cross-validation and 10,000 background points. Model performance was high (mean test AUC = 0.987 ± 0.005). Minimum temperature of the coldest month was the most influential predictor (37.3% contribution, 46.2% permutation importance), followed by precipitation of the coldest quarter (30.4%, 35.7%) and precipitation seasonality (15.6%). Suitability exceeded 0.5 where the minimum temperature of the coldest month was above about 4 °C, while topographic variables contributed less than 4%. Suitable habitat (10th percentile training presence threshold) covered about 13,650 km² (1.8% of Türkiye), including 5,280 km² of high suitability, and was confined to a narrow coastal belt with the highest suitability between Muğla and Antalya. Winter cold, combined with a regime of wet winters and dry summers, is the main constraint on carob distribution in Türkiye. The suitability map can support site selection for carob plantations and afforestation.

Keywords: Species distribution modelling, MaxEnt, GBIF, habitat suitability

1. INTRODUCTION

Carob tree (*Ceratonia siliqua* L.), one of the characteristic species of the Mediterranean coastal maquis, is an evergreen, perennial tree belonging to the Fabaceae (Leguminosae) family. Reaching heights of up to approximately 15 m, the species has dark green, leathery leaves (Hadi et al., 2017; Batlle and Tous, 1997).

Carob has a wide range of applications in both food and industrial contexts. Throughout history, its fruit and seeds have been used in the diets of both humans and animals (Batlle and Tous, 1997; Azab, 2017; Brassesco et al., 2021; Basharat et al., 2023). While fruits, which are rich in nutrients and bioactive compounds, are used in the production of various food products (Durazzo et al., 2014), carob gum derived from the seed endosperm and rich in galactomannan is widely used, particularly in the food and cosmetics industries, due to its thickening and stabilizing properties (Batlle and Tous, 1997; Bolaric et al., 2021; Martins-Loução et al., 2024). The uses of carob are not limited to these; various parts of the tree, such as the leaves and bark, are also used traditionally to treat various ailments such as diarrhea, diabetes, and hypertension (Ali-Shtayeh et al., 2013; Baytop, 1999). Furthermore, *C. siliqua* is known to possess various biological activities, including antioxidant, antibacterial, and anti-inflammatory properties (Rtibi et al., 2015, 2016).

In addition to its practical value, the *C. siliqua* species also performs various ecological functions in Mediterranean ecosystems. This species contributes to soil conservation and supports the water cycle; it also helps maintain local biodiversity by providing a habitat for various organisms (Lahssini et al., 2015; Sbay, 2008; Rima, 2021). Its ability to adapt to arid and semi-arid conditions makes it a valuable candidate for the conservation and restoration of areas at risk of land degradation and desertification (Gharnit et al., 2006; Boubkar et al., 2021). Given these characteristics, the conservation of existing carob communities and the promotion of new plantings in suitable areas can contribute to combating desertification and preserving local biodiversity.

In this context, the study aimed to identify the potential range of *C. siliqua* and to determine the environmental variables that influence its distribution.

2. MATERIALS AND METHODS

This study utilized distribution records of the species C. siliqua L., which is naturally distributed in Türkiye, along with climatic and topographic data. A total of 768 distribution records for this species were obtained from the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) database (GBIF.org, 2026). Records lacking coordinate information, with coordinate uncertainty exceeding 10 km, dating from before 1970, or located outside the species' natural range were excluded from the analysis. The remaining records were spatially thinned at 1 km;

69 records falling within coastal cells containing no data were relocated to the nearest land cell within 2 km; 12 records located beyond this distance, along with 1 duplicate record, were excluded; and 139 occurrence records were used in the modeling. Next, the climate data to be used in the modeling process were downloaded from the CHELSA climate database (https://chelsa-climate.org/) (Karger et al., 2017). The climate data downloaded at the global scale were cropped to the boundaries of the study area and prepared for use.

To obtain topographic variables, a digital elevation model (DEM) was obtained from the USGS EarthExplorer database (www.earthexplorer.usgs.gov). The resulting elevation map was processed in ArcMap software to generate maps of slope, aspect, surface roughness, ruggedness, hillshade, and the topographic position index (TPI). In addition, layers representing temperature and radiation indices were generated using equations cited in the literature (Öğüt and Özkan, 2026). The modeling process utilized 29 candidate variables, including 19 bioclimatic and 10 topographic variables, at 30 arc-second resolutions. Subsequently, to prevent multicollinearity during the modeling process, the relationships among the environmental variables were evaluated using Pearson correlation analysis (Alin, 2010).

As a result of the analysis, some of the variables that showed a high correlation ($|r| \geq 0.80$) were excluded. After one variable from each pair with $|r| \geq 0.80$ was excluded, the variance inflation factor (VIF) was calculated for the remaining variables; bio2, bio3, and bio14, for which VIF > 10, as well as the hillshade layer, which has no ecological significance, were removed. Using the selected environmental variables and distribution records, the species' potential distribution was modeled and mapped using the Maximum Entropy (MaxEnt) method. The MaxEnt model (Phillips et al., 2006) was run with 10-fold cross-validation, 10,000 background points, a regularization multiplier of 1 (default), and cloglog output format. The 10th percentile training presence threshold (0.252) was used to distinguish between suitable and unsuitable areas.

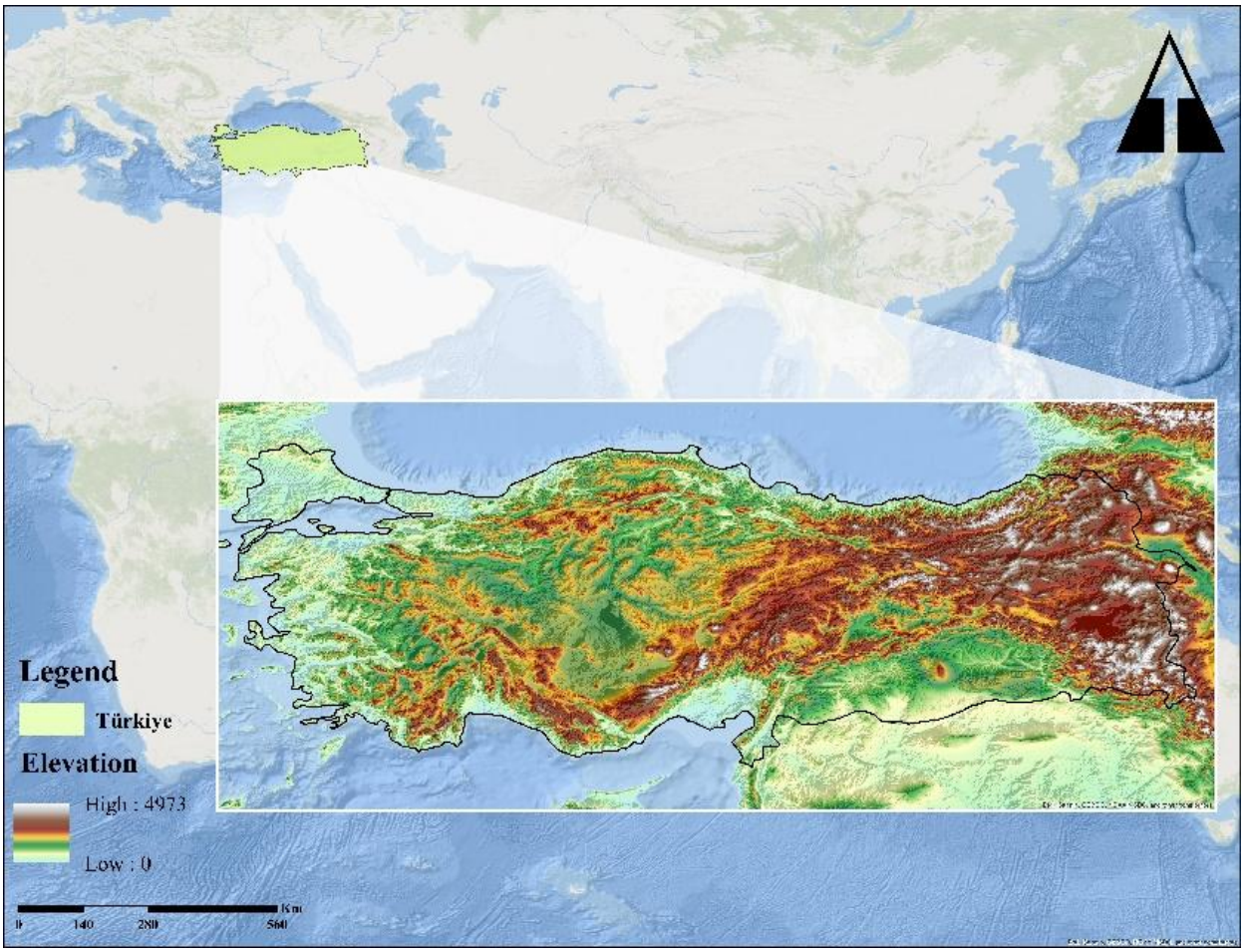


Figure 1. Map of the study area

3. RESULTS

After eliminating variables that showed high correlation, the modeling process was initiated in the MaxEnt software using the selected environmental variables. The analyses were conducted in 10 replicates, and the contributions of the environmental variables to the model were evaluated based on the results obtained. As a result of the evaluations conducted, bio2, bio3, and bio14 which had VIF values above 10 and the hillshade variable, which had no ecological significance, were excluded from the analyses, and the modeling process was repeated using the remaining variables. Thus, following the variable selection and modeling stages, a final model representing the species' potential distribution was developed. The environmental variables included in the final model and their percent contributions are presented in Table 1.

Table 1. Variables remaining after correlation analysis and their percent contributions in the final model

Code	Variable	Most correlated with	Pearson r	Contribution (%)	Permutation importance (%)
bio2	Mean diurnal temperature range	bio3	0.72	–	–
bio3	Isothermality	bio2	0.72	–	–
bio4	Temperature seasonality	bio2	0.67	7.05	3.92
bio6	Minimum temperature of the coldest month	bio9	0.68	37.28	46.17
bio8	Mean temperature of the wettest quarter	tpi	-0.42	2.76	1.76
bio9	Mean temperature of the driest quarter	bio6	0.68	3.28	1.88
bio12	Annual precipitation	bio19	0.78	0.22	5.76
bio14	Precipitation of the driest month	bio12	0.74	–	–
bio15	Precipitation seasonality (CV)	bio14	-0.69	15.55	1.33
bio19	Precipitation of the coldest quarter	bio12	0.78	30.39	35.74
heat	Heat load index	rough	-0.74	0.47	0.29
hillshd	Hillshade	heat	-0.21	–	–
rough	Roughness	heat	-0.74	0.74	1.90
rugged	Terrain ruggedness index	rough	0.60	1.27	0.50
solarrad	Solar radiation	tpi	-0.20	0.83	0.42
tpi	Topographic position index	bio8	-0.42	0.15	0.33

According to the MaxEnt analysis, the minimum temperature of the coldest month (bio6) and precipitation in the coldest quarter (bio19) contributed the most to the potential distribution of the *C. siliqua* species. These variables were followed by precipitation seasonality (bio15) and temperature seasonality (bio4). The contributions of other environmental variables to the model remained at a lower level (Table 1). The omission rates, which vary according to the cumulative threshold value of the average results obtained from the MaxEnt analyses, and the ROC curve and area under the curve (AUC) value, which indicate the model's predictive performance, are presented in Figures 2 and 3, respectively.

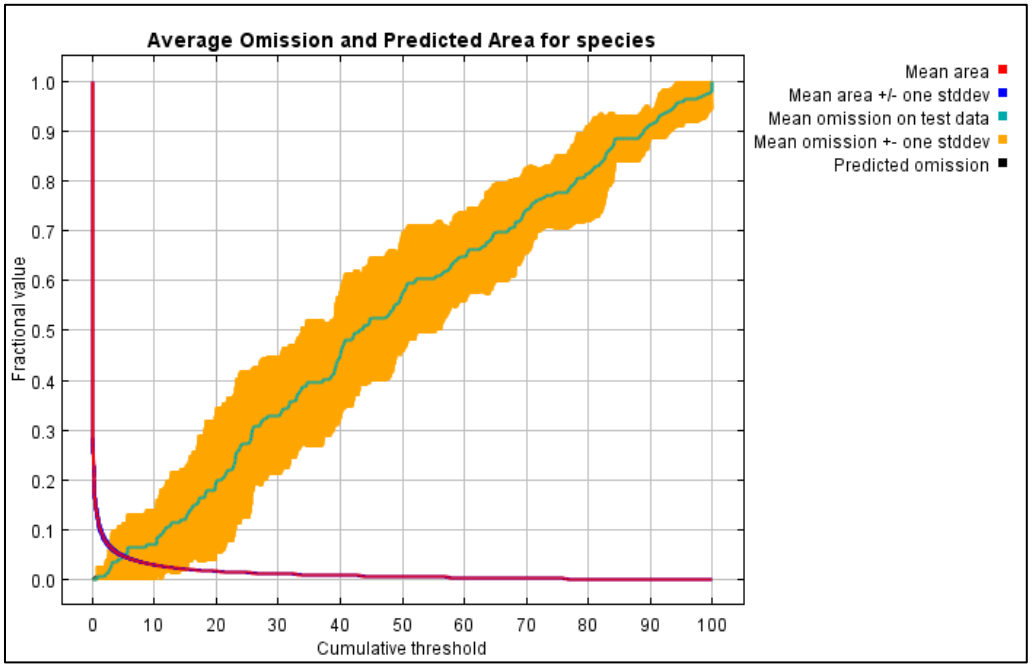


Figure 2. Omission curve of the model developed for the species

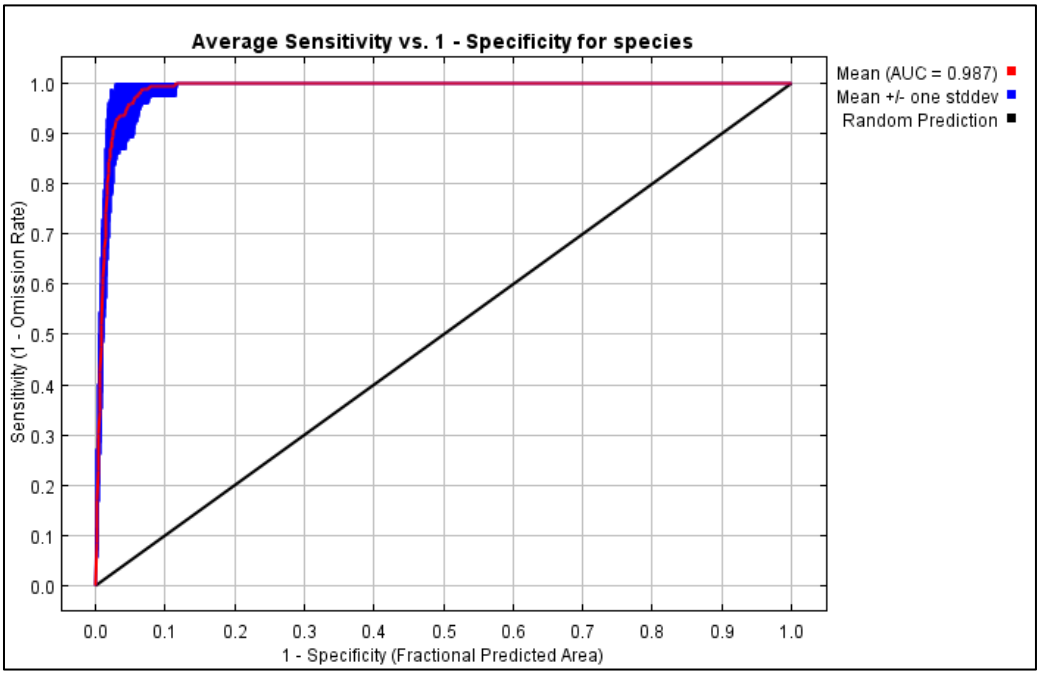


Figure 3. ROC curve and AUC value of the model obtained for the species

The model's average test AUC value was determined to be 0.987, with a standard deviation of 0.005 (Figure 3). The marginal response curves for the environmental variables included in the final model are presented in Figures 4 and 5.

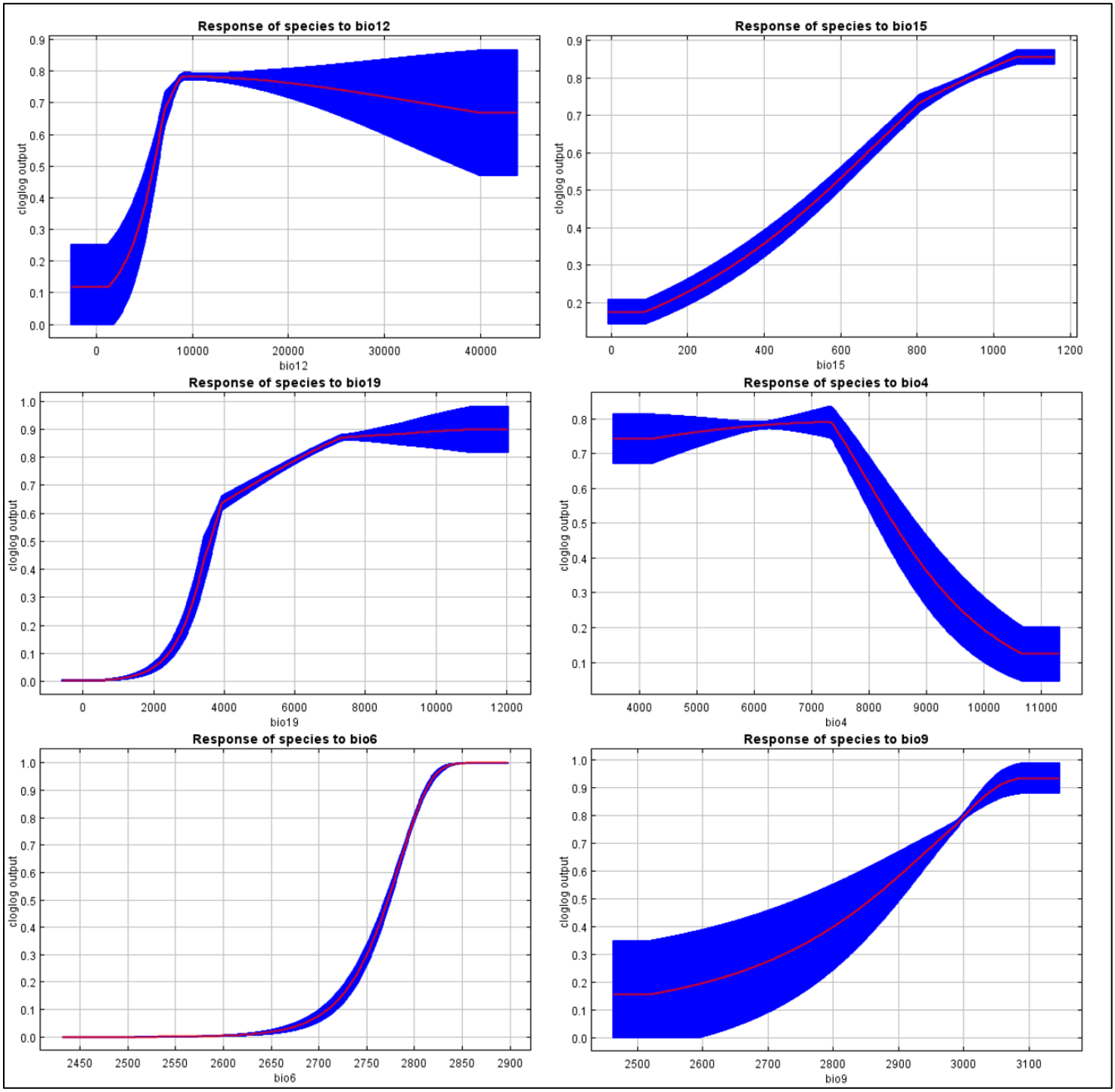


Figure 4. Marginal response curves for the variables contributing to the model (The x-axes represent raw CHELSA values; for bio6, bio8, and bio9, °C = value × 0.1 − 273.15; for bio12 and bio19, mm = value × 0.1; for bio15, % = value × 0.1; for bio4, standard deviation (°C) = value ÷ 1000)

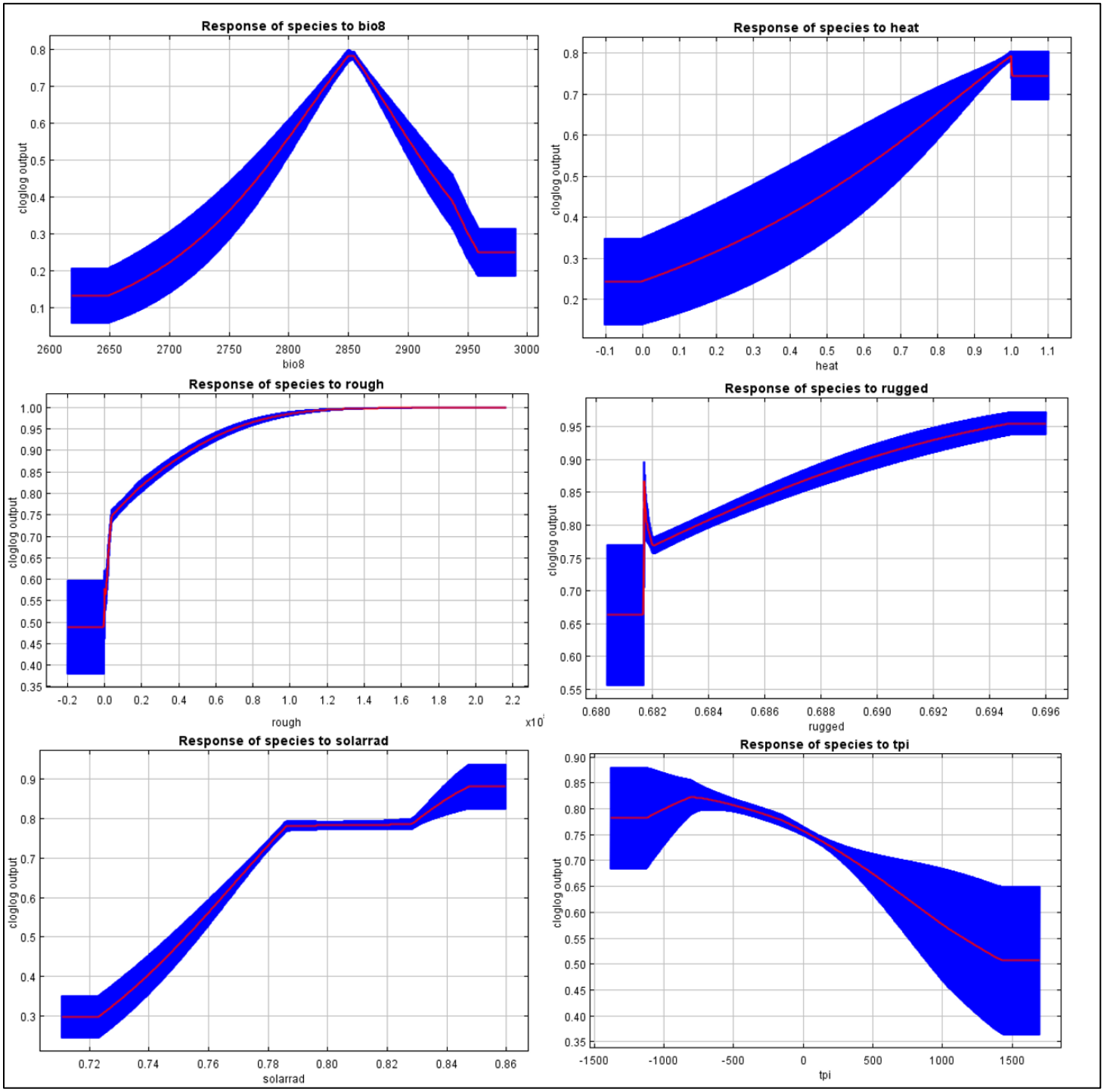


Figure 5. Marginal response curves for the variables contributing to the model (The x-axes represent raw CHELSA values; for bio6, bio8, and bio9, °C = value × 0.1 − 273.15; for bio12 and bio19, mm = value × 0.1; for bio15, % = value × 0.1; for bio4, standard deviation (°C) = value ÷ 1000)

Because the variables were downloaded from the CHELSA database, they required conversion. Some values were converted using the formula "(value × 0.1 – 273.15)." Other values were converted using only the formula "(value × 0.1)." Specifically, the bio6 variable was converted using the formula (value × 0.1 − 273.15), the bio15 and bio19 variables were converted using the formula (value × 0.1), and the bio4 variable was converted using the formula (value ÷ 1000). When the marginal response curves for environmental variables were examined, it was determined that habitat suitability for C. siliqua L. exceeded 0.5 when the minimum temperature of the coldest month (bio6) exceeded approximately 4 °C, and exceeded 0.9 when it exceeded 8 °C. Regarding precipitation in the coldest quarter (bio19), it was determined that habitat suitability rises rapidly in the range of approximately 200–400 mm and remains at high levels above 750 mm. As precipitation seasonality (bio15) increased, predicted habitat suitability also increased; regarding temperature seasonality (bio4), predicted habitat suitability remained high until the standard deviation of monthly average temperatures reached approximately 7.3 °C, after which it decreased significantly. The potential distribution map, generated by jointly evaluating the environmental variables used in the MaxEnt model, is shown in Figure 6. Based on the 10th percentile training presence threshold, suitable habitat was calculated to be approximately 13,651 km² (1.8% of Türkiye's land area); of which 4,447 km² falls into the low (0.25–0.40), 3,925 km² into the medium (0.40–0.60), and 5,280 km² into the high (≥ 0.60) suitability classes.

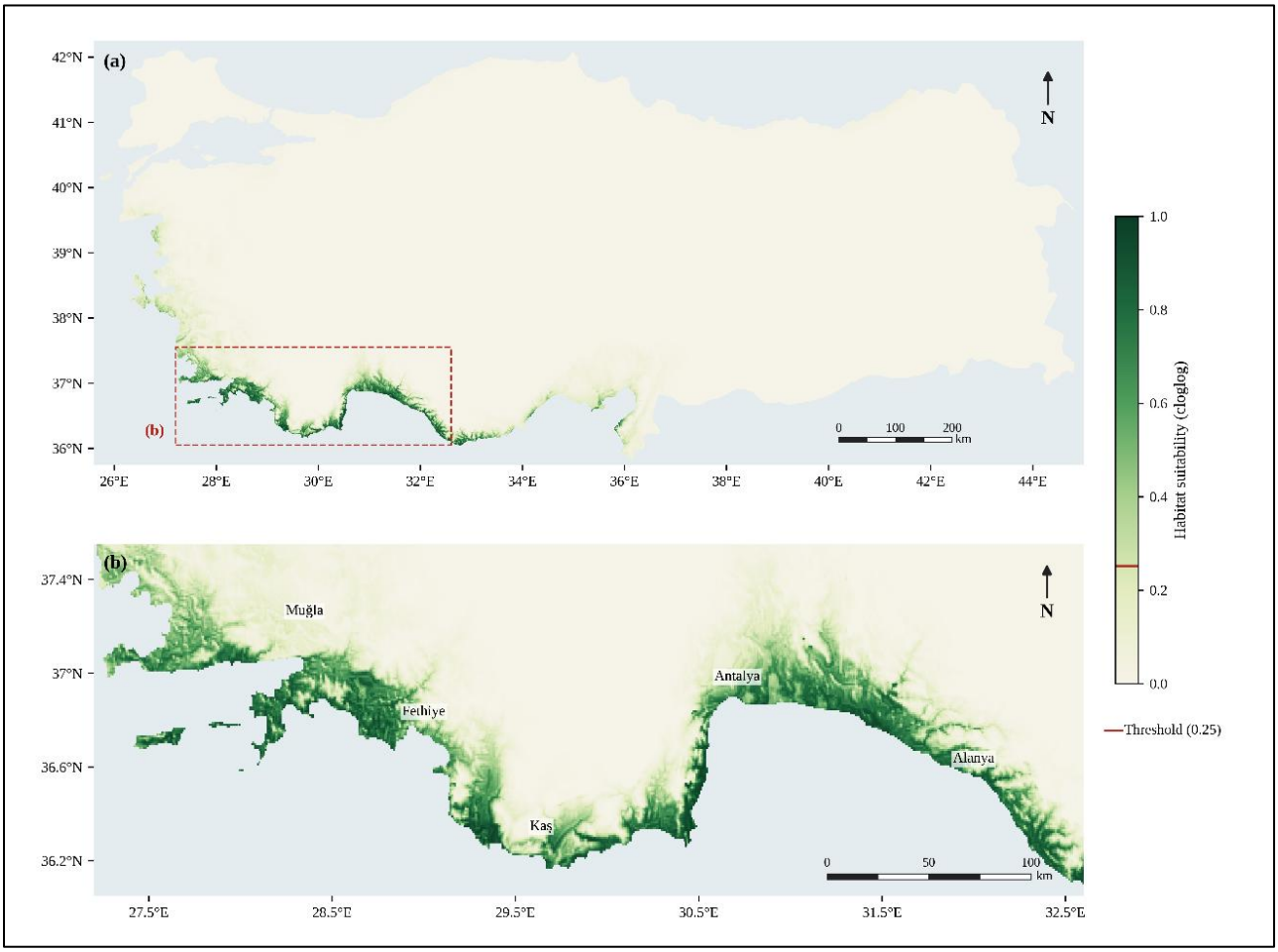


Figure 6. Potential distribution map for the species *C. siliqua*

4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

In this study, the potential distribution of the species *C. siliqua* L. was determined using the MaxEnt model, and the main environmental variables associated with the species' distribution were evaluated. The model's average AUC value was calculated as 0.987, indicating that the model has high discriminatory performance according to the Swets (1988) classification.

MaxEnt modeling results have shown that the potential distribution of the *C. siliqua* species is related to temperature and precipitation conditions. The fact that habitat suitability rises above 0.5 when the minimum temperature of the coldest month (bio6) exceeds approximately 4 °C, and above 0.9 when it exceeds 8 °C, suggests that the carob tree is associated with growing environments characterized by mild winter conditions. Indeed, it has been reported that the average annual temperature in the habitats of the carob tree is generally above 17 °C and that the species is distributed in Türkiye primarily between sea level and elevations of 700–800

m (Günal, 2013). This information indicates that the findings are generally consistent with the species' distribution characteristics associated with Mediterranean climate conditions.

Upon examining the response curve for temperature seasonality (bio4), it was observed that predicted habitat suitability remained high under low and moderate level temperature seasonality conditions but decreased significantly once the standard deviation of monthly average temperatures exceeded approximately 7.3 °C. This indicates that the species prefers maritime climates with a small temperature difference between summer and winter, and that habitat suitability decreases as continentality increases. The findings are generally consistent with the assessments made by Günal (2013) regarding the distribution characteristics of the carob tree associated with Mediterranean climate conditions.

When precipitation variables were evaluated, it was determined that predicted habitat suitability increased as the precipitation amount (bio19) in the coldest quarter increased. Similarly, it was observed that habitat suitability also increased with an increase in precipitation seasonality (bio15). These findings suggest that, in addition to precipitation amount, the distribution of precipitation throughout the year may also be related to the species' potential range. A study conducted in Morocco also reported that precipitation variables are the most influential factors determining the species' distribution (Kassout et al., 2024). This suggests that precipitation plays a decisive role for the species in different parts of the Mediterranean basin.

An analysis of the potential distribution map reveals that areas with high habitat suitability for the species *C. siliqua* are concentrated along the southern and southwestern coasts of Türkiye. In particular, high suitability values were identified in the coastal areas around Muğla, Fethiye, Kaş, Antalya, and Alanya, while habitat suitability generally decreased as one moved inland from the coast. This pattern is consistent with the species' association with mild winters and a Mediterranean climate. Furthermore, the concentration of areas with high habitat suitability in the coastal zone highlights the role of temperature and precipitation conditions in the species' potential distribution from a geographical perspective. The fact that the total contribution of topographic variables remains below 4% indicates that climate largely determines the species' distribution on a national scale.

In conclusion, the results indicate that winter temperatures, precipitation conditions and climatic seasonality influence the potential distribution of the *C. siliqua* species. It is believed that the findings of this study may contribute to the identification of suitable habitats for the carob tree, the assessment of its potential range, and planning efforts related to the species' conservation and afforestation initiatives.

REFERENCES

Alin, A. (2010). Multicollinearity. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, *2*(3), 370–374. https://doi.org/10.1002/wics.84

Ali-Shtayeh, M. S., Jamous, R. M., Jamous, R. M., & Salameh, N. M. (2013). Complementary and alternative medicine (CAM) use among hypertensive patients in Palestine. *Complementary therapies in clinical practice*, *19*(4), 256-263.

Azab, A. (2017). Carob (*Ceratonia siliqua*): Health, medicine and chemistry. *European Chemical Bulletin*, *6*(10), 456–469.

Basharat, Z., Afzaal, M., Saeed, F., Islam, F., Hussain, M., Ikram, A., ... & Awuchi, C. G. (2023). Nutritional and functional profile of carob bean (*Ceratonia siliqua*): A comprehensive review. *International Journal of Food Properties*, *26*(1), 389-413.

Batlle, I., & Tous, J. (1997). Carob tree (*Ceratonia siliqua* L.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. *Bioversity International*, *17*, 1-92.

Baytop, T. (1999). *Türkiye'de bitkiler ile tedavi: Geçmişte ve bugün* (2. baskı). Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.

Bolarić, S., Müller, I. D., Vokurka, A., Vitali Čepo, D., Ruščić, M., Srečec, S., & Kremer, D. (2021). Morphological and molecular characterization of Croatian carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) germplasm. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *45*(6), 807–818. https://doi.org/10.3906/tar-2107-24

Boubkar, F., Rachid, F., Fatima, A., Oudou, I. A., Saida, T., & Said, W. (2021). Bioclimatic impact on the carob seeds morphological diversity in Morocco. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, *18*(1), 207.

Brassesco, M. E., Brandão, T. R., Silva, C. L., & Pintado, M. (2021). Carob bean (*Ceratonia siliqua* L.): A new perspective for functional food. *Trends in Food Science & Technology*, *114*, 310-322.

Durazzo, A., Turfani, V., Narducci, V., Azzini, E., Maiani, G., & Carcea, M. (2014). Nutritional characterisation and bioactive components of commercial carobs flours. *Food Chemistry*, *153*, 109–113. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.045

GBIF.org (2026). GBIF Occurrence Download, https://doi.org/10.15468/dl.2emhyw, accessed: 29.09.2026

Gharnit, N., El Mtili, N., Ennabili, A., & Sayah, F. (2006). Importance socio-économique du caroubier (Ceratonia siliqua L.) dans la province de Chefchaouen (Nord-ouest du Maroc). *Le Journal de Botanique*, *33*(1), 43-48.

Günal, N. (2013). Geographical Distribution, Ecologic and Floristic Characteristics of *Ceratonia siliqua* L in Turkey *Marmara Coğrafya Dergisi*, (2), 60-74.

Hadi, M. Y., Hameed, I. H., & Ibraheam, I. A. (2017). *Ceratonia siliqua*: characterization, pharmaceutical products and analysis of bioactive compounds: a review. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, *10*(10), 3585-3589.

Karger, D. N., Conrad, O., Böhner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R. W., Zimmermann, N. E., Linder, H. P., & Kessler, M. (2017). Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. *Scientific Data*, *4*, 170122. https://doi.org/10.1038/sdata.2017.122

Kassout, J., Chakkour, S., El Ouahrani, A., Hmimsa, Y., El Fatehi, S., Yan, Y., Hadria, R., & Ater, M. (2024). Potential geographical distribution of carob tree (*Ceratonia siliqua* L., Leguminosae) in Morocco under climate change. *African and Mediterranean Agricultural Journal – Al Awamia*, 145, 73–86. https://doi.org/10.34874/IMIST.PRSM/afrimed-i145.48246

Lahssini, S., Hajib, S., Lahlaoi, H., Alaoui, H. M., Khattabi, A., & d'Ingénieurs, E. N. F. (2015). Modelling spatial distribution of the carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) in Azilal Province, Morocco. *Journal of geography and geology*, *7*(4), 33.

Martins-Loução, M. A., Correia, P. J., & Romano, A. (2024). Carob: A Mediterranean resource for the future. *Plants*, *13*(9), 1188. https://doi.org/10.3390/plants13091188

Öğüt, N., & Özkan, K. (2026). The influence of environmental factors on the potential distribution of Mediterranean tree species in the Turkish Republic of Northern Cyprus. *Turkish Journal of Forestry*, *27*, 166-180. https://doi.org/10.18182/tjf.1931442

Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, *190*(3–4), 231–259. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026

Rima, K. (2021). *Morpho-ecological and phytochemical characterization of carob tree (Ceratonia siliqua L.) in Algeria* (Doctoral dissertation, University Ziane Achour).

Rtibi, K., Jabri, M. A., Selmi, S., Souli, A., Sebai, H., El-Benna, J., ... & Marzouki, L. (2015). Carob pods (*Ceratonia siliqua* L.) inhibit human neutrophils myeloperoxidase and in vitro ROS-scavenging activity. *Rsc Advances*, *5*(102), 84207-84215.

Rtibi, K., Selmi, S., Jabri, M. A., Mamadou, G., Limas-Nzouzi, N., Sebai, H., ... & Amri, M. (2016). Effects of aqueous extracts from Ceratonia siliqua L. pods on small intestinal motility in rats and jejunal permeability in mice. *RSC advances*, *6*(50), 44345-44353.

Sbay, H. (2008). *Le Caroubier au Maroc: un arbre d'avenir*. Centre de recherche forestière. Rabat, Morocco.

Swets, J. A. (1988). Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science, 240*, 1285–1293.

MENENGİÇ (*Pistacia terebinthus* L.) TÜRÜNÜN POTANSİYEL DAĞILIMININ TAHMİNİ VE HARİTALAMASI

Prof. Dr. Özdemir ŞENTÜRK[1]/ Arş. Gör. Nazlı ÖĞÜT[2]

[1] Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gölhisar Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, osenturk@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-1841-7213

[2]Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği, nazliogut@isparta.edu.tr, 0009-0003-8375-3808

Özet

Bu çalışmada, odun dışı orman ürünleri kapsamında değerlendirilen menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) türünün Kıbrıs Adası'ndaki potansiyel dağılım alanlarının belirlenmesi ve türün dağılımında etkili olan çevresel değişkenlerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Tür varlık verileri GBIF veri tabanından elde edilmiş, iklimsel ve topoğrafik değişkenler kullanılarak Maksimum Entropi yöntemiyle tür dağılım modeli oluşturulmuştur. Modelleme öncesinde değişkenler arasındaki çoklu bağlantı probleminin tespit edilmesi amacıyla korelasyon ve faktör analizleri uygulanmıştır. Model performanslarının değerlendirilmesinde Receiver Operating Characteristic eğrisi oluşturulmuş ve eğrinin altında kalan alan kullanılmıştır. Nihai modelde türün potansiyel dağılımına en fazla katkı sağlayan değişkenler sırasıyla yıllık ortalama sıcaklık, topoğrafik pozisyon indeksi, yıllık toplam yağış ve eğim olarak belirlenmiştir. Değişkenlere ait tanımlayıcı cevap eğrilerine göre yetişme ortamı uygunluğunun yıllık ortalama sıcaklığın yaklaşık 8–17 °C olduğu koşullarda yüksek olduğu, yıllık toplam yağış bakımından ise uygunluğun yaklaşık 700–750 mm civarında en yüksek seviyeye ulaştığı belirlenmiştir. Ayrıca düşük eğimli alanlarda yetişme ortamı uygunluğunun daha yüksek olduğu ve vadi tabanı ile daha çok sırt ve üst yamaç arazileri tercih ettiği görülmüştür. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, *P. terebinthus*'un Kıbrıs'taki potansiyel dağılım alanları haritalandırılmış ve türün dağılımını şekillendiren başlıca iklimsel ve topoğrafik değişkenler ortaya konulmuştur. Oluşturulan potansiyel dağılım haritasının, türün doğal popülasyonlarının korunması ve sürdürülebilir yönetiminin yanı sıra, yetiştiricilik çalışmalarında ekolojik açıdan uygun alanların belirlenmesi ve gelecekte yapılacak planlama çalışmalarına altlık oluşturması bakımından yararlı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Ekoloji, Kıbrıs, MaxEnt, tür dağılım modellemesi, yetişme ortamı

ESTIMATION AND MAPPING OF THE POTENTIAL DISTRIBUTION OF THE MENENGİC (*Pistacia terebinthus* L.) SPECIES

Abstract

The aim of this study was to determine the potential distribution areas of the menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) species classified as a non wood forest product on the island of Cyprus and to identify the environmental variables influencing the species' distribution. Species occurrence data were obtained from the GBIF database, and a species distribution model was constructed using the Maximum Entropy method based on climatic and topographic variables. Correlation and factor analyses were conducted prior to modeling to identify the problem of multicollinearity among the variables. To evaluate model performance, a Receiver Operating Characteristic curve was plotted, and the area under the curve was used. In the final model, the variables contributing most significantly to the potential distribution of the species were determined to be, in order, annual mean temperature, topographic position index, annual total precipitation, and slope. Based on the descriptive response curves for the variables, it was determined that site suitability is high under conditions where the annual mean temperature is approximately 8–17 °C, and that suitability reaches its highest level at approximately 700–750 mm of annual total precipitation. Furthermore, it was observed that site suitability is higher in areas with low slope and that the species prefers valley bottoms as well as ridge and upper slope areas. Based on these results, the potential distribution areas of *P. terebinthus* in Cyprus were mapped, and the primary climatic and topographic variables shaping the species' distribution were identified. It is believed that the potential distribution map will be useful not only for the conservation and sustainable management of the species' natural populations but also for identifying ecologically suitable areas for cultivation efforts and serving as a basis for future planning initiatives.

Keywords: Ecology, Cyprus, MaxEnt, species distribution modeling, site factors

1. GİRİŞ

Odun dışı orman ürünleri (ODOÜ), odun ve odun kökenli ürünler dışında ormanlardan elde edilen ve insanlar tarafından farklı amaçlarla değerlendirilen biyolojik materyalleri kapsamaktadır (Musa vd., 2023). Bu ürünler, özellikle orman çevresinde yaşayan topluluklar için geçim ve gelir kaynağı oluşturmakta ve dünya genelinde milyonlarca insanın yaşamında önemli bir yere sahiptir (Arnold ve Perez, 2001; FAO, 2008; Kharalla vd., 2016; Lalhmingsangi ve Sahoo, 2016; Tutu vd., 2019).

Odun dışı orman ürünlerinin sağladığı ekonomik ve sosyal katkılar, bu ürünlerin kaynağını oluşturan orman ekosistemlerinin korunması ve sürdürülebilir biçimde yönetilmesi gerekliliğini de beraberinde getirmektedir (Çıvga ve Öğüt, 2026). Bununla birlikte, orman ekosistemleri üzerinde etkili olan küresel çevresel baskılar hem ekosistemlerin işleyişini hem de bu ekosistemlerden sağlanan ürün ve hizmetlerin sürekliliğini tehdit etmektedir (Barnosky vd., 2011). Bu baskıların neden olduğu çevresel değişimler, bitki türlerinin yayılışı ve devamlılığı üzerinde de olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Nitekim, bitki türlerinin yaklaşık beşte birinin yok olma riskiyle karşı karşıya olduğu bildirilmektedir (Brummitt ve Bachman, 2010).

Odun dışı orman ürünleri kapsamında değerlendirilebilen türlerden biri de *Pistacia terebinthus* L. ‘dir. Tür Anacardiaceae familyasına ait çok yıllık bir bitkidir. Halk arasında “menengiç” olarak bilinen tür (Davis, 1967), Akdeniz ekosistemlerine özgü olup doğal olarak çalı veya küçük ağaç formunda gelişim göstermektedir (Chaves Lobón vd., 2023). *P. Terebinthus*’un meyve, tohum, yaprak ve reçine gibi farklı kısımları uzun yıllardır geleneksel gıda ve tıbbi amaçlarla değerlendirilmektedir (Bozorgi vd., 2013; Schoina vd., 2019; Badem, 2021; Fidan vd., 2023; Yaman vd., 2023; Batovska ve Inbar, 2024).

Türün meyveleri taze olarak tüketilebilmekte, çeşitli yöresel yemek ve hamur işlerinde kullanılabilmekte, ayrıca kurutularak veya baharat şeklinde de değerlendirilebilmektedir (Badem, 2021; Alagöz ve Sarıçoban, 2024). Kavrulmuş meyveleri ise kendine özgü aroma ve tada sahip, kafein içermeyen geleneksel bir içecek olan menengiç kahvesinin hazırlanmasında kullanılmaktadır (Kamiloglu vd., 2022). Gıda amaçlı kullanımının yanı sıra, meyvelerinin geleneksel olarak mide rahatsızlıkları, romatizma ve öksürüğe karşı kullanıldığı ayrıca idrar söktürücü ve öksürük kesici özelliklerinden yararlanıldığı bildirilmektedir (Baytop, 1984; Özcan, 2004; Matthäus ve Özcan, 2006).

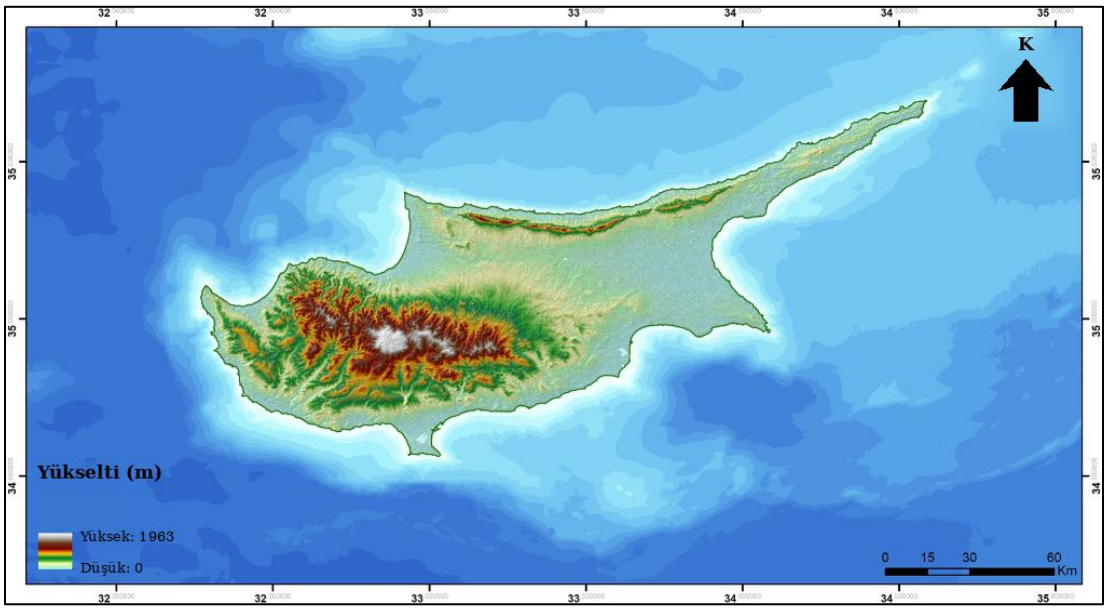
P. terebinthus’un sahip olduğu bu kullanım çeşitliliği, türün doğal popülasyonlarının ve yayılış alanlarının korunması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, tür dağılım modelleri, türlerin çevresel değişkenlerle ilişkilerinden yararlanarak potansiyel yayılış alanlarının belirlenmesine ve iklim değişikliği gibi çevresel değişimlerin gelecekteki dağılım üzerindeki olası etkilerinin değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır

(Özdemir vd., 2020). Günümüzde bitki türlerinin potansiyel mekansal dağılımlarını tahmin etmek amacıyla çeşitli tür dağılım modelleme yaklaşımları kullanılmaktadır (Adhikari vd., 2012; Şentürk, 2024). Bu yaklaşımlar arasında yaygın olarak kullanılan Maksimum Entropi (MaxEnt) modeli, türlerin varlık kayıtları ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkilerden yararlanarak potansiyel uygunluk alanlarının tahmin edilmesine olanak sağlamaktadır (Phillips vd., 2004; Elith vd., 2011).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışma alanı Kıbrıs Adası'nı kapsamaktadır. Kıbrıs, 34°33′–35°42′ kuzey enlemleri ile 32°16′–34°36′ doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Doğu Akdeniz'de konumlanan ada Türkiye'ye yaklaşık 70 km, Suriye'ye 102 km, Mısır'a 347 km ve Yunanistan'a 835 km uzaklıktadır (KKTC Enformasyon Dairesi, 2025). Akdeniz ikliminin hakim olduğu Kıbrıs'ta kışlar genel olarak ılık ve yağışlı, yazlar ise sıcak ve belirgin biçimde kurak geçmektedir (Climate Data, 2026).



Şekil 1. Çalışma alanına gösteren harita

Araştırma kapsamında türe ait varlık verileri, Global Biodiversity Information Facility (GBIF. org, 2026) veri tabanından indirilmiştir. İstatistiksel analizler öncesinde veriler kontrol edilmiş ayrıca konum ve koordinat hatası bulunan, çalışma alanı dışında kalan kayıtlar veri setinden çıkarılmıştır. Veri düzenleme işleminin ardından, tür dağılım modellemesinde kullanılacak topoğrafik ve iklim değişkenlerine ait altlık haritaların hazırlanması aşamasına geçilmiştir. Bu kapsamda ilk olarak iklim haritalarının oluşturulması amacıyla WorldClim veri tabanından 19 biyoklimatik değişkene ait veriler temin edilmiştir (Fick ve Hijmans, 2017)

(Çizelge 1). Temin edilen biyoiklim değişkenleri uygun projeksiyon sisteminin tanıtılması ve çalışma alanı büyüklüğünde kesilmesinin ardından dışa aktarımları yapılarak kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Çizelge 1. Biyoklim değişkenlerine ait kod ve açıklamalar

Kod	Açıklama
bio1	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)
bio2	Günlük ortalama aralık (°C)
bio3	Eş ısı/izotermallik (%)
bio4	Sıcaklık mevsimselliği
bio5	En sıcak ayın maksimum sıcaklığı (°C)
bio6	En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)
bio7	Yıllık sıcaklık aralığı (°C)
bio8	En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)
bio9	En kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)
bio10	En sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)
bio11	En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)
bio12	Yıllık toplam yağış (mm)
bio13	En yağışlı ayın toplam yağışı (mm)
bio14	En kurak ayın toplam yağışı (mm)
bio15	Yağış mevsimselliği (mm)
bio16	En yağışlı çeyreğin toplam yağışı (mm)
bio17	En kurak çeyreğin toplam yağışı (mm)
bio18	En sıcak çeyreğin toplam yağışı (mm)
bio19	En soğuk çeyreğin toplam yağışı (mm)

İkinci aşamada, çalışma alanının topoğrafik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verisi https://www.earthdata.nasa.gov/ veri tabanından temin edilmiştir. Temin edilen SYM verisi kullanılarak ArcGIS Pro yazılımı aracılığıyla çeşitli topoğrafik değişkenlere ait altlık haritalar oluşturulmuş (Arazi Yüzü Şekli İndeksi, Bakı, Bakı Sınıfları, Bakı Uygunluk İndeksi, Denizden Uzaklık, Eğim, Eğim Sınıfları, Engebelilik İndeksi, Gölgelenme İndeksi, Yamaç Uzunluğu İndeksi, Pürüzlülük İndeksi, Radyasyon İndeksi, Sıcaklık İndeksi, Solar Radyasyon İndeksi, Topoğrafik Aydınlanma İndeksi, Topoğrafik Nemlilik İndeksi, Topoğrafik Pozisyon İndeksi, Yükselti) ve bu değişkenler tür dağılım modelleme sürecine dahil edilmiştir.

Modelleme sürecine geçilmeden önce, temin edilen 19 biyoiklim değişkeni içerisinden yağış miktarı ve sıcaklık parametrelerini temsilen Bio1 (yıllık ortalama sıcaklık (°C)) ve Bio12 (yıllık toplam yağış (mm)) değişkenlerinin kullanılmasına karar verilmiştir.

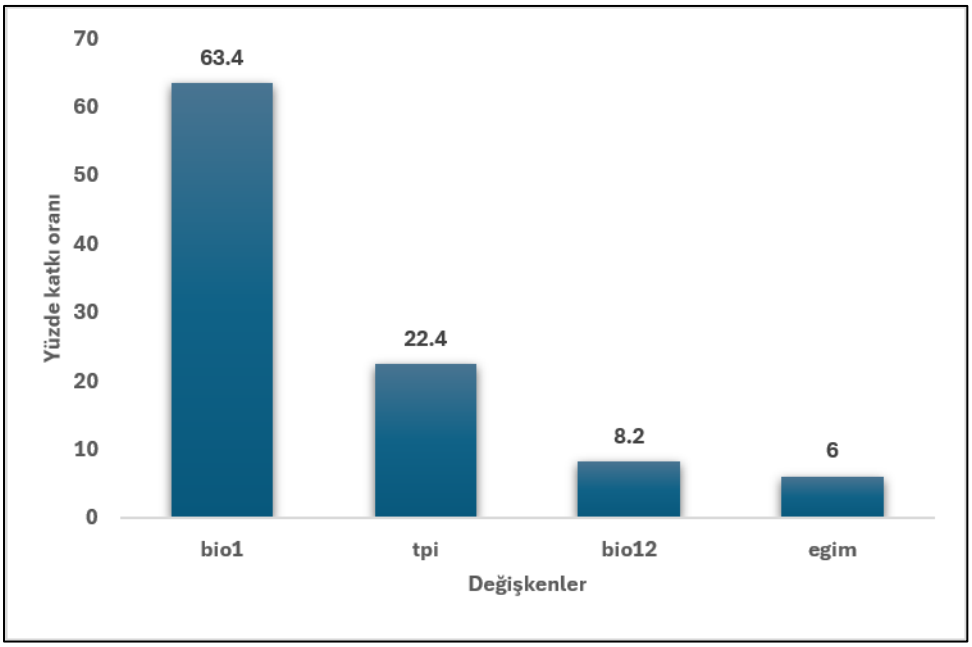
2.2. Yöntem

Türün potansiyel dağılımının modellenmesinde Maksimum Entropi (MaxEnt) yöntemi kullanılmıştır. MaxEnt, özellikle yalnızca varlık verileriyle çalışabilmesi ve sınırlı sayıdaki tür kayıtlarıyla modelleme yapılmasına

olanak sağlaması nedeniyle tür dağılım modelleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir (Tekin vd., 2018; Obiakara vd., 2020; Özdemir vd., 2020; Hussein ve Workeneh, 2021; Karakaya ve Yücel, 2021). Bu çalışmada, MaxEnt model çıktıları cloglog dönüşümü kullanılarak elde edilmiş ve modellerin doğrulanması amacıyla çapraz doğrulama kapsamında verinin %10'u test verisi olarak ayrılmıştır.

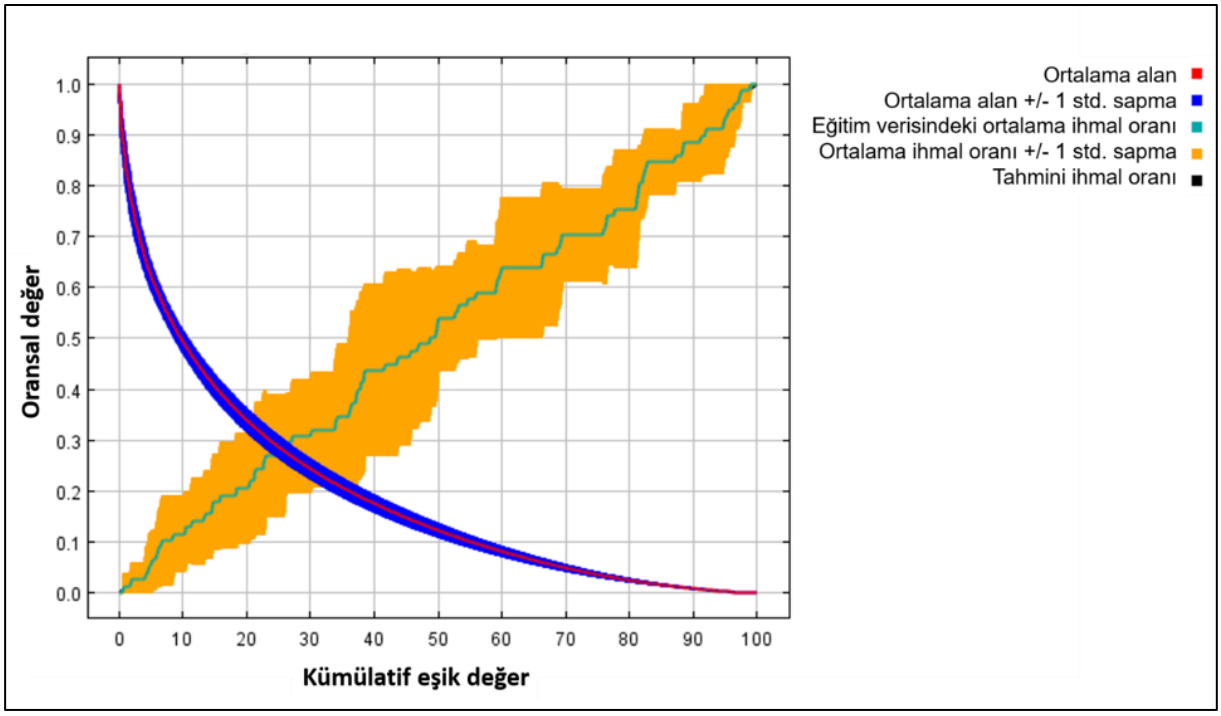
3. BULGULAR

Türün potansiyel dağılımı MaxEnt aracılığıyla modellenmiş olup, her bir modelleme aşaması 10 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. İlk modelleme sonuçları değerlendirilerek modele katkı sağlamayan veya katkısı oldukça düşük olan değişkenler modelden çıkarılmış ve analizler kalan değişkenlerle tekrarlanmıştır. Bu süreç sonucunda, türün potansiyel dağılımını temsil eden nihai modeller elde edilmiştir. Nihai modellerde yer alan değişkenler ile bu değişkenlerin modele katkı oranları Şekil 2'de sunulmuştur.

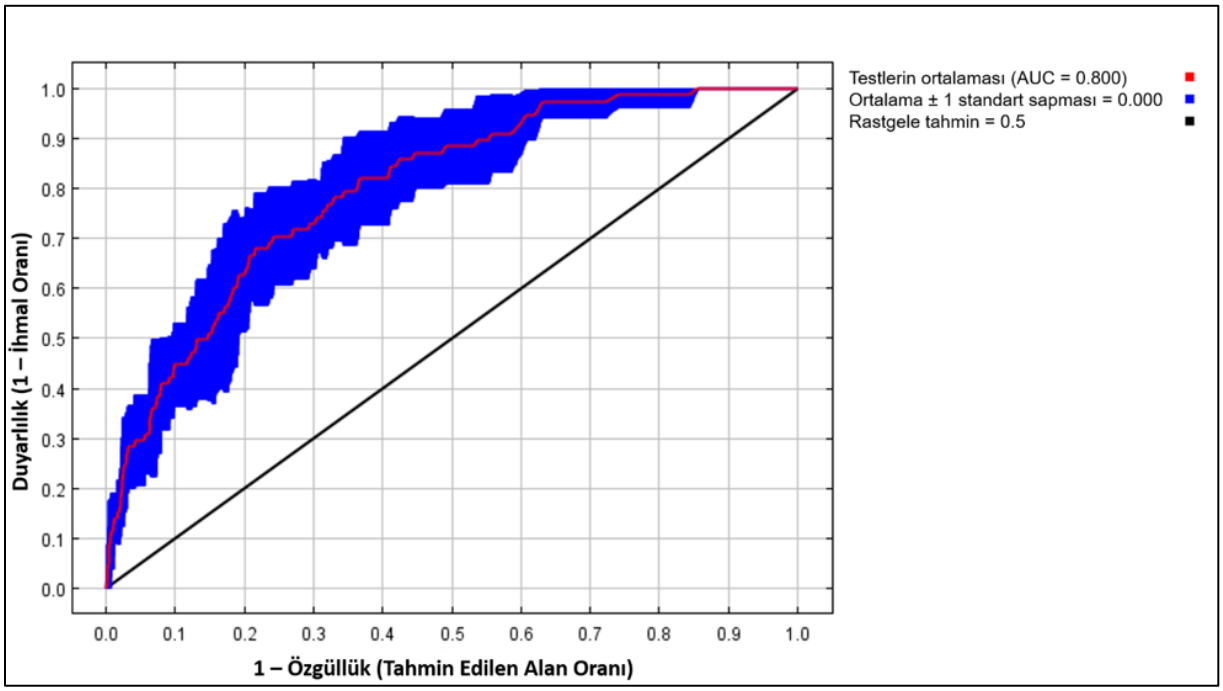


Şekil 2. Türe ait elde edilen modele katkı sağlayan değişkenler ve katkı oranları

Şekil 2 incelendiğinde, nihai modelde yer alan değişkenlerin modele katkı oranlarına göre sırasıyla yıllık ortalama sıcaklık, topoğrafik pozisyon indeksi, yıllık toplam yağış miktarı ve eğim olduğu görülmektedir. Tekrarlanan analizlerden elde edilen sonuçların ortalamaları esas alınarak oluşturulan, kümülatif eşik değerine bağlı omisyon oranlarını gösteren grafik Şekil 3'te, modelin ayırt etme performansını ortaya koyan ROC eğrisi ise Şekil 4'te sunulmuştur.

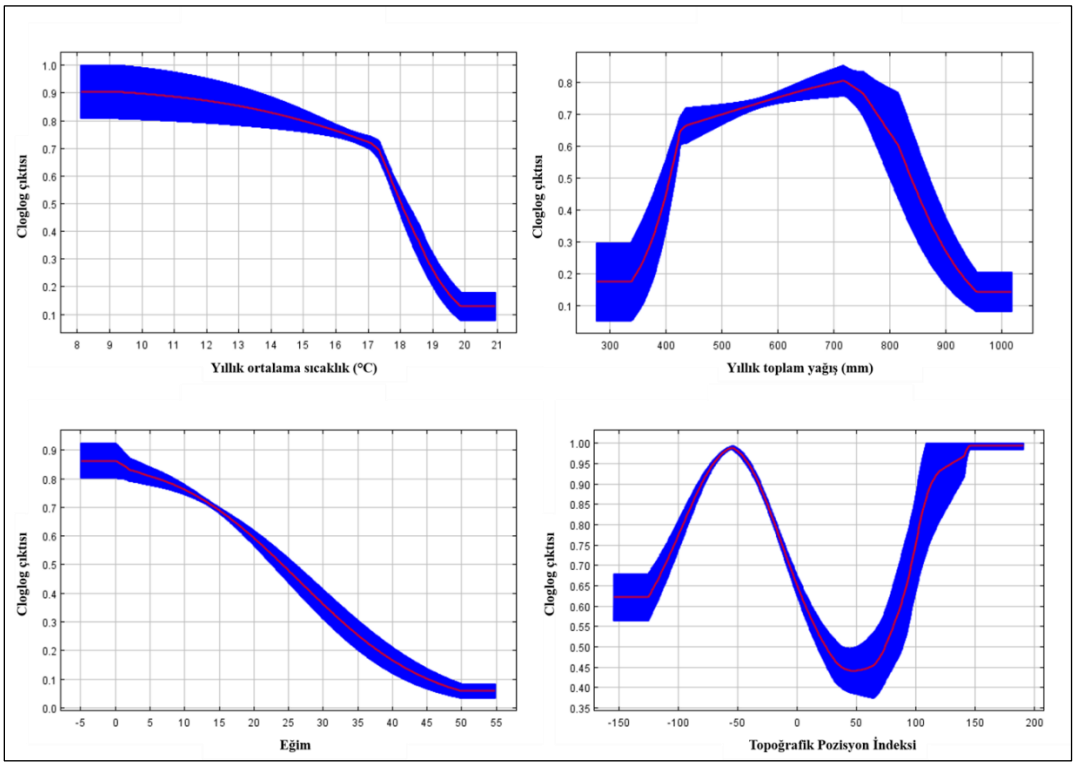


Şekil 3. Hedef türe ait elde edilen modelin omisyon grafiği



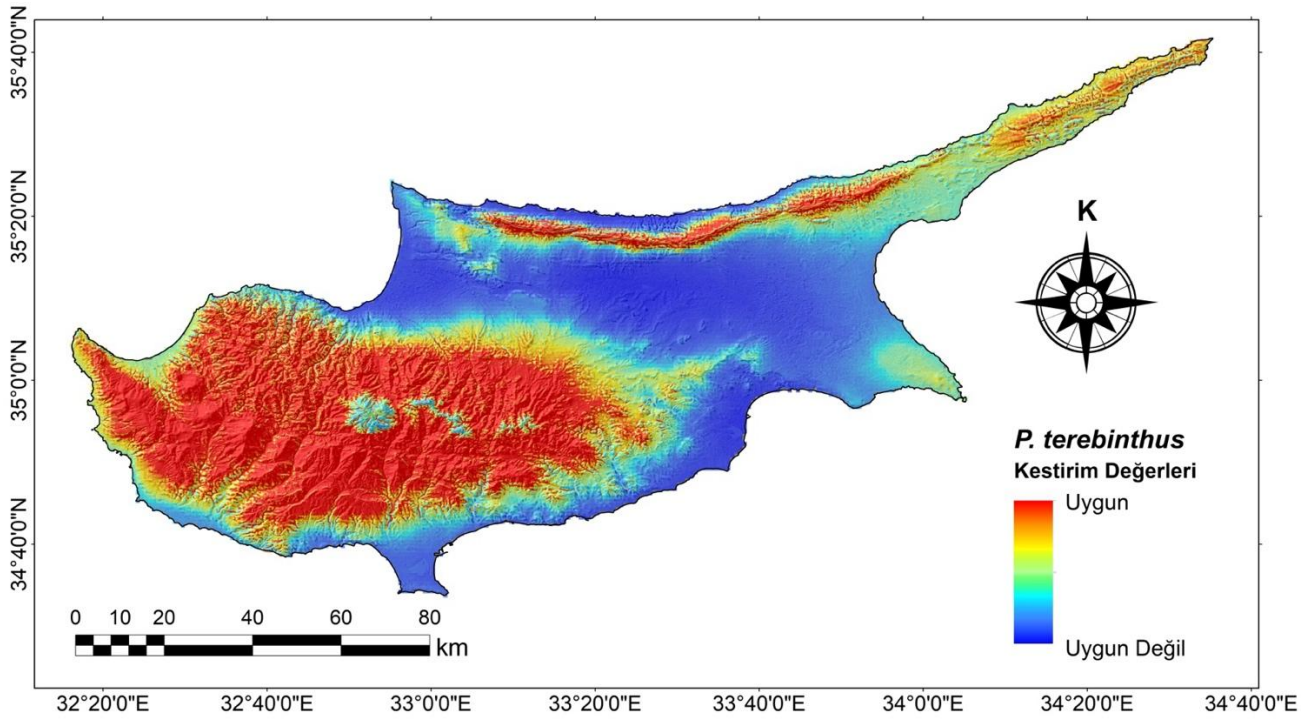
Şekil 4. Hedef türe ait elde edilen modelin ROC grafiği ve AUC değeri

Şekil 4'te görüldüğü üzere, modelin ortalama test AUC değeri 0,800 standart sapma değeri ise 0.047 olarak belirlenmiştir. Modelde yer alan çevresel değişkenlerin türün potansiyel dağılımı üzerindeki etkilerini gösteren marjinal cevap eğrileri ise Şekil 5'te sunulmuştur.



Şekil 5. Modele katkı sağlayan değişkenlere ait marjinal cevaplandırıcı eğriler

Değişkenlere ait marjinal cevap eğrileri incelendiğinde, yıllık ortalama sıcaklığın düşük olduğu alanlarda türün yetişme ortamı uygunluğunun yüksek olduğu, özellikle 8–17 °C aralığında yüksek uygunluk değerlerinin korunduğu ve yaklaşık 17 °C'den sonra uygunluğun belirgin şekilde azaldığı görülmektedir. Yıllık toplam yağış miktarı bakımından yetişme ortamı uygunluğunun yaklaşık 400 mm'den itibaren belirgin şekilde arttığı, 700–750 mm civarında en yüksek seviyeye ulaştığı ve 750 mm'den sonra azalmaya başladığı belirlenmiştir. Eğim değişkenine ait cevap eğrisi, tür için düşük eğimli alanlarda habitat uygunluğunun daha yüksek olduğunu ve eğim arttıkça uygunluğun kademeli olarak azaldığını göstermektedir. Topoğrafik Pozisyon İndeksine göre yetişme ortamı uygunluğu yaklaşık −50 değerinde en yüksek seviyeye ulaşmış, pozitif indeks değerlerinde önce azalmış ve yaklaşık 50 değerinde en düşük seviyeye gerilemiş, daha yüksek pozitif indeks değerlerinde ise yeniden artış göstermiştir. Türün çalışma alanı içerisindeki potansiyel dağılım alanları Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. *Pistacia terebinthus* L. türüne ait potansiyel dağılım haritası

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, *P. terebinthus* L. türünün potansiyel dağılım alanlarının belirlenmesinde ve bu alanların haritalanmasında MaxEnt yöntemi kullanılmıştır. Model performansının değerlendirilmesi amacıyla elde edilen ortalama ihmal oranı ve tahmin edilen alan grafikleri incelendiğinde, modelin geniş bir potansiyel uygunluk alanı tahmin ettiği ve düşük, görece kararlı ihmal oranları sergilediği görülmüştür. Bu bulgular, modelin türün potansiyel dağılım alanlarının belirlenmesinde kullanılabilir nitelikte olduğunu göstermektedir (Phillips vd., 2006). Model performansının değerlendirilmesinde kullanılan ROC eğrisi altında kalan alan (AUC) değerleri incelendiğinde, eğitim verisi için AUC değerinin 0,834, test verisi için ise 0,764 olduğu belirlenmiştir. AUC değerinin 1'e yaklaşması modelin gözlem noktaları ile arka plan noktalarını ayırt etme başarısının arttığını, 0,5'e yaklaşması ise modelin ayırt etme performansının rastlantısal düzeye yaklaştığını ifade etmektedir (Swets, 1988; Oliveira vd., 2010).

Menengiç türü için değişkenlere ait tanımlayıcı eğriler değerlendirildiğinde, eğim değişkenine ait cevap eğrisi, yetişme ortamı uygunluğunun düşük eğim değerlerinde daha yüksek olduğu ve eğimin artmasıyla birlikte genel olarak azaldığını göstermektedir. Bu durum, çalışma alanında düz ve az eğimli alanların menengicin potansiyel

dağılımı açısından daha uygun koşullar oluşturduğunu düşündürmektedir. Topoğrafik pozisyon indeksine ait cevap eğrisi ise diğer değişkenlerden daha farklı bir yapı göstermiştir. Yetişme ortamı uygunluğu negatif indeks değerlerinde artarak −50 civarında yüksek seviyelere ulaşmış, pozitif değerlere geçildikçe azalarak yaklaşık 50 değerinde en düşük seviyeye gerilemiştir. Daha yüksek pozitif indeks değerlerinde ise uygunluğun yeniden arttığı görülmüştür. Bu durum, menengicin çalışma alanında tek bir topoğrafik pozisyonla sınırlı olmadığını ve farklı topoğrafik konumlarda uygun yetişme ortamı koşullarının oluşabileceğini göstermektedir. Menengic türünün yetişme ortamı özelliklerine ilişkin literatür bulguları, türün farklı topoğrafik ve iklimsel koşullara uyum sağlayabildiğini göstermektedir (Özkan ve Şentürk, 2012).

Tsintides vd. (2002), türün kayalık dağ yamaçlarında, çam ormanlarında, maki ve garig vejetasyonu içerisinde yayılış gösterdiğini ve deniz seviyesinden yaklaşık 1500 m yükseltiye kadar görülebildiğini bildirmiştir. Benzer şekilde, Costa vd. (2001), menengicin deniz seviyesine yakın alanlardan 1400–1500 m yükseltilere kadar yayılış gösterebildiğini, kayalık, seyrek bitki örtüsüne sahip ve bozulmuş alanlar ile çam ormanlarında bulunabildiğini, buna karşılık daha soğuk ve kuzey yönelimli ortamları daha az tercih ettiğini belirtmiştir. Bu geniş ekolojik tolerans, mevcut çalışmada topoğrafik pozisyon indeksine ait cevap eğrisinde farklı topoğrafik konumlarda uygunluğunun artış göstermesiyle kısmen örtüşmektedir. Bununla birlikte, mevcut modelde düşük eğimli alanlarda daha yüksek yetişme ortamı uygunluğu tahmin edilmiş ve eğim arttıkça uygunluk genel olarak azalmıştır. Literatürde türün kayalık dağ yamaçlarında da bulunabildiğinin bildirilmesi, menengicin eğimli alanlarda bulunmadığı anlamına gelmemekte, aksine mevcut çalışmada elde edilen eğim ilişkisinin çalışma alanına ve kullanılan varlık kayıtlarına özgü bir modelleme sonucu olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Yıllık toplam yağış miktarına ait cevap eğrisi, düşük yağış değerlerinde yetişme ortamı uygunluğunun sınırlı olduğunu, yaklaşık 400 mm'den itibaren uygunluğun belirgin şekilde arttığını ve 700–750 mm civarında en yüksek seviyeye ulaştığını göstermiştir. Daha yüksek yağış değerlerinde ise habitat uygunluğunda yeniden azalma meydana gelmiştir. Bu bulgu, belirli bir aralıkta yağış miktarı arttıkça potansiyel uygunluğun kademeli olarak azalması, türün bazı lokal alanlarda yaz kuraklığına tolerans gösterip varlığını devam ettirdiğini ortaya koymaktadır. *P. terebinthus*'un Akdeniz iklim koşullarında doğal yayılış gösteren bir tür olması da bu bulguyla uyumludur.

Ayrıca yıllık ortalama sıcaklığa ait cevap eğrisi incelendiğinde, yetişme ortamı uygunluğunun yaklaşık 8–17 °C aralığında yüksek değerlerde seyrettiği, 17 °C'den sonra ise belirgin biçimde azaldığı görülmüştür. Bu durum, çalışma alanında daha yüksek yıllık ortalama sıcaklıkların menengiç için yetişme ortamı uygunluğunu

sınırlandırabileceğine işaret etmektedir. Nitekim Ak (2014), menengicin Türkiye'de hem nemli ve yağışlı Akdeniz ikliminde hem de daha kurak karasal iklim koşullarında yetişebildiğini, ayrıca kuraklık ve soğuğa dayanıklılık gösterebildiğini bildirmiştir. Bu bilgiler, türün geniş bir ekolojik toleransa sahip olduğunu ortaya koyarken, mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar çalışma alanı özelinde 8–17 °C arasındaki yıllık ortalama sıcaklıkların menengicin potansiyel dağılımı açısından daha uygun koşullar oluşturduğunu göstermektedir. Bu bulgularla uyumlu olarak, model sonucunda elde edilen potansiyel dağılım haritası incelendiğinde tür için yüksek yetişme ortamı uygunluğu gösteren alanların, menengicin literatürde bildirilen yetişme ortamı özellikleriyle genel olarak örtüştüğü görülmektedir (Tsintides vd., 2002).

Sonuç olarak, elde edilen bulguların menengiç türünün çalışma alanındaki ekolojik gereksinimlerinin ve potansiyel yayılış alanlarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Oluşturulan potansiyel dağılım haritası, türün doğal popülasyonlarının korunması ve sürdürülebilir yönetiminin yanı sıra, yetiştiricilik çalışmalarında uygun alanların belirlenmesinde de yol gösterici olabilir. Bununla birlikte, gelecekte gerçekleştirilecek çalışmalarda arazi gözlemlerinin ve farklı çevresel değişkenlerin modele dahil edilmesiyle elde edilen sonuçların desteklenmesi, türün yetişme ortamı isteklerinin daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Adhikari, D., Barik, S.K., & Upadhaya, K. (2012). Habitat distribution modelling for reintroduction of Ilex khasiana Purk., a critically endangered tree species of northeastern *India. Ecol. Eng. 40*, 37–43.

Ak, B.E. (2014). Antepfıstığı Üretiminden Tüketimine Kadar Yaşanan Sorunlar ve Çözüm Yolları Paneli, 10 Ekim 2013, Harran Üniversitesi / Şanlıurfa, s. 8-29.

Alagöz, E., & Sarıçoban, C. (2024). The effects of adding ground terebinth fruits on the emulsification, microstructural, and flow properties of meat emulsions: E. Alagöz, C. Sarı. Food Science and Biotechnology, 33(13), 3009-3018.

Arnold, J. M., & Pérez, M. R. (2001). Can non-timber forest products match tropical forest conservation and development objectives?. *Ecological economics*, *39*(3), 437-447.

Badem, A. (2021). Some traditional terebinth dishes in Turkey and their health effects.

Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O.U., Swartz, B., Quental, T.B., Mar-shall, C., McGuire, J.L., Lindsey, E.L., Maguire, K.C., Mersey, B., & Ferrer, E.A. (2011). Has the earth's sixth mass extinction already arrived?. *Nature 47*1, 51–57

Batovska, D., & Inbar, M. (2024). Beyond the nut: Pistacia leaves as natural food preservatives. Foods, 13(19), 3138.

Bozorgi, M., Memariani, Z., Mobli, M., Salehi Surmaghi, M. H., Shams-Ardekani, M. R., & Rahimi, R. (2013). Five Pistacia species (*P. vera, P. atlantica, P. terebinthus, P. khinjuk,* and *P. lentiscus*): a review of their traditional uses, phytochemistry, and pharmacology. The Scientific World Journal, 2013(1), 219815.

Brummitt, N., & Bachman, S. (2010). Plants under pressure a global assessment. The first report of the IUCN Sampled Red List Index for Plants. Royal Botanic Gardens, Kew.

Chaves Lobón, N., González Félix, M., & Alías Gallego, J. C. (2023). Comparison of the allelopathic potential of non-native and native species of mediterranean ecosystems. Plants, 12(4), 972.

Climate Data. (2026). Kıbrıs iklim sınıflandırması. https://en.climate-data.org/asia/cyprus-106/, Erişim tarihi: 03.05.2026

Costa, M., Delgado, A.B., & Mesa, S. (2001). La cornicabra: la corneta. Exlibris Ediciones.

Çıvğa, A., & Öğüt, N. (2026). Modeling and Mapping the Potential Spatial Distribution of *Origanum majorana* L. (Marjoram). In *13th Internatıonal European Conference* (May 25-26, Tirana, Albania, pp. 627-635)

Davis, P.H. (1967). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. 2, Edinburgh University Press, Edinburgh.

Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., & Yates, C. J. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and distributions*, *17*(1), 43-57.

FAO. (2008). Food and Agriculture Organization. An Information Bulletin on Non-wood Forest Products Non-wood News, Rome, Italy (2008)

Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology, 37*(12), 4302–4315.

Fidan, M. S., Baltacı, C., Öz, M., & Akar, Z. (2023). Chemical Composition of *Pistacia terebinthus* L. and its Phytochemical and Biological Properties. *BioResources, 18(4)*, 6862.

GBIF. org (2026). GBIF Occurrence Download, https://doi.org/10.15468/dl.7wfxt7, Erişim tarihi: 16.07.2026

Hussein, A., & Workeneh, S. (2021). Modeling the impacts of climate changes on the distribution of Aloe vera species in Ethiopia. *J. Earth Sci. Clim. Chang*, *12*, 567.

Kamiloglu, S., Ozdal, T., Bakir, S., & Capanoglu, E. (2022). Bioaccessibility of terebinth (Pistacia terebinthus L.) coffee polyphenols: Influence of milk, sugar and sweetener addition. *Food chemistry,* 374, 131728.

Karakaya, T., & Yücel, E. (2021). Potential distribution modelling and mapping of dog rose (*Rosa canina* L.) in the Nur Mountains of Gaziantep district, Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research, 19*, 2741–2760.

Kharalla, I. E., Amer, A. A., Elezaby, M. I., & Imam, S. H. (2016). Contribution of Forest resources to Rural Development in Zalingei Area, Central Darfur State-Sudan. *Alexandria Journal of Agricultural Sciences*, *61*(4), 345-358.

KKTC Enformasyon Dairesi. (2025). Coğrafi veriler, https://pio.mfa.gov.ct.tr/cografi-bilgiler/, Erişim tarihi:15.12.2025

Lalhmingsangi, K., & Sahoo, U. K. (2016). Utilization of non-timber forest products from village plantation forests managed by Aizawl Forest Division Agency, Mizoram, India. *Research Journal of Agriculture and Forest Sciences*, *4*(8), 1-9.

Matthäus, B., & Özcan, M. M. (2006). Quantitation of Fatty Acids, Sterols, and Tocopherols in Turpentine (Pistacia terebinthu s Chia) Growing Wild in Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(20)*, 7667-7671.

Musa, F. I., Sahoo, U. K., Eltahir, M. E., Magid, T. D. A., Adlan, O. E., Abdelrhman, H. A., & Abdelkarim, A. A. (2023). Contribution of non-wood forest products for household income in rural area of Sudan–A review. *Journal of Agriculture and Food Research*, *14*, 100801.

Obiakara, M., Etaware, P., & Chukwuka, K. (2020). Maximum entropy niche modelling to estimate the potential distribution of *Phytophthora megakarya* (Brasier & M. J. Griffin) in tropical regions. *European Journal of Ecology, 6*(2).

Oliveira, M.D., Hamilton, S.K., Calheiros, D.F., Jacobi, C.M., & Latini, R.O. (2010). Modeling the potential distribution of the invasive golden mussel Limnoperna fortunei in the Upper Paraguay River system using limnological variables. *Brazilian Journal of Biology, 70*, 831-840.

Özcan, M. (2004). Characteristics of fruit and oil of terebinth (*Pistacia terebinthus* L) growing wild in Turkey. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 84(6),* 517-520.

Özdemir, S., Gülsoy, S., & Mert, A. (2020). Predicting the effect of climate change on the potential distribution of Crimean Juniper. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, *20*(2), 133-142.

Özkan, K., & Şentürk, Ö. (2012, November). The application of group discrimination techniques to predict the potential distribution of turbentine tree. In *Internatinal Scientific Conference People Buildings And Environment* (pp. 728-736, Lednice, Czech Republic,). ISSN: 1805-6784.

Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling, 190*(3–4), 231–259.

Phillips, S.J., Miroslav, D., & Schapire, R.E. (2004). Maxent Software for Species Distribution Modeling.

Schoina, V., Terpou, A., Papadaki, A., Bosnea, L., Kopsahelis, N., & Kanellaki, M. (2019). Enhanced aromatic profile and functionality of cheese whey beverages by incorporation of probiotic cells immobilized on pistacia terebinthus resin. Foods, 9(1), 13.

Swets, J. A. (1988). Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science, 240*, 1285–1293.

Şentürk, Ö. (2024). Niche based distribution modelling and mapping of Brutian pine in the Gölhisar district. *Šumarski list*, *148*(11-12), 541-553.

Tekin, S., Yalçınkaya, B., Acarer, A., & Mert, A. (2018). Yaban hayatında uydu verilerinin kullanım olanakları üzerine bir çalışma: MaxEnt ile karaca (*Capreolus capreolus* L.)'nın habitat uygunluk modellemesi. *Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2(2)*, 147–156.

Tsintides, T., Hadjikyriakou, G. N., & Christodoulou, C. S. (2002). *Trees and Shrubs in Cyprus.* Lefkosia: Foundation A. G. Leventis.

Tutu, S. O., Ibrahim, I. E., Abutabaa, Y. I. M., Adam, H. E., Elamin, H. M. A., Hamad, Z. M., & Maruod, M. E. (2019). Contribution of gum Arabic products to rural household income in Sheikan Locality of North Kordofan State, Sudan. *International Journal of Innovative Trends in Engineering (IJITE)*, *59*(01), 1-8.

Yaman, D. M., Koçak Yanık, D., Elik Demir, A., Uzun Karka, H., Güçlü, G., Selli, S., ... & Göğüş, F. (2023). Effect of encapsulation techniques on aroma retention of *Pistacia terebinthus* L. fruit oil: spray drying, spray freeze drying, and freeze drying. *Foods, 12(17),* 3244.

ODUN HAMMADDESİ ÜRETİMİNDE ÇALIŞAN İŞÇİLERİN SORUNLARI

Prof. Dr. Metin TUNAY[1]

[1]Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi mtunay@bartin.edu.tr 0000-0002-6065-0393

Özet

Odun hammaddesi üretim işleri genel olarak dağlık araziye çekilmiş orman alanlarında yapılmaktadır. Bu işler için gerekli çalışma, günümüz koşullarında insan gücü, alet ve makinelerin kullanılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Odun hammaddesi üretimi işçiliği, özellikleri gereği Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından "çok ağır" işlerden kabul edilir. Ormancılıkta odun hammaddesi üretiminin zor aşaması belirli çap ve boya gelen ağaçların kesilmesi ve tomruklanmasıdır. Yüksek enerji tüketimi, statik çalışma yoğunluğu, ağır tomrukların kaldırılması ve taşınması, eğilme-diz çökme ve kalkma hareketlerinin sıkça tekrarlanması, ekstrem sıcaklık, yüksek rutubet, rüzgar, kar ve yağmur gibi iklim faktörlerine açık olması, gürültü, vibrasyon, gaz, toz, kimyasal maddeler gibi olumsuz teknolojik etkiler, merkezi sinir sistemi, kalp-dolaşım sistemi gibi insanın başlıca sistemlerinde oluşturduğu sağlık bozuklukları ve vücudun potansiyel olarak bütün organlarına yönelik kaza riskleri orman işlerini ağır işler arasına sokmaktadır. Emek yoğun çalışılan ormancılık sektöründe çalışan işçiler aşırı iş yükü sorunuyla karşılaşmaktadırlar. Belirli ormancılık işlerinin fiziksel gereklilikleri ile çalışanların kapasiteleri arasında ciddi bir uyumsuzluk söz konusudur. Yüksek riskli işler arasında motorlu testere operatörlüğü, kabuk soyma ve tomruk istifleme-taşıma yer almaktadır. Ayrıca, bu ve diğer ormancılık işleri, yüksek düzeyde kas-iskelet sistemi zorlanması ve yaralanma riskleriyle ilişkilendirilmektedir. Bildiride, odun hammaddesi üretiminde çalışan orman işçileri üzerindeki fiziksel stresi azaltmak ve kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarını önlemek, iş kazalarını azaltmak ve çalışma konforunu arttırmak için uygun tekniklerin neler olabileceği incelenmektedir.

Anahtar kelimeler: Ormancılık, odun hammaddesi, orman işçisi

PROBLEMS FACED BY WORKERS ENGAGED IN WOOD RAW MATERIAL PRODUCTION

Abstract

Wood raw material production operations are generally carried out in forest areas situated on mountainous terrain. Under current conditions, the work required for these operations is performed using human labor, tools, and machinery. Due to its inherent characteristics, the work involved in producing wood raw materials is classified by the International Labour Organization (ILO) as "very strenuous" labor. A challenging stage of wood raw material production in forestry is the felling and bucking of trees that have reached specific diameters and lengths. Forestry work is classified as strenuous labor due to factors such as high energy expenditure; the intensity of static work; the lifting and transporting of heavy logs; frequent bending, kneeling, and rising movements; exposure to climatic conditions like extreme temperatures, high humidity, wind, snow, and rain; adverse technological impacts such as noise, vibration, gases, dust, and chemicals; health impairments affecting major human systems like the central nervous and cardiovascular systems; and the risk of accidents threatening virtually all bodily organs. Workers in the labor-intensive forestry sector face the problem of excessive workload. There is a significant mismatch between the physical demands of certain forestry tasks and the capabilities of the workers. High-risk tasks include chainsaw operation, debarking, and log stacking and transport. Furthermore, these and other forestry tasks are associated with high levels of musculoskeletal strain and risks of injury. The paper examines appropriate techniques for reducing physical stress on forest workers engaged in wood raw material production, preventing musculoskeletal disorders, reducing workplace accidents, and enhancing working comfort.

Keywords: Forestry, wood raw material, forest worker

1. GİRİŞ

Dünyamızın önemli doğal kaynaklarından biri olan ormanlar, sahip oldukları özelliklerden dolayı, birçok çalışma biçimini içinde barındırmaktadır. Bu alandaki çalışmalar, genel olarak, orman yetiştirme, bakım, kesim-tomruklama, orman ürünlerinin taşınması, depolanması, orman koruma başlıkları altında toplanmaktadır. Tarihsel süreçte önceleri yiyecek, yakacak ve yapı malzemeleri için ormanlardan yararlanma ağırlıklı bir unsur olarak karşımıza çıkarken, endüstrileşme ile birlikte yaşanan değişim çerçevesinde ticari amaçlar için ormanlardan yararlanma oranının hızlı bir biçimde artması, dünyadaki orman rezervlerinin önemli ölçüde azalmasına neden olmuştur. Dünyadaki orman rezervlerinin azalmasında ticari amaçlar ile ormanlardan yararlanmanın yanı sıra, doğal afetler ya da insan eliyle çıkarılan yangınlar da etkili olmaktadır. Bu azalmanın önüne geçebilmek amacıyla ormancılığı gelişmiş ülkeler, ormanların büyüme kapasitesinin altında bir oranda ormanlardan yararlanma ilkesini benimsemişlerdir. Ormanlar, ülke ekonomileri açısından önemli bir doğal kaynak niteliğindedir. Ekonomik açıdan en önemli orman ürünü olan odun ve oduna dayalı sanayi ürünlerinin üretiminde gelişmiş ülkeler, orman rezervleri gelişmekte olan ülkelere göre daha fazla bir üretim payına sahip bulunmaktadırlar. Gelişmekte olan ülkelerde odun hammaddesi ağırlıklı olarak yakacak şeklinde kullanılmaktadır. Ormanları sadece bir ülkenin ekonomisine yaptığı katkılar ile değerlendirme olanağımız bulunmamaktadır. Ormanların canlı yaşamı için doğal bir ekosistem, iklim ve su rejimleri için bir dengeleyici, oksijen kaynağı ve karbon yutağı olması, erozyon, sel ve çığ tehlikelerini azaltması gibi ekonomik terimler içinde ifade edilemeyecek sayısız yararı bulunmaktadır. Ormancılık faaliyetlerinin yürütülmesinde ihtiyaç duyulan iş gücünü, fiziksel ve zihinsel emek harcayarak karşılamak amacıyla çalışan bireylere orman işçisi denilmektedir (Karaman, 1995; Erdaş ve Acar, 1995). Doğal olarak yetişmiş ya da suni yolla yetiştirilerek kesim çağına ulaşmış orman ağaçlarını bilimsel, teknik müdahalelerle insanlığın hizmetine sunma faaliyetine odun hammaddesi üretimi denilir (Melemez ve Tunay, 2010; Enez vd., 2014). Ormancılıkta odun hammaddesi üretiminin zor aşaması belirli çap ve boya gelen ağaçların kesilmesi ve tomruklanmasıdır. Ülkemizde orman işçilerinin % 65'i odun hammaddesi üretim işlerinde çalışmaktadır (Erdaş ve Acar, 1995; Eroğlu vd., 2015).

1.1. Kuramsal Çerçeve

Odun hammaddesi üretiminde çalışan orman işçilerinin sorunları, işin doğasından kaynaklanan ağır fiziksel risklerin yanı sıra güvencesiz çalışma modelleri ve yetersiz sosyo-ekonomik koşullardan meydana gelmektedir. Ormancılık, tüm dünyada ve Türkiye'de iş kazası oranı en yüksek ve en tehlikeli iş kollarından biri olarak kabul edilmektedir (ILO, 2010). Üretim sahalarında mekansal izolasyon ve çadır yaşamı, temel altyapı hizmetlerine (temiz su, elektrik, hijyen) erişim sorunları, sosyal ortamdan uzak aile hayatı ve çocukların eğitime erişim

kısıtlılıkları, kötü barınma ve yetersiz sosyal yaşam, sadece birer yaşam standardı sorunu değildir; doğrudan işçinin fiziksel ve zihinsel yenilenmesini (rejenerasyonunu) engelleyerek iş kazalarına davetiye çıkaran yapısal birer nedendir.

2. YÖNTEM

Odun hammaddesi üretiminde çalışmanın kendine özgü doğasından kaynaklanan gürültü ve titreşim gibi fiziksel riskler ile psikososyal riskler yapılmış araştırmalar çerçevesinde incelenmiştir. Odun hammaddesi üretim işleri genel olarak dağlık araziye çekilmiş orman alanlarında yapılmaktadır. Bu işler için gerekli çalışma, günümüz koşullarında insan gücü, alet ve makinelerin kullanılmasıyla yapılmaktadır. Orman işçiliği, özellikleri gereği Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından "çok ağır" işlerden kabul edilir (ILO, 1991). Yüksek enerji tüketimi, statik çalışma yoğunluğu, ağır yükler kaldırılması ve taşınması, eğilme-diz çökme ve kalkma hareketlerinin sıkça tekrarlanması, ekstrem sıcaklık, yüksek rutubet, rüzgar, kar ve yağmur gibi iklim faktörlerine açık olması, gürültü, vibrasyon, gaz, toz, kimyasal maddeler gibi olumsuz teknolojik etkiler, merkezi sinir sistemi, kalp-dolaşım sistemi gibi insanın başlıca sistemlerinde oluşturduğu sağlık bozuklukları ve vücudun potansiyel olarak bütün organlarına yönelik kaza riskleri orman işlerini ağır işler arasına sokmaktadır.

3. BULGULAR

Yapılan araştırmalarda 85 dB(A) ve daha yüksek gürültüye uzun süre maruz kalanlarda işitme kaybının ortaya çıktığı saptanmıştır. 85 dB(A)'in üzerinde basınç düzeyine sahip seslerin geçici ve kalıcı işitme yeteneği kayıpları gibi etkileri olduğu için, Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), 85 dB(A)'i uyarı sınırı, 90 dB(A)'i tehlike sınırı kabul etmiştir. Odun hammaddesi üretiminde kullanılan motorlu testereler çalışırken genellikle 115 ila 120 dB arasında çok yüksek düzeyde gürültü üretmektedir. Bu düzey, yasal gürültü sınırlarının ve insan sağlığı için kritik eşiklerin oldukça üzerindedir. Kalıcı işitme kaybına neden olduğu gibi uzun süreli maruziyet; kulak çınlaması, yüksek tansiyon, yorgunluk, dikkat eksikliği ve iş kazası riskini artıran stres oluşturmaktadır. Motorlu testereler gürültünün yanı sıra el-kol titreşimi de yayarak sinir ve damar sistemine zarar vermektedir (Tunay ve Melemez, 2008).

Şekil 1. Motorlu testere ile ağaç kesimi

Yükleme makinelerinde operatörün maruz kaldığı eşdeğer gürültü seviyesi 92.9 dB(A)'dır. Bu değer uluslararası standartlarda belirtilen tehlike sınırı 90 dB(A)'in üzerindedir. Çekici (tamburlu) traktör operatörlerinde ilk çalışma yıllarından itibaren bel rahatsızlıklarının oluştuğu belirlenmiştir. Operatörün hem araç üzerindeki pedallar vasıtasıyla aracı, hem de traktöre monte tambur sistemi üzerindeki kollar vasıtasıyla tambur sistemini kontrol etmesinin ve ürün takıldığında aracın devrilmemesi için ani hareketler yapma gerekliliğinin operatör üzerinde yanlış oturuş ve duruş bozukluklarına neden olduğu tespit edilmiştir (Tunay, 2020). Titreşim, basitçe kişinin içinde bulunduğu ortamda vücuduna iletilen sarsıntılar olarak ifade edilmekte ve titreşimin vücuda etkileri şiddetine göre değişiklik göstermektedir. Ormancılıkta çeşitli amaçlarla kullanılan traktörlerin oturma yerleri ise titreşim bakımından önem taşımaktadır (Melemez ve Tunay, 2010). Günümüz ormancılıkta çok önemli bir yere sahip olan traktörler ve kamyonlar ergonomik açıdan incelendiğinde, operatörün sağlık ve iş verimi açısından önemli yüklenme ve gerilmelere maruz kaldığı görülmektedir. Engebeli arazi üzerinde hareketten kaynaklanan düşük frekanslı titreşimlerin kontrol edilmesi zordur.

Şekil 2. Yükleme makinesi ile kamyona tomruk yükleme

Odun hammaddesi üretiminde çalışan işçilerin önemli bir kısmı geçici statüde çalışmaktadır. Yılın yalnızca belirli aylarında (üretim sezonunda) istihdam edilmeleri, yılın geri kalanında işsiz kalmalarına ve düzenli bir gelirden mahrum olmalarına neden olmaktadır. Yıl içerisindeki prim ödeme gün sayısının az olması sebebiyle, orman işçilerinin emeklilik haklarına kavuşması çok daha uzun sürede gerçekleşmektedir. Yapılan yasal düzenlemelerle orman köylülerinin üretimdeki payının azaldığı ve işlerin büyük müteahhit şirketlere devredildiği görülmektedir. Bu durum, ormanı koruyarak geçinen orman köylüsünün gelir kaybı yaşamasına ve güvencesiz taşeron işçiliğe zorlanmasına neden olmaktadır.

Orman işçileri uzun yıllar, İş Kanunu'nun kapsamı dışında kalmışlardır. Bu durum, Temmuz 2003'te yürürlüğe giren 4857 sayılı yasa ile değiştirilerek, elliden fazla işçi çalıştıran işyerlerindeki orman işçileri yasa kapsamı altına alınarak elliden az işçi çalıştıran (50 dahil) tarım ve orman işlerinin yapıldığı işyerleri veya orman işletmeleri yasanın kapsamı dışında bırakılmıştır (madde 4/b fıkrası). Sektördeki küçük işletmelerin yaygınlığı göz önüne alındığında, çalışma hakları açısından olumlu bir gelişme olarak değerlendirilecek nitelikte değildir. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 2. maddesi (ç) bendi gereği "çalışan istihdam etmeksizin kendi nam ve hesabına mal ve hizmet üretimi yapanlar" bu kanundan istisna tutulmuştur.

Şekil 3. Traktörle tomrukların sürütülmesi

Bir işverene bağlı olarak ücretli çalışanlar, SSK kapsamında değerlendirilirken, bağımsız çalışanların sosyal güvencesi, 2926 sayılı Tarımda Kendi Adına ve Hesabına Çalışanların Sosyal Güvence Yasası Kapsamında Bağ-Kur tarafından sağlanmaktadır. Vahidi fiyat (birim fiyat) olarak adlandırılan düzende orman köylüleri, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) idaresindeki ormanlarda, OGM'nin ağaçlarını, OGM adına kesip, OGM'nin belirlediği şekilde tomruk, maden direği vb. ürünlere ayırmış, OGM'nin rampa ve depolarına taşımış, bu depolarda istif tasnif işlerini yapmış fakat kendi nam ve hesabına çalışan "işveren" olarak adlandırılmışlardır. Çalışma alanı olan ormanlar ise, kanunda işyeri tanımı içerisinde yer almamış, tarımsal işletme olarak da görülmemiştir. Birim fiyatla yaptırılan kesme, sürütme, taşıma gibi odun hammaddesi üretim işlerinde işverene bağlı o1madan kendi nam ve hesaplarına çalışan köylüler ile orman kalkındırma kooperatifi üyeleri için 6331 Sayılı Kanun hükümlerinin uygulanmayacağı hususu net olarak ifade edilmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. 4857 ve 6331 sayılı kanunların uygulanabileceği faaliyet konuları

4857 sayılı İş Kanunu	6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu
Bu Kanun, aşağıda belirtilen istisnalar dışında kalan bütün işyerlerine, bu işyerlerinin işverenleri ile işveren vekillerine ve işçilerine faaliyet konularına bakılmaksızın uygulanır: a) Deniz ve hava taşıma işlerinde, b) 50'den az işçi çalıştırılan (50 dahil) tarım ve orman işlerinin yapıldığı işyerlerinde veya işletmelerinde, c) Aile ekonomisi sınırları içinde kalan tarımla ilgili her çeşit yapı işleri, d) Bir ailenin üyeleri ve 3 üncü dereceye kadar (3 üncü derece dahil) hısımları arasında dışarıdan başka biri katılmayarak evlerde ve el sanatlarının yapıldığı işlerde, e) Ev hizmetlerinde, f) (…) (1) çıraklar hakkında, g) Sporcular hakkında, h) Rehabilite edilenler hakkında, ı) 507 sayılı Esnaf ve Sanatkârlar Kanununun 2 nci maddesinin tarifine uygun üç kişinin çalıştığı işyerlerinde.	Bu Kanun; kamu ve özel sektöre ait bütün işlere ve işyerlerine, bu işyerlerinin işverenleri ile işveren vekillerine, çırak ve stajyerler de dâhil olmak üzere tüm çalışanlarına faaliyet konularına bakılmaksızın uygulanır. Ancak aşağıda belirtilen faaliyetler ve kişiler hakkında bu Kanun hükümleri uygulanmaz: a) Fabrika, bakım merkezi, dikimevi ve benzeri işyerlerindekiler hariç Türk Silahlı Kuvvetleri, genel kolluk kuvvetleri ve Milli İstihbarat Teşkilatı Müsteşarlığının faaliyetleri. b) Afet ve acil durum birimlerinin müdahale faaliyetleri. c) Ev hizmetleri. ç) Çalışan istihdam etmeksizin kendi nam ve hesabına mal ve hizmet üretimi yapanlar. d) Hükümlü ve tutuklulara yönelik infaz hizmetleri sırasında, iyileştirme kapsamında yapılan iş yurdu, eğitim, güvenlik ve meslek edindirme faaliyetleri. e) (Ek: 10/9/2014-6552/15 md.)Denizyolu taşımacılığı yapan araçların uluslararası seyrüsefer hâlleri.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Gürültünün insan üzerindeki etkileri genel olarak öznel olmakla birlikte, en belirgin etkilerinden biride işitme kaybına neden olabilmesidir. Çalışma ortamında 60 dB'nin üzerindeki sesler çalışanları çeşitli şekillerde rahatsız edip etkilemektedir. Sesin desibeli veya şiddeti yükseldikçe duyulan rahatsızlık seviyesi de etkileri de artmaktadır. Bu etkilerin ortaya çıkması zaman alabileceğinden işverenler gürültüyü pek önemsememektedirler. Bu nedenle mesleğe bağlı hastalıklardan en çok karşımıza çıkan hastalık, gürültüye bağlı işitme kaybıdır. Eğer kişi uzun süre 90 dB'nin üstünde bir sese maruz kalırsa, gürültüye bağlı işitme kaybı, geçici olabileceği gibi kalıcıda olabilir.

Gürültünün insan üzerindeki bazı etkileri belli bir süre dinlendikten sonra kaybolabilir. Örneğin 90 dB'nin üstündeki gürültülü bir ortamda 100 dakika çalışan bir bireyde meydana gelen 18 - 20 dB şiddetindeki geçici işitme kaybının yok olması için kişinin bu ortamdan 1000 dakika uzak kalarak dinlenmesi gerekmektedir. Yani

ortalama geçici işitme kaybının etkilerinin yok olması için gereken süre, gürültülü ortamda geçirilen sürenin on katı olmalıdır. Ayrıca gürültünün şiddeti arttıkça bu etkileri yoketmek de zorlaşmaktadır ve dinlenilmeye ayrılan sürenin daha da artırılması gerekmektedir (Güvercin ve Aybek, 2003). Geçici işitme kaybının oluşturduğu problemler, etkisinde kalınan gürültüden belirli bir süre uzaklaştıktan sonra yok olmaktadır. Ancak söz konusu gürültülü ortamda uzun süreler yani aylar veya yıllar geçirilirse geçici işitme kaybı artık geri döndürülemez bir hal alır ve kalıcı işitme kaybına dönüşür. Kalıcı işitme kaybı; maruz kalınan ses şiddeti ve kişiye göre değişkenlik göstermekle birlikte yaklaşık olarak 10-12 yılda oluşur. Başlangıçta 4000 Hz ve civarını etkileyerek başlasa da ilerleyen dönemlerde alçak frekanslara doğru kayarak konuşma sesinin algılanmasına etki eder. Bu da insanlarda ciddi anlamda rahatsızlık ve iletişimde güçlük oluşturur. (Ediz vd., 2002). Uzun saatler yalnız çalışma, tehlike algısı ve stres, ulaşım ve iletişim zorlukları, mevsimsel iş belirsizliği gibi psikososyal yüklenmeler sonucu tükenmişlik, uyku bozuklukları, kazalara sebep olabilen konsantrasyon kaybı meydana gelmektedir. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) standartlarına uyulması, geçici işçilere tam zamanlı kadro sağlanması ve iş sağlığı denetimlerinin sıkılaştırılması fiziksel ve psikososyal sorunların çözümünde kritik adımlar olmaktadır.

KAYNAKLAR

Ediz İ., Beyhan S., Akçakoca H., Sarı E. (2002). Madencilikte gürültüye bağlı işitme kayıplarının incelenmesi. Türkiye, 13, 29-31.

Enez K., Topbas M., Acar H.H. (2014). An evaluation of the occupational accidents among logging workers within the boundaries of Trabzon Forestry Directorate, Turkey. International Journal of Industrial Ergonomics, 44(5): 621-628.

Erdaş O. ve Acar H.H. (1995). Doğu Karadeniz Bölgesi Orman İşçilerinde İşçi Sağlığı, Beşinci Ergonomi Kongresi, MPM Yayın No. 570, İstanbul, 312-332.

Eroğlu H., Kayacan Y., Yılmaz R. (2015). Effects of work types and workload on certain anthropometric parameters in forestry workers. Anthropologist, 20(3): 515-522.

Güvercin Ö. ve Aybek A. (2003). Taş kırma ve eleme tesislerinde gürültü sorunu. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 6(2).

ILO (1991). Fitting the Job to the Forest Worker, ILO publication, Geneva, 118-129.

ILO (2010). Code of practice on safety and health in agriculture Meeting of Experts to Adopt a Code of Practice on Safety and Health in Agriculture (Geneva, 25–29 October 2010) 203 p.

Karaman A. (1995). Doğu Karadeniz Bölgesinde Odun Hammaddesi Üretimi İşçiliğinde Problemler ve Ergonomik Yaklaşımlar, Beşinci Ergonomi Kongresi, MPM Yayın No. 570, İstanbul, 293-304.

Melemez K. ve Tunay M. (2010). Ormancılıkta Traktör Titreşiminin Ergonomik Değerlendirmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1): 96-108.

Menemencioğlu K. (2012). Tarım ve Orman İşçiliğinde Çalışma Yeri Koşulları ve Karşılaşılan Sorunlar, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 5 (2).

Tanrıver E. (2023). Çiftçilerde İşitme Kaybı ve Gürültü Hassasiyeti İncelemesi, Kapadokya Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir.

Tunay M. ve Melemez K. (2008). Noise induced hearing loss of forest workers in Turkey, Pakistan Journal of Biological Sciences 11(17).

Tunay M. (2016). Ormancılık İş bilgisi. Bartın Üniversitesi Yayın No:27, Bartın.

Tunay M. (2020). Ormancılık Ergonomisi ve Orman İşinin Tasarımı: Gürültü ve Titreşim, Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Teori ve Araştırmalar, Editör Prof. Dr. Nigar Yarpuz Bozdoğan ISBN: 978-625-7243-66-7, Gece Kitaplığı, Ankara.

EKOLOJİK SANATTA ENSTALASYON VE DOĞA–İNSAN İLİŞKİSİNE DAİR YAPIT ÖRNEKLERİ

Dr. Öğrt. Üyesi, Uğur ÖZEN

Iğdır Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Resim Bölümü, Resim, uozen40@gmail.com,

ORCID https://orcid.org/0000-0002-2893-242X

Özet

Ekolojik sanat, yalnızca doğa ve çevre sorunlarına dair konulara odaklanan bir sanat yaklaşımı olarak düşünülmemeli, insan ve doğa arasındaki ilişkiyi irdeleyen, birbirleri arasındaki ilişki biçimlerini sanat yapıtı üzerinden anlamlandıran bir alan olarak değerlendirilmelidir. Bu bağlamda düşünüldüğünde enstalasyon, doğal ve yapay malzemelerin bir araya getirilerek organize edilmesi, belirli bir mekânın bağlamı dışında başka anlamlar barındırabilecek şekilde dönüştürülmesi ve izleyenin yapıtla kurduğu fiziksel ilişki üzerinden doğa–insan etkileşiminin deneyimlenmesine olanak sağlamaktadır.

Bu çalışmada ekolojik sanat başlığı altında üretilen enstalasyon pratikleri ve çevresel düzenlemeler, seçilmiş yapıt örnekleri üzerinden incelenecktir. Araştırmanın örneklemini Joseph Beuys'un *7000 Oaks*, Agnes Denes'in *Wheatfield—A Confrontation* ve Andy Goldsworthy'nin doğada gerçekleştirdiği geçici düzenlemeleri oluşturmaktadır. Söz konusu yapıtlar; mekân, malzeme, insan müdahalesi, doğayla kurulan ilişki, zaman ve dönüşüm ölçütleri doğrultusunda karşılaştırmalı olarak değerlendirilecektir.

Beuys'un *7000 Oaks* projesi, ağaç dikimini kentsel ve toplumsal bir dönüşüm pratiğine dönüştürürken; Denes'in *Wheatfield—A Confrontation* çalışması, tarımsal üretim alanını kentin merkezine taşıyarak doğa, ekonomi, mülkiyet ve tüketim ilişkilerini sorgulamaktadır. Goldsworthy'nin doğadaki geçici düzenlemeleri ise taş, yaprak, dal, buz ve toprak gibi doğal malzemelerin kendi dönüşüm süreçlerini yapıtın bir parçası hâline getirmesi bakımından farklılaşmaktadır.

Çalışmanın temel amacı, farklı sanatçıların ekolojik enstalasyonlarında doğanın nasıl konumlandırıldığını ve insan müdahalesinin hangi anlamlarla yapıta dönüştürüldüğünü ortaya koymaktır. Bu doğrultuda ekolojik enstalasyonun, doğayı temsil eden bir sanat biçiminden ziyade insan, mekân, malzeme ve doğal süreç arasındaki ilişkiyi görünür kılan deneyimsel bir sanat pratiği olduğu sonucuna ulaşılması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekolojik sanat, enstalasyon, doğa, insan, ekoloji, çevre, mekân, doğal malzeme.

INSTALLATİON İN ECOLOGİCAL ART AND SELECTED WORKS ON THE HUMAN–NATURE RELATİONSHİP

Asst. Prof.Dr,Uğur ÖZEN Iğdır University Faculty of Fine Arts, Department of Painting, Painting,

uozen40@gmail.com,ORCID https://orcid.org/0000-0002-2893-242X

Abstract

Ecological art should not be considered merely as an artistic approach that focuses on issues concerning nature and the environment; rather, it should be regarded as a field that examines the relationship between humans and nature and interprets the forms of interaction between them through the artwork. From this perspective, installation enables the experience of human–nature interaction through the organization and combination of natural and artificial materials, the transformation of a particular space in ways that may generate meanings beyond its original context, and the physical relationship established between the viewer and the artwork.

This study examines installation practices and environmental interventions produced within the context of ecological art through selected examples of artworks. The sample of the study consists of Joseph Beuys's 7000 Oaks, Agnes Denes's Wheatfield—A Confrontation, and Andy Goldsworthy's temporary interventions in nature. These works will be comparatively analyzed according to the criteria of space, material, human intervention, relationship with nature, time, and transformation.

While Beuys's 7000 Oaks transforms tree planting into a practice of urban and social transformation, Denes's Wheatfield—A Confrontation questions the relationships between nature, economy, property, and consumption by bringing an agricultural production area into the center of the city. Goldsworthy's temporary interventions in nature, on the other hand, differ in that they incorporate the natural processes of transformation of materials such as stones, leaves, branches, ice, and soil into the artwork itself.

The main objective of this study is to reveal how nature is positioned in the ecological installations of different artists and how human intervention is transformed into artistic meaning. Accordingly, the study aims to demonstrate that ecological installation is not merely an artistic form representing nature, but rather an experiential artistic practice that makes visible the relationship between humans, space, material, and natural processes.

Keywords: Ecological art, installation, nature, human, ecology, environment, space, natural materials.

1.GİRİŞ

Sanatın doğayla kurduğu ilişki, sanat tarihinin büyük bölümünde temsil ekseninde biçimlenmiştir. Mağara resimlerinden Roma mozaiklerine, Rönesans manzara resminden Romantik dönemin yüce anlatılarına ve Empresyonizme kadar doğa, sanatçının gözlemlediği, betimlediği ve estetik olarak düzenlediği bir nesne olarak konumlanmıştır (Saygı, 2016). Bu uzun süreçte doğa, sanat yapıtının dışında, sanatçının karşısında duran bir manzara olarak kalmıştır. Ancak 20. yüzyılın ikinci yarısında, özellikle 1960'lardan itibaren bu ilişki köklü biçimde dönüşmeye başlamıştır. Bilimsel ve teknolojik ilerlemeler ile birlikte modern toplumun çevreyle uyumlu olmayan, insanın merkezileştiği kalkınma anlayışının hem kültür alanında hem de ekonomik alanda değerleri etkilemesi, gezegeni ekolojik bir değişime ve krize sürüklemiştir. Dünyanın ısınması, tatlı su kaynaklarının kirliliğe maruz kalması, tarıma elverişli alanların ve ormanların tahribatı, insan nüsundaki artış ve bu artışa dayalı gıdaya erişimin güçleşmesi, toprağın erozyona maruz kalması gibi sorunlar, yirminci yüzyılın ortalarından itibaren kamusal tartışmanın ana gündemine yerleşmiştir. Bu bağlamda sanatçılar tüketime dayalı toplumsal yaşam tarzına ve hızlı büyüme kaygısına odaklanmış düşünme biçiminin yarattığı küresel risklere karşı tavır oluşturarak, çevresel sorunları multidisipliner bir yaklaşımla yapıtları aracılığı ile tartışmaya açmıştır (Mamur, 2017).

Bu manzara ile beraber ortaya çıkan ekolojik sanat anlayışı, çevresel sorunların altını çizerek çevreci bir metodolojiyi benimseyen güncel bir sanat hareketi olarak tanımlanmıştır (Günaydın, 2024). Ne var ki ekolojik sanatı yalnızca çevre sorunlarını konu edinen, tematik olarak belirlenmiş bir sanat anlayışı olarak sınırlandırmak, alanın kavramsal zenginliğini görünmez kılar. Ekolojik sanat, insan ile doğa arasındaki ilişkinin, insan müdahalesinin, mekânın, malzemenin ve doğal süreçlerin sanat yapıtı aracılığıyla sorgulandığı bir alandır. Bu yönüyle yapıt, çevresel bir mesajın taşıyıcısı olmanın ötesinde, insanın doğa karşısındaki konumunu yeniden düşünmeye çağıran bir sorgulama zemini hâline gelir. Bu zeminde antropojenik müdahale, yani insan eliyle doğada yaratılan değişim, sanatın hem konusu hem de biçimsel kurucu unsuru olarak belirir. Ekolojik düşünce ile sanatın kesiştiği noktada ortaya çıkan çevresel farkındalık ise doğanın yalnızca bir kaynak ya da sahne olmadığı, kendi süreçleri, döngüleri ve özerkliği olan bir varlık alanı olduğu düşüncesine dayanır.

Enstalasyon, ekolojik sanat açısından önemli bir ifade biçimi olarak öne çıkar; çünkü bu yalnızca nesnelerin bir mekâna yerleştirilmesi değil, mekânın, malzemenin, izleyicinin, zamanın ve doğal süreçlerin birlikte anlam ürettiği deneyimsel bir pratik olarak anlaşılmalıdır. Enstalasyon sanatı, mekânı malzeme olarak ele alır ve izleyiciyi yapıtın karşısında duran bir seyirci değil, içine giren, çevresinde dolaşan ve yapıtı bedensel olarak deneyimleyen bir özne konumuna taşır (Kayser & Coëllier, 2021). Ekolojik bağlamda bu özellik kritik bir

anlam kazanır: doğal malzemelerin estetik nesneler olarak kullanılmasının yanı sıra bu malzemelerin değişimi, bozulması, erimesi, büyümesi, kuruması, çürümesi ve mevsimsel dönüşümü de yapıtın parçası hâline gelir. Böylece zaman, ekolojik enstalasyonun ayrılmaz bir bileşeni olur.

Bu çalışmanın problemi, ekolojik sanat literatüründe doğanın çoğu zaman ya temsil edilen bir nesne ya da pasif bir malzeme olarak ele alınması, buna karşın doğanın yapıtın oluşumuna katılan aktif bir unsur olarak konumlandırıldığı pratiklerin karşılaştırmalı olarak yeterince incelenmemesidir. Çalışmanın amacı, farklı sanatçıların ekolojik enstalasyonlarında doğanın nasıl konumlandırıldığını ve insan müdahalesinin hangi anlamlarla sanat yapıtına dönüştürüldüğünü ortaya koymaktır. Kapsam, Joseph Beuys'un 7000 Meşe projesi, Agnes Denes'in Wheatfield—A Confrontation adlı yapıtı ve Andy Goldsworthy'nin doğada gerçekleştirdiği geçici düzenlemeleriyle sınırlandırılmıştır. Bu üç sanatçının seçilmesinin nedeni, doğaya müdahale düzeyleri, mekân tercihleri ve doğayı konumlandırma biçimleri arasındaki belirgin farklılıkların karşılaştırmalı bir okumaya imkân tanımasıdır. Çalışmanın temel araştırma alanı "Ekolojik sanat kapsamında üretilen enstalasyonlarda doğa nasıl konumlandırılmakta ve insanın doğaya müdahalesi hangi biçimsel ve kavramsal süreçler aracılığıyla sanat yapıtına dönüşmektedir?"sorusudur.

2. EKOLOJİK SANATIN KAVRAMSAL VE TARİHSEL ÇERÇEVESİ

Ekolojik sanatın kavramsal çerçevesini kurmak, alanın literatürde sıkça birbirine karıştırılan terminolojisini ayırt etmeyi gerektirir. 1960'ların sonlarından itibaren doğa temelli sanat pratiklerini tanımlamak üzere land art, earthworks, yerleştirmeye özgü sanat (site-specific art), destinasyon sanatı, ekolojik sanat, eko-sanat ve çevresel heykel gibi çok sayıda etiket kullanılmıştır (Thornes, 2008). Bu etiketlerin çoğulluğu, alanın ortak bir kavramsal çatı altında toplanmasını güçleştirmiştir. Nitekim Environmental Art (çevresel sanat), çevreyi doğrudan temsil eden yapıtların yanı sıra temsili olmayan ve performatif işleri de kapsayacak biçimde şemsiye bir tür olarak önerilmiştir (Thornes, 2008). Bu geniş tanım, kavramın kapsayıcılığını artırsa da ekolojik sanatın ayırt edici niteliğini belirsizleştirme riski taşır.

Ekolojik sanat ile Land Art ve Earth Art arasındaki temel fark, sanatçıların doğaya yönelik tutumunda ve yapıtın amacında yatar. Ekolojik sanatın kökeni 1960'ların sonunda Birleşik Krallık, ABD ve Avrupa'da ortaya çıkan Earthworks ve Land Art pratikleriyle yakından ilişkili olsa da bu hareketlerin amaçları her zaman örtüşmez. Earthworks ve Land Art yapıtları genellikle kavramsal niteliktedir; sanatçılar uzak manzaralarda doğal malzemeler kullanarak öncelikle sanata ilişkin yerleşik kabulleri sarsmayı amaçlamış, ekolojik ilkeleri ileri taşımayı hedeflememiştir. Buna karşılık ekolojik sanat, "ekolojik bozulmaya ilişkin farkındalık yaratmayı ya da doğrudan ekosistemleri ve diğer doğal süreçleri desteklemeyi veya onarmayı" amaçlar. Bu ayrım, ekolojik

sanatın insan merkezli yapıların biyolojik çevreleri ve ekosistemleri sömürmesi ve bozması sonucu doğan sorunlara yanıt vermesiyle de pekişir (Lauwrens, 2019).

Earth Art kavramı ise farklı biçimlerde konumlandırılmıştır. Kimi yazarlar Earth Art'ı Land Art ile eş anlamlı kullanırken, kimi yazarlar onu, toprağı estetik amaçlarla değiştirmeye odaklanan özgül bir Land Art biçimi olarak tanımlar (Álvarez & Amigo, 2023). Bu ikinci okuma, Earth Art'ın doğayı radikal biçimde modern bir kaynak olarak kavradığı ve sanata ilişkin endüstriyalist bir kabullenmeyi birlikte taşıdığı eleştirisiyle birleşir. Bu noktada, Land Art'ın "bakir" alanları fethetme ve çölün sanatsal müsamahasından yararlanma eğilimine karşıt olarak, eko-sanatın kent ortamında toplumsal heykel pratiğiyle geliştiği vurgusu, iki yaklaşım arasındaki tutum farkını belirginleştirir (Delahaie, 2022). Eco-art ve ekolojik sanat kavramları ise daha geniş bir etik ve politik iddia taşır. Nitekim Lipton ve Spaid'in 1999'da ortaya attığı "ecovention" (ekolojik müdahale) terimi, kirletilmiş ve zarar görmüş arazilerin onarımı, iyileştirilmesi ve yenilenmesine yönelen, sanat ile bilimi birleştiren dış mekân müdahalelerini tanımlar (Voison, 2020). Bu müdahaleler ekolojik dönüşümü amaçlarken, eko-sanatın yalnızca farkındalık yaratmaya yönelebileceği de literatürde kabul edilir (Epule, 2022).

Sürdürülebilir çağdaş sanat, 1970'lerden bu yana sanatçıların kolektif eylemler yoluyla mevcut toplumsal sorunlara yaratıcı yaklaşımlar geliştirdiği bir alan olarak belirginleşmiştir; Joseph Beuys, Andy Goldsworthy ve Olafur Eliasson bu yaklaşımın öne çıkan temsilcileri arasında sayılır (Simon, Vieira, & Jecu, 2023). Ekolojik sanat ise kaynakları ve ekolojisini yapıtın bünyesine dâhil eden, doğayı, doğal malzemeleri ve sürdürülebilir teknikleri kullanan bir sanatsal pratik olarak tanımlanır (Simon, Vieira, & Jecu, 2023). Bu tanım, ekolojik sanatın doğayı yalnızca konu edinmediğini, yapıtın maddi kuruluşuna kattığını göstermesi bakımından önemlidir. Türkiye'deki literatürde de ekolojik sanat, insan ve doğa ekseninde ele alınmakta; doğa algısının 1980'lerden itibaren sanatsal pratikleri galeri dışına taşıdığı, 2000'lerden sonra ise çevresel sorunlara dikkat çekmek üzere izleyiciyi daha duyarlı bir konuma çektiği belirtilmektedir (Saygı, 2016). İklim krizinin neredeyse bir kıyamet söylemine dönüştüğü güncel bağlamda genç sanatçıların üretimleri de bu eksende değerlendirilmektedir (Aksoy, 2021). Bu kavramsal ayrımlar, alanın tarihsel gelişimiyle birlikte okunduğunda anlam kazanır.; Çizelge 1'de söz konusu kavramların karşılaştırması sunulmuştur.

Çizelge 1. Ekolojik sanat, Land Art, Earth Art ve ekolojik enstalasyon kavramlarının karşılaştırılması

Kavram	Temel özellik	Doğanın rolü	İnsan müdahalesi	Mekân	Temel yaklaşım	Kaynak
Environmental Art	Temsili ve performatif yapıtları kapsayan şemsiye tür	Betimlenen ya da performatif olarak ilişkilenilen ortam	Değişken; temsil ya da performatif eylem	Galeri içi ve dışı	Çevreyi konu edinme ve iletme	(Thornes, 2008)
Ecological Art / Eco-art	Ekolojik bozulmaya farkındalık yaratma, ekosistemleri onarma	Ekosistem ve süreç; bünyeye dâhil edilen ekoloji	Onarıcı, iyileştirici, bilimle işbirliğine dayalı	Kent, bozulmuş arazi, dış mekân	Etik-politik sorumluluk	(Álvarez & Amigo, 2023; Simon, Vieira, & Jecu, 2023, p. 61)
Land Art	Kavramsal; sanata ilişkin kabulleri sarsma	Uzak manzara; sanatın yapıldığı sahne	Yüksek; geniş ölçekli arazi düzenlemesi	Uzak, "bakir" doğal alanlar	Sanat kavramının sorgulanması	(Álvarez & Amigo, 2023; Delahaie, 2022, p. 61)
Earth Art	Toprağı estetik amaçla değiştirme; doğayı kaynak olarak kavrama	Kaynak; estetik olarak biçimlendirilen madde	Yüksek; endüstriyel müdahale	Arazi, çöl, göl kıyısı	Modern doğa tasarımı	(Álvarez & Amigo, 2023; Delahaie, 2022, p. 61)
Environmental / Ekolojik Enstalasyon	Mekân, malzeme, izleyici ve sürecin birlikte anlam ürettiği deneyim	Süreç ve özne; dönüşüme katılan aktif unsur	Değişken; minimumdan onarıcıya	Kent, galeri, kamusal alan	Deneyim ve ilişkisellik	(Kayser & Coëllier, 2021; Özdamar, 2022, p. 19)

Çizelge 1'in ortaya koyduğu ayrımlar, ekolojik sanatın tarihsel gelişimini tek bir çizgiye indirgemenin mümkün olmadığını gösterir. 1960'lar ve 1970'lerden itibaren doğa, sanatın yalnızca konusu değil, malzemesi, mekânı ve süreci hâline gelmiştir. Bu dönüşüm, çevresel bilincin yükselişi, sürdürülebilirlik tartışmaları ve insan–doğa ilişkisinin yeniden sorgulanmasıyla paralel ilerlemiştir. Ancak sürdürülebilirlik ve çevresel sorumluluk söylemlerinde insanın çoğu zaman doğayı koruyan ve gözeten bir "kâhya" olarak, fakat yine de öncelikli ve eyleyicilik bakımından üstün bir konumda tasavvur edildiği eleştirisi de dikkate alınmalıdır. Bu eleştiri insan ile doğa arasındaki karşılıklı bağımlılık tartışmasının sembolik düzeyde kaldığını ve insan tasavvurunun özerk, doğrusal gelişen bir bireysel düşünme zemini üzerine kurulduğunu ileri sürer (Ylirisku, 2021). Bu nedenle ekolojik sanatın kavramsal çerçevesi, doğanın yapıttaki rolünü yeniden düşünmeyi zorunlu kılar.

3. ENSTALASYON SANATI VE EKOLOJİK YAKLAŞIM

Enstalasyon kavramı, en basit tanımıyla nesnenin ya da nesnelerin mekân içine yerleştirilmesi ve yerlerinin belirlenmesidir (Gürgüler, 2023). Ancak bu tanım, enstalasyonun çağdaş sanat içindeki dönüştürücü işlevini açıklamakta yetersizdir. Enstalasyon sanatı, mekânı malzeme olarak ele alan yeni bir maddileştirme kipi getirmiştir; ister galeri ve müzenin iç mekânı, ister kırsal ya da kentsel dış mekân olsun, mekân yapıtın kurucu maddesi hâline gelir ve izleyici tarafından "bir bütün olarak" algılanan sanal bir arena oluşturur. Bu arena, izleyicinin içinde yürüyerek ya da çevresinde dolaşarak yapıtı "oluş hâlinde" kavradığı öznel bir deneyimi de kapsar (Kayser & Coëllier, 2021). Enstalasyonun bu niteliği, izleyicinin statik bir tabloya baktığı geleneksel alımlama biçiminden ayrılır; izleyici enstalasyonun oluşturduğu ortamın içerisine girerek ve yapıtın içerisinde dinamik bir etkileşimle yapıtı deneyimleme şansı yakalar (Uzun, 2023).

Enstalasyonun kökenleri, Marcel Duchamp'ın hazır nesneleri, Dadaizm, Sürrealizm ve Konstrüktivizm gibi yerleşik estetik normları eleştiren öncü girişimlere kadar geri götürülür; Allan Kaprow'un Happening'leri ve Yayoi Kusama'nın immersif yerleştirmeleri izleyici katılımı ile algısal dönüşümün temelini atmıştır. Robert Smithson'ın Spiral Jetty'si ve Joseph Beuys'un ekolojik girişimleri ise enstalasyonu toplumsal, politik ve çevresel tartışmanın aracı hâline getirmiştir (Kanwar, 2026). Bu tarihsel çizgi, enstalasyonun sabit sınırları kabul etmeyen, disiplinlerarası bir sanat olarak tanımlandığını gösterir (Gürgüler, 2023). Enstalasyonda ortam önemli olsa da ortamların ve öğelerin farklı bir üslubu vardır ve bu üslup deneyimler olarak kabul edilebilir; yapıtın bulunduğu ortamla, ortamın yapıtla ve her ikisinin izleyiciyle ilişkisi bu üslubu oluşturur. Bu nedenle enstalasyonda amaç, seçilen öğeyi bir mekâna yönlendirmek değil, seçilen mekânı kullanılan öğe için bir yaşam alanı hâline getirmektir (Uzun, 2023).

Ekolojik enstalasyon, bu deneyimsel çerçeveyi doğal süreçlerle birleştirir. Enstalasyonun zamansal boyutu, ekolojik yaklaşımda belirleyici bir role sahiptir. Mimari ve mekânsal enstalasyonlar, izleyiciyle tartışmalı diyalogları nedeniyle uzam-zamansal sınırları bulanıklaştırır; bu yapıtların çoğu geçicidir ve yapıt, mekân ile izleyici arasında hızlı bir ilişki gerektirir. Yerleştirmeye özgülük, "kullanımda; kullanım ve yer" olarak kavrandığında istikrarsızlığa, geçiciliğe ve zamansallığa tabidir (Özdamar, 2022). Bu kavrayış, ekolojik enstalasyonun geleneksel sanat nesnesinden ayrıldığı noktayı da işaret eder: geleneksel nesne kalıcılık, dayanıklılık ve muhafaza edilebilirlik varsayımı üzerine kurulurken, ekolojik enstalasyon geçiciliği ve dönüşümü bir kusur değil, yapıtın anlamının kurucu bileşeni olarak kabul eder. Enstalasyonun izleyiciyi fiziksel ve düşünsel olarak yapıtın içine çeken, mekâna özgü nitelikleri ile ölçeğin izleyicinin yorumu üzerindeki doğrudan etkisi, bu deneyimin fenomenolojik boyutunu oluşturur (Lennon, 2025).

Bu bağlamda doğal malzemelerin yalnızca estetik nesneler olmadığı açıktır. Yaprak, dal, taş, buz, kar ve toprak gibi malzemeler, sanatçının biçimlendirdiği pasif maddeler olmanın ötesinde, kendi fiziksel ve biyolojik süreçlerini yapıta taşır. Değişim, bozulma, erime, büyüme, kuruma, çürüme ve mevsimsel dönüşüm, yapıtın anlam üretimine katılır. Böylece zaman, enstalasyonun dışsal bir çerçevesi olmaktan çıkıp içsel bir bileşeni hâline gelir. Çizelge 2'de ekolojik enstalasyonda mekân, malzeme, zaman ve dönüşüm ilişkisi bileşenler bazında çözümlenmiştir.

Çizelge 2. Ekolojik enstalasyonda mekân, malzeme, zaman ve dönüşüm ilişkisi

Bileşen	Sanatsal işlev	Ekolojik anlam	Örnek uygulama	Kaynak
Mekân	Yapıtın kurucu maddesi; izleyicinin içine girdiği arena	Yerin ekolojik bağlamını ve geçmişini açığa çıkarma	Kent içi boş arsa, eski dolgu alanı, kırsal arazi	(Çırak, 2025)
Malzeme	Doğal malzeme ile biçim kurma	Malzemenin yaşam döngüsünün yapıta dâhil edilmesi	Yaprak, dal, taş, buz, kar, toprak, ağaç	(Goldsworthy, 1990)
İzleyici	Seyreden değil, deneyimleyen ve katılan özne	Çevresel süreçleri sorgulayan konuma geçiş	Ağaç dikimine katılım, tarlada yürüyüş, yapıtın içinde dolaşma	(Carpentier, 2011)
Zaman	Yapıtın geçici ve süreçsel karakteri	Mevsimsel döngü ve doğal ritimlerin görünürlüğü	Dört aylık yetiştirme süreci, mevsimsel erime	(Joy, LaTour, Charters, Grohmann, & Peña, 2021)
Dönüşüm / Geçicilik	Anlamın kurucu bileşeni; kalıcılık iddiasının reddi	Bozulma, çürüme ve doğaya geri dönüşün estetikleştirilmesi	Buzun erimesi, yaprağın bozulması, hasat	(Olivier, 2007)

4. EKOLOJİK SANATTA DOĞA–İNSAN İLİŞKİSİ

Ekolojik sanatın merkezinde, insan ile doğa arasındaki ilişkinin sanat aracılığıyla sorgulanması yer alır. Bu sorgulama, kaçınılmaz olarak insanın doğaya müdahalesi sorununu gündeme getirir. İnsanmerkezcilik, yani doğanın yalnızca insan için bir araç olarak değerlendirilmesi, ekolojik sanatın eleştirel hedefidir. İnsan merkezli yapıların biyolojik çevreleri ve ekosistemleri sömürdüğü ve bozduğu kabulü, ekolojik sanatın çıkış noktasını oluşturur (Akkol, 2018). Bu çerçevede doğanın metalaştırılması, tüketim, mülkiyet ve kentleşme, sanatın biçimsel ve kavramsal araçlarıyla tartışmaya açılır.

Doğanın sanat yapıtındaki konumu, bu tartışmanın en kritik sorusudur: doğa, yapıtta yalnızca temsil edilen pasif bir nesne midir, yoksa yapıtın oluşumuna aktif olarak katılan bir unsur mudur? Ekolojik sanatın ayırt edici iddiası, ikinci seçeneğe yönelir. Modern sanat yapıtı, kendi özgül varlığının estetik yasalarına tabi olduğu ölçüde özerk kabul edilirken, ekolojik yapıtlar özerk olarak anlaşılamaz; ekolojik sanatın dünyaya yönelik "olmasına izin verme" tutumuyla uyumlu olarak yapıt, özerklik ile heteronomi arasındaki karmaşık bir etkileşim içinde kavranmalıdır. Bu yaklaşımda ekolojik sanat, toplumu ya da doğayı bir işbirlikçi veya ortak olarak yapıta

dâhil eder ve bu süreçte onu dönüştürür (Olivier, 2007). Böylece doğa, sanatçının iradesine tamamen tabi olmayan, kendi dinamikleriyle sürece katılan bir özne konumuna yaklaşır. Bu konumlanış, sanat tarihinin büyük bölümünde doğaya atfedilen edilgen rolü tersine çevirir.

Doğanın aktif bir unsur olarak kavranması, sanat ve bilim iş birliğinde de karşılık bulur. Ekolojik müdahaleler, bilim insanları, kamu görevlileri ve plancılarla birlikte çalışarak ekosistem onarımını amaçlar; bu yapıtlar "beyaz küp"ün sınırlarından çıkarak sürdürülebilir ilkeleri hayata geçirmeyi ve politikayı etkilemeyi hedefler (Ball, Collins, Goto, & Damon, 2011). Bu yönüyle ekolojik sanat, çevresel sorumluluğu bireysel bir estetik tutum olmaktan çıkarıp kolektif bir pratiğe dönüştürür. İnsan ve doğa arasındaki ikiliğin kültürel bir kurgu olduğu, ekolojik sorunların büyük ölçüde bu ikilikten kaynaklandığı yönündeki kavrayış, sanat pratiğinde bitkilerin ve diğer canlıların edilgen alıcılar değil, eyleyiciliğe sahip özneler olarak konumlandırılmasını gündeme getirmiştir (Weerdt, 2019). Benzer biçimde, doğayı bir ortak olarak gören yaklaşımlar, insanın doğadan kopuşunu kabul ederek bu kopuşu doğrudan doğayla iş birliği kurarak onarmayı önerir (Lydon, 2024). Bu yaklaşımlar, ekolojik sanatın doğa–insan ilişkisini yalnızca eleştirmekle kalmayıp, bu ilişkiyi yeniden kurmaya yönelik bir eyleyicilik iddiası taşıdığını gösterir.

Sürdürülebilirlik kavramı, bu tartışmada etik bir eksen oluşturur; gelecek kuşaklar için uygun bir ekolojik altyapıyı sürdürme ihtiyacıyla ilişkili bir endişeyi ifade eder (Günaydın, 2024). Ancak geçicilik ve dönüşüm, sürdürülebilirlik fikriyle her zaman uyumlu değildir. Doğal süreçlere bırakılan bir yapıtın çürümesi ya da erimesi, kalıcılık beklentisini askıya alır. Bu gerilim, ekolojik sanatın çevresel sorumluluk ile estetik deneyim arasında kurduğu hassas dengeyi görünür kılar. Doğanın sanat yapıtında temsil edilen bir nesne değil, yapıtın oluşumuna katılan bir unsur olarak kavranması, izleyicinin konumunu da dönüştürür: izleyici, doğayı seyreden bir özne olmaktan çıkıp, çevresel süreçlerin bir parçası olduğunu deneyimleyen bir konuma yönelir.

5.EKOLOJİK SANATTA ENSTALASYON VE DOĞA–İNSAN İLİŞKİSİNE DAİR YAPIT ÖRNEKLERİ

5.1. Joseph Beuys – 7000 Oaks

Joseph Beuys'un 7000 Meşe (7000 Eichen) projesi, ekolojik sanatın toplumsal boyutunu en açık biçimde ortaya koyan yapıtlardan biridir. Proje, 1982'de Kassel'de Documenta 7 kapsamında başlatılmış; Beuys ve daha sonra oğlu, kentte toplam 7000 ağaç dikmiştir (Fenner, 2019). Ağaçların her biri bir bazalt sütun eşliğinde dikilmiştir (Carpentier, 2011). Proje, 7. ve 8. Documenta arasındaki beş yıllık süreçte yürütülmüş ve 1982–1987 yılları arasında gerçekleştirilmiştir (Yoo-Kyung, 2001). Kassel'de beş yıl boyunca 7000 ağaç dikilmiş; 1987'ye kadar dikilen ağaçların %60'ı meşe türlerinden oluşurken projeye başka türler de dâhil edilmiştir. Projenin mekân

tercihi tesadüfi değildir: Kassel İkinci Dünya Savaşı'nda ağır biçimde bombalanmış ve Beuys, kentin yeniden inşa edilen bölgelerini yeşillendirerek doğaya ve çevreye özen gösteren bir yaklaşımı teşvik etmeyi amaçlamıştır (Fenner, 2019).

Projenin kavramsal dayanağı, Beuys'un sosyal heykel (sosyal plastik) kavramıdır. Beuys sosyal heykel kavramını 1970'lerde inşa etmiş ve 1974 tarihli "Field Character'ı Arıyorum" metninde sanatı yaşamla birleştirerek sanatsal bir yapı olarak toplumsal bir varlık inşa etme projesini hayata geçirmiştir (Zengin & Kaya, 2024). Bu kavramla Beuys, toplumun ve çevrenin bir sanat eseri gibi ele alınabileceğini ve herkesin bu esere katkıda bulunabileceğini savunur (Zengin & Kaya, 2024). Sosyal plastik, sanatçının toplumsal sorunları sanatsal stratejilerle ele almasına olanak tanır; Beuys yerleşik biçimci ve estetik sanat tanımlarına direnerek toplumu "bir sanat yapıtı olarak toplumsal bir organizma" hâlinde yeniden kurmayı amaçlar (Carpentier, 2011). Bu yaklaşım, "her insan bir sanatçıdır" ilkesiyle somutlaşır; her birey toplumsal organizmanın biçimlendirici bir öğesi olarak görülür (Zengin & Kaya, 2024). Sanatçının meslekî kimliğinin çözülmesi ve sanatın genişletilmiş kavramı, sanatın yalnızca uzmanlara ait bir alan olmaktan çıkıp insanlığın bütün emeğine yayılması anlamına gelir (Sun, 2025). Bu genişletilmiş sanat kavramı, medya, tür ve kişiler arası sınırların aşılması yoluyla çağdaş yaşam dünyasının kapsamlı bir yeniden kuruluşunu ifade eder (Sun, 2025).

7000 Meşe, biçimsel olarak aynı anda bir eylem, süreç sanatı, nesne ve çevresel heykel olarak okunabilir (Yoo-Kyung, 2001). Projenin anlatısal boyutu, meşenin antik Kelt dünyasındaki kültüyle ilişkilenir; meşe, yaşamın, yeniden doğuşun ve geleceğin simgesi olarak, ölü tarihi ve geçmişi temsil eden bazalt sütunun karşısına yerleştirilir. Böylece yapıt, sanatçının ölümünden sonra da tamamlanmamış olma özelliğiyle hem kamusal inisiyatifle yürütülen bir sosyal heykel hem de özü sanatçı kavramının kendisinden oluşan kavramsal bir yapıt olarak değerlendirilir. Projenin bakımı, Beuys'un eylem sanatı ve sosyal heykel anlayışı çerçevesinde yapıtın planlamasının ayrılmaz bir parçası olarak görülmüştür. Yirmi beş yıl sonra yapılan değerlendirmeler, ağaçların farklı öyküler anlattığını ortaya koymuştur: kaybedilen ağaçlar ve yeni dikimler, yirmi beş yıl boyunca ihmal edilen ağaçlar ile titizlikle, yaşına uygun biçimde bakımı yapılan örnekler yan yana yer alır. Beuys döneminde bile 7000 Eichen kampanyası, kentsel bitki örtüsü üzerine güçlü biçimde kutuplaşmış bir tartışma başlatmıştır (Körner & Bellin-Harder, 2009).

Görsel 1. Joseph Beuys, 7000 Eichen (7000 Meşe), 1982–1987, Kassel. Beuys ve oğlu ile gönüllüler tarafından dikilen 7000 ağaç ve her ağacın yanına yerleştirilen bazalt sütunlar (beuysart.org, 2026).

5.2. Agnes Denes – Wheatfield—A Confrontation

Agnes Denes'in 1982 tarihli Wheatfield—A Confrontation adlı yapıtı, ekolojik sanatın kent, ekonomi, mülkiyet ve tüketim ilişkilerine yönelttiği eleştiriyi en çarpıcı biçimde somutlaştıran örneklerden biridir. Yapıt, Manhattan'ın finans bölgesi yakınında, Battery Park dolgu alanında gerçekleştirilmiştir (Voelcker, 2023; García, 2020). Denes ve gönüllüler, Wall Street'e yalnızca iki blok uzaklıkta, Dünya Ticaret Merkezi kulelerinin yükseldiği bir noktada iki dönümlük bir buğday tarlası yetiştirmiştir (Joy, LaTour, Charters, Grohmann, & Peña, 2021). Farklı kaynaklar alanın büyüklüğünü iki dönüm ya da 0,8 hektar olarak verir (Voelcker, 2023; Sánchez, 2021). Yapıtın mekânı, kısa süre önce yasa dışı biçimde çöp alanı olarak kullanılan bir arsadır; büyük kaya ve çöp kalıntıları temizlendikten sonra araziye 200 kamyon verimli toprak taşınmış ve buğday tohumları ekilmiştir (Zeybek, 2024). Uygun bir sulama sistemi kurularak dört ay boyunca rutin işlemler sürdürülmüş ve 16 Ağustos 1982'de mahsul hasat edilerek yaklaşık 450 kg sağlıklı, altın rengi buğday üretilmiştir (Barta & Henderson, 1998).

Yapıtın kavramsal gerilimi, mekânın ekonomik değeri ile tarımsal üretimin değeri arasındaki karşıtlıktan doğar. Döneminde 4,5 milyar dolar değerinde olan bir arazide bir buğday tarlası oluşturmak, güçlü bir paradoks yaratmıştır (Zeybek, 2024). Buğday tarlası gıdayı, enerjiyi, ticareti ve ekonomiyi temsil ederken, normal koşullarda böyle bir uygulamanın mümkün olmadığı bir arazide gerçekleştirilen bu eylem aracılığı ile yönetim sistemlerinin getirdiği olumsuz koşullar, gereksiz harcamalar ve tüketim, dünya nüfusunun gıdaya ulaşamaması ve ekolojiye dair kaygılar bir gönderme yapılması amaçlanmıştır(Zeybek, 2024). Denes, bu eylemle gıda üretiminin düzenlenmesine yönelik politikaları, üretimin nasıl metalaştırıldığını ve serbest ticaretten kaynaklanan eşitsizlikleri sorgulamayı amaçlamıştır (García, 2020). Yapıt, bir yandan ekonomik faaliyetin

mekanizmasını doğanın toprağa bağlı gerçekliğiyle karşı karşıya getirmiş, israf, açlık ve çevresel çürümeye atıfta bulunmuştur (Joy, LaTour, Charters, Grohmann, & Peña, 2021). Öte yandan buğday dört ay sonra hasat edilmiş ve enstalasyonun kendisi doğal bir sona ulaşmıştır; bu, geçiciliğin somut bir ifadesidir (Joy, LaTour, Charters, Grohmann, & Peña, 2021).

Yapıtın yorumlanmasında literatürde belirgin bir gerilim vardır. Denes'in yapıtı, ekolojik-etik niyetleri nedeniyle çevreci bir iş olarak kutlanmıştır; ancak Wheatfield'ın pastoral estetiğinin, Denes'in eleştirmeyi umduğu kapitalist iktidar yapılarını gerçekten karşısına alıp almadığı, yoksa kentli seçkinlere pitoresk bir gösteri mi sunduğu sorusu da gündeme getirilmiştir (Voelcker, 2023). Bu tartışma, kentin doğal kaynak ve emek gücü sağlayan "arka bölgesi" (hinterland) kavramı üzerinden yürütülür ve iklim krizi kent ile kır arasındaki kutuplaşmayı derinleştirdikçe Wheatfield'ın çağdaş ekopolitik sanat için önemli ipuçları sunduğu öne sürülür (Voelcker, 2023). Yapıtın uzun vadeli etkisi de dikkat çekicidir: Denes, yaklaşık 30 yıl sonra buğday tarlası projesini Milano kentinin yeni gökdelen bölgesinin ortasında kalan 5 hektarlık bir arazide yeniden gerçekleştirmiş ve bölge sakinlerini projeye birlikte çalışmaya davet etmiştir (Sánchez, 2021). Böylece yapıt, tek seferlik bir müdahale olmaktan çıkıp, kentin dönüşümüyle birlikte yeniden yorumlanan bir ekolojik sorgulama hattına dönüşmüştür. Kent içi boş arsaların ekolojik ve sanatsal potansiyeli, Türkiye'deki literatürde de kent peyzajı bağlamında ele alınmaktadır (Júnior & Escobar, 2024).

Görsel 2. Agnes Denes, Buğday Tarlası—Bir Yüzleşme, 1982, Battery Park dolgu alanı, Lower Manhattan. 2 dönümlük buğday tarlası; buğday Ağustos 1982'de hasat edilmiştir (Denes, 2026).

5.3. Andy Goldsworthy – Geçici Doğa Düzenlemeleri

Andy Goldsworthy'nin pratiği, ekolojik sanatta geçicilik, doğal süreç ve dönüşüm kavramlarını işleyen önemli örnekler arasındadır. Sanatçı, çalışmalarında yaprak, kaya, buz ve dal gibi doğada "bulunmuş" nesneleri kullanarak doğal manzaraya sıklıkla geçici müdahaleler gerçekleştirir; bu yapıtlar doğal güzelliğin gücünü ve

sürekli değişen mevsimleri hatırlatır (Menuhin, 2023). Goldsworthy kırk yılı aşkın süredir, çoğu zaman kaynağında bulunan olağanüstü çeşitlilikte doğal malzemeyle çalışmaktadır; toprak, kaya, yaprak, buz, kar, yağmur, güneş ışığı ve gölgeden yapıtlar üretir ve bu yapıtlar doğal süreçler tarafından değiştirilip silinmeden önce kısa süre varlık gösterir (Goldsworthy, 2015). Yapıtların anlamı, cisimleştirdikleri koşullar ve süreçlerle bağlantılıdır: maddesellik, zamansallık, büyüme, canlılık, kalıcılık, çürüme, rastlantı, emek ve bellek (Çırak, 2025). Sanatçının kullandığı malzeme yelpazesi kar, buz, yaprak, kaya, kil, taş, tüy ve ince dalları kapsar (Goldsworthy, 1990).

Goldsworthy'nin yapıtlarında malzemenin doğal yaşam döngüsü, yapıtın kendisine içkindir; yapıtın nihai olarak ortadan kaybolması da bu döngünün parçasıdır. Sanatçının Kanada'nın Nova Scotia eyaletindeki Fundy Körfezi kıyılarında deniz kütüklerinden oluşturduğu bir yapıtı, körfezde gerçekleşen hidrolojik olgulara gönderme yapmıştır (Lancaster & Waldron, 2020). Bu örnek, doğal olgunun yalnızca temsil edilmediğini, yapıtın kuruluşuna katıldığını göstermesi bakımından önemlidir.

Görsel 3. Andy Goldsworthy, geçici doğa düzenlemesi; akçaağaç yaprakları ve dikenlerle iki ağaç gövdesi arasında oluşturulan düzenleme, Plano, Illinois, 24 Ekim 1992 (Tufan, 2020)

Sanatçının belgelenmiş yapıtları arasında, akçaağaç yapraklarının dikenlerle iki ağaç gövdesi arasına tutturulduğu bir düzenleme ile iris yapraklarının dikenlerle birbirine tutturulduğu ve düzenlemenin beş noktasının üvez meyveleriyle doldurulduğu, meyvelerin ördekler tarafından gagalanmasının kayda geçtiği bir çalışma (Yorkshire Sculpture Park, West Bretton, 29 Ağustos 1987)yer alır. Ihlamur ve üvez kullanılan bir düzenleme ile toprak, çim, akçaağaç dalları ve üvezden oluşan "Kırmızı Yuva" isimli başka çalışması da yer alır (Barrès, 2003, p. 6). Bu örneklerde belirleyici olan, yapıtın biçimsel bütünlüğünün doğal müdahalelerle

(hayvanların meyveleri yemesi, mevsimin değişmesi, malzemenin kuruması) kırılması ve yapıtın bu kırılmayı içerecek biçimde anlam kazanmasıdır.

Görsel 4. Andy Goldsworthy, Japanese Maple Leaves, 1987 (Tufan, 2020).

Goldsworthy'nin yaklaşımı, ekolojik sanatın doğaya müdahale düzeyi açısından ayırt edici bir konumda durur. Sanatçı, doğayı bir tuval ya da hammadde deposu olarak değil, yapıtı birlikte dönüştüren bir ortak olarak ele alır; ekolojik sanat, toplumu veya doğayı bir işbirlikçi olarak yapıta dâhil ederek onu dönüştürür. Bu, modern sanatın özerklik iddiasından belirgin bir kopuşu ifade eder; ekolojik yapıtlar özerklik ile heteronomi arasındaki karmaşık bir etkileşim içinde anlaşılmalıdır (Olivier, 2007). Goldsworthy'nin yapıtları, doğal süreçlerin sanatçının denetiminin ötesine geçen bir eyleyiciliğe sahip olduğunu görünür kılar. Buzun erimesi, yaprağın bozulması ve dalın yerinden oynaması, yapıtın "tamamlanmış" bir nesne olarak kavranmasını imkânsızlaştırır; yapıt, süreç içinde ve süreç olarak vardır. Doğaya müdahale minimum düzeydedir, ancak bu minimum müdahale doğanın kendi süreçlerinin estetik bir deneyim olarak görünür kılınmasını sağlar. Böylece yapıt, doğaya geri dönüş yoluyla anlamını tamamlar.

6. JOSEPH BEUYS, AGNES DENES VE ANDY GOLDSWORTHY'NİN KARŞILAŞTIRILMASI

Üç sanatçının pratikleri, doğayı konumlandırma biçimleri bakımından sistematik olarak karşılaştırılabilir. Mekân açısından belirgin bir farklılaşma görülür. Beuys, özellikle savaşta yıkılmış bir Alman kentini mekân olarak seçerken (Fenner, 2019); Denes, ekonomik değeri en yüksek kentsel arazilerden birini, Manhattan'ın finans bölgesini kullanır (Joy, LaTour, Charters, Grohmann, & Peña, 2021); Goldsworthy ise çalışmalarını doğal manzaranın içinde, çoğunlukla kaynağında bulduğu malzemelerle gerçekleştirir (Leal, 2023, p. 60). Mekân tercihi, müdahalenin niteliğini de belirler: Beuys'un müdahalesi kalıcı ve kentsel dönüşüme yönelikken, Denes'in müdahalesi geçici ama ölçek olarak kamusal, Goldsworthy'ninki ise minimum düzeyde ve doğal sürece bırakılmıştır.

Doğanın yapıttaki rolü bakımından üç sanatçı arasında temel bir ayrım ortaya çıkar. Beuys'ta doğa, kentsel ve toplumsal dönüşümün aracıdır; ağaç dikme eylemi, toplumun dönüşümüne ve kolektif bilinç oluşturma eylemine yönelik olarak işlev görür (Zengin & Kaya, 2024). Denes'te doğa, kent, ekonomi, mülkiyet ve tüketim ilişkilerinin sorgulanmasına yönelik eleştirel bir araçtır; buğday tarlası, gıda üretimi politikalarını ve serbest ticaretin eşitsizliklerini görünür kılar (García, 2020). Goldsworthy'de ise doğa, malzeme olmanın ötesinde yapıtı dönüştüren aktif bir süreçtir; malzemenin yaşam döngüsü yapıtın kendisine içkindir (Lancaster & Waldron, 2020). İzleyicinin rolü de buna paralel olarak değişir: Beuys'ta izleyici ağaç dikimine katılan bir katılımcı, Denes'te kentin içindeki tarlayı deneyimleyen bir tanık, Goldsworthy'de ise çoğunlukla fotoğraf aracılığıyla yapıtın geçici varlığına tanıklık eden bir alımlayıcıdır. Bu farklılaşma, Çizelge 3'te sanatçı ve yapıt düzeyinde karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3. Beuys, Denes ve Goldsworthy'nin seçilmiş yapıtlarının karşılaştırılması

Sanatçı	**Yapıt**	**Mekân**	**Malzeme**	**İnsan müdahalesi**	**Doğanın rolü**	**Zaman/dönüşüm**	**Temel ekolojik anlam**
Joseph Beuys	7000 Meşe (1982–1987)	Kassel, kentsel kamusal alan	Meşe fidanı ve bazalt sütun	Yüksek; dikim, bakım ve kamusal katılım	Kentsel ve toplumsal dönüşüm aracı	5 yıllık dikim; 25 yıla uzanan bakım süreci	Çevresel farkındalık, sosyal heykel, kolektif bilinç
Agnes Denes	Wheatfield—A Confrontation (1982)	Lower Manhattan, Battery Park dolgu alanı	Toprak, buğday tohumu, su	Yüksek; temizlik, 200 kamyon toprak, sulama, hasat	Kent, ekonomi ve tüketim eleştirisinin aracı	4 aylık üretim; 16 Ağustos 1982 hasadı	Gıda, mülkiyet ve ekolojik adalet eleştirisi
Andy Goldsworthy	Belgelenmiş geçici düzenlemeler (1987, 1992, 1999)	Doğal manzara; park, orman, kıyı	Yaprak, diken, meyve, buz, kar, taş, dal	Minimum; bulunan malzemeyle geçici düzenleme	Yapıtı dönüştüren aktif süreç ve ortak	Günler, mevsimler; erime, bozulma, kaybolma	Doğal süreçlerin ve döngülerin görünürlüğü

Zaman ve kalıcılık ölçütü, üç sanatçının ekolojik mesajını doğrudan etkiler. Beuys'ta zaman, toplumsal bir yatırımın ufku olarak işler; projenin bakımı yapıtın planlamasının ayrılmaz parçası sayılmıştır (Körner & Bellin-Harder, 2009). Denes'te zaman, tarımsal bir döngüye karşılık gelir ve yapıt hasatla doğal sonuna ulaşır (Joy, LaTour, Charters, Grohmann, & Peña, 2021). Goldsworthy'de ise zaman, malzemenin biyolojik ve fiziksel ömrüyle sınırlıdır; yapıtın kaybolması sürecin parçasıdır (Lancaster & Waldron, 2020). Politik ve ekonomik eleştiri boyutunda Denes belirgin biçimde öne çıkar; mülkiyet, tüketim ve gıda politikalarını doğrudan hedefler (García, 2020). Beuys'un politik boyutu ise demokrasi ve katılım fikrine dayanır; sosyal plastik kavramı sanat

ile demokrasi arasındaki ilişki üzerine düşünmeye olanak tanır (Carpentier, 2011). Goldsworthy'de politik eleştiri doğrudan değil, insan–doğa hiyerarşisinin estetik düzeyde askıya alınması yoluyla dolaylı olarak belirir (Mamur, 2017). Üç sanatçının doğa–insan ilişkisine yaklaşımlarındaki kavramsal farklılıklar Çizelge 4'te özetlenmiştir.

Çizelge 4. Üç sanatçının doğa–insan ilişkisine yaklaşımlarının kavramsal karşılaştırması

Ölçüt	Joseph Beuys	Agnes Denes	Andy Goldsworthy
İnsan müdahalesinin düzeyi	Yüksek ve kalıcı	Yüksek ancak geçici	Minimum, sürece bırakılmış
Doğanın konumu	Toplumsal dönüşümün aracı	Eleştirel sorgulamanın aracı	Aktif süreç ve ortak
Kalıcılık–geçicilik	Kalıcı (uzun erimli bakım)	Geçici (hasatla sonlanan)	Geçici (doğal dönüşümle)
Toplumsal boyut	Kolektif katılım ve sosyal heykel	Kamusal mekânda kolektif üretim	Bireysel pratik; fotoğrafla paylaşım
Politik/ekonomik eleştiri	Katılım ve demokrasi	Mülkiyet, tüketim, gıda politikası	Doğrudan değil, dolaylı
Ekolojik mesaj	Çevresel farkındalık ve yeşillendirme	Ekolojik adalet ve kaynak dağılımı	Döngüsellik ve dönüşüm
Kaynak	(Carpentier, 2011; Körner & Bellin-Harder, 2009, p. 58)	(García, 2020; Voelcker, 2023, p. 241)	(Lancaster & Waldron, 2020; Olivier, 2007, p. 250)

7. TARTIŞMA

Ekolojik enstalasyonda doğanın konumu, tek bir kategoriyle açıklanamayacak kadar çok boyutludur. Doğa, incelenen yapıtlarda aynı anda malzeme, mekân, süreç ve kimi zaman özne olarak işlev görür. Beuys'ta doğa, kentsel mekânın maddesi ve toplumsal dönüşümün aracı olarak belirir; dikilen her ağaç, kentin dokusunu değiştiren bir müdahaledir (Fenner, 2019). Denes'te doğa, ekonomik mekânın içine yerleştirilen bir karşıtlık unsurudur; buğday, para akışının ortasında toprağa bağlı gerçekliği temsil eder (Joy, LaTour, Charters, Grohmann, & Peña, 2021). Goldsworthy'de ise doğa, sanatçının iradesine tamamen tabi olmayan, kendi süreçleriyle yapıtı dönüştüren bir ortak olarak konumlanır (Olivier, 2007). Bu üçlü konumlanış, doğanın ekolojik sanatta hangi kategorilere indirgenebileceği sorusunun yanıtının yapıta özgü olduğunu gösterir. Doğanın bir malzeme olarak ele alınması, onun eyleyiciliğini dışlamaz; aksine malzemenin kendi süreçleri yapıtın anlamına katıldığında malzeme, eyleyici bir unsur hâline gelir.

İnsan müdahalesinin hangi noktada sanatsal üretime, hangi noktada doğanın kontrol edilmesine dönüştüğü sorusu, literatürdeki temel sorulardan biridir. Doğanın sanata dönüştürülmesinin doğaya bir "hakaret" oluşturduğu yönündeki eleştiri, bu gerilimin en net ifadesidir (Arıkan, 2021). Bu eleştiriye göre, doğanın estetik niteliklerini değiştirerek onu sanata dönüştürmek, doğaya yönelik bir saygısızlık olarak değerlendirilebilir

(Simus, 2007). Buna karşılık, doğanın estetik takdirinde bilimsel bilginin gerekli olduğu yönündeki görüş, doğanın kendi sistemleri ve öğeleri hakkındaki bilginin estetik deneyimi derinleştirdiğini savunur (Matthews, 2002; Carlson, 2005). Bu iki konum arasındaki gerilim, ekolojik sanatın kendisini doğanın tahakkümü ile doğaya saygı arasında konumlandırma çabasını yansıtır. Beuys'un kentsel yeşillendirmeye yönelik kalıcı müdahalesi ile Goldsworthy'nin minimum müdahalesi, bu spektrumun iki ucunu oluşturur; Denes ise ölçek olarak geniş ama süre olarak sınırlı bir müdahaleyle ara bir konumda yer alır.

Üç sanatçının doğaya müdahale düzeylerinin farklı olması, estetik tercihlerden çok kavramsal önceliklerden kaynaklanır. Beuys için sanat, toplumsal organizmayı biçimlendirme aracıdır ve bu nedenle müdahalenin kalıcı ve kamusal olması gerekir (Carpentier, 2011). Denes için sanat, egemen ekonomik ve politik yapıları görünür kılma aracıdır ve bu nedenle yapıtın, değeri en yüksek mekânda geçici olarak var olması anlamlıdır (Voelcker, 2023). Goldsworthy için ise sanat, doğal süreçlerin kendisini görünür kılma çabasıdır ve bu nedenle sanatçının müdahalesi, doğal sürecin işleyişini engellemeyecek biçimde asgari tutulmalıdır (Lancaster & Waldron, 2020). Dolayısıyla müdahale düzeyindeki farklılık, sanatın işlevine ilişkin farklı kavrayışların bir sonucudur.

Kalıcılık ve geçicilik, ekolojik sanatın anlamını köklü biçimde değiştirir. Kalıcılık, doğanın bir kaynak olarak kullanılabilirliği ve denetlenebilirliği fikriyle uyumludur; geçicilik ise doğanın özerkliğini ve insan denetiminin sınırlılığını kabul etmeyi gerektirir. Yerleştirmeye özgü pratiklerde istikrarsızlık, geçicilik ve zamansallık kurucu nitelikler olarak kabul edildiğinde, yapıtın "tamamlanmış" bir nesne olarak muhafaza edilmesi beklentisi anlamsızlaşır (Özdamar, 2022). Bu kabul, ekolojik sanatın sürdürülebilirlik söylemiyle kurduğu ilişkiyi de sorunsallaştırır: bir yandan doğanın korunması ve gelecek kuşaklar için sürdürülmesi istenirken, diğer yandan yapıtın doğal süreçlere bırakılması geçici bir estetik anlayışı gerektirir (Çırak, 2025). Bu gerilim, ekolojik sanatın kendi içindeki en verimli tartışma alanlarından birini oluşturur.

Mekân değiştiğinde yapıtın ekolojik ve toplumsal anlamı da değişir. Denes'in yapıtının yaklaşık otuz yıl sonra Milano'da, kentin yeni gökdelen bölgesinin ortasında kalan bir arazide, bölge sakinlerinin katılımıyla yeniden gerçekleştirilmesi, bu durumun açık bir örneğidir (Sánchez, 2021). Aynı kavramsal çerçeve, farklı bir kentsel bağlamda farklı toplumsal anlamlar üretir; yapıt artık yalnızca Wall Street'in karşısındaki bir tarla değil, Milano'nun kentsel dönüşümüne dair bir kolektif deneyimdir. Benzer biçimde Beuys'un 7000 Meşe projesi, yirmi beş yıl sonra ağaçların bakım durumuna göre farklı anlamlar kazanmış; ihmal edilen ağaçlar ile titizlikle bakımı yapılanlar, yapıtın tarihini farklı biçimlerde anlatan bir bütün oluşturmuştur (Körner & Bellin-Harder, 2009). Bu durum, ekolojik enstalasyonun mekâna ve zamana bağlı, sabitlenemeyen bir anlam yapısına sahip olduğunu gösterir.

Son olarak, ekolojik sanatın izleyiciyi doğayı yalnızca seyreden bir konumdan çıkarıp çevresel süreçleri sorgulayan bir konuma taşıyıp taşıyamayacağı sorusu, enstalasyonun deneyimsel doğasıyla doğrudan ilişkilidir. Enstalasyon, izleyiciyi yapıtın içine çeken ve onu bedensel olarak sürece dâhil eden bir yapı sunar (Kayser & Coëllier, 2021). Beuys'un projesinde izleyici, ağaç dikimine katılarak yapıtın üretiminin bir parçası hâline gelir (Carpentier, 2011); Denes'in yapıtında ise kentli, kentin ortasındaki bir tarlanın varlığıyla gündelik güzergâhında karşılaşır (Joy, LaTour, Charters, Grohmann, & Peña, 2021). Ancak izleyiciyi harekete geçirmenin tek başına demokratik bir edim olduğunu söylemek yeterli değildir; her yapıt, izleyicinin katılım derinliğini önceden belirler ve bu nedenle sanat yapıtının izleyiciyle kurduğu ilişkinin niteliği ve ürettiği özne konumu ayrıca değerlendirilmelidir (Bishop, 2004). Bu çerçevede ekolojik enstalasyonun izleyiciyi dönüştürme kapasitesi, yapıtın mekânla, malzemeyle ve zamanla kurduğu ilişkinin niteliğine bağlıdır.

8. SONUÇ

Bu çalışma, ekolojik sanatın doğayı yalnızca temsil eden bir sanat biçimi olmadığını, insan, mekân, malzeme, zaman ve doğal süreçler arasındaki ilişkiyi görünür kılan deneyimsel bir sanat pratiği olduğunu ortaya koymuştur. Kavramsal çerçeve, Environmental Art, Ecological Art, Land Art, Earth Art ve ekolojik enstalasyon kavramlarının birbirinin eş anlamlısı olmadığını, bu kavramların doğanın rolü, insan müdahalesinin düzeyi ve mekân tercihi bakımından belirgin biçimde farklılaştığını göstermiştir. Ekolojik sanatın ayırt edici niteliği, ekolojik bozulmaya ilişkin farkındalık yaratmayı ya da doğrudan ekosistemleri desteklemeyi ve onarmayı amaçlamasıdır (Yağmur & Özer, 2021). Bu amaç, ekolojik sanatı yalnızca tematik bir çevre sanatı olmaktan çıkarıp etik ve politik bir pratiğe dönüştürür.

Karşılaştırmalı değerlendirme, üç sanatçının doğa–insan ilişkisini farklı biçimlerde kurduğunu göstermiştir. Beuys'ta doğa, kentsel ve toplumsal dönüşümün aracıdır; 7000 Meşe projesi, sosyal heykel kavramı çerçevesinde ağaç dikimini kolektif bir eyleme ve kamusal bir yeşillendirmeye dönüştürmüştür (Fenner, 2019). Denes'te doğa, kent, ekonomi, mülkiyet ve tüketim ilişkilerinin sorgulanmasına yönelik eleştirel bir araçtır; döneminde 4,5 milyar dolar değerindeki bir arazide dört ay boyunca yetiştirilen ve yaklaşık 450 kg buğday hasat edilen tarla, gıda politikalarına ve serbest ticaretin eşitsizliklerine dair güçlü bir paradoks kurmuştur (Zeybek, 2024). Goldsworthy'de ise doğa, malzeme olmanın ötesinde yapıtı dönüştüren aktif bir süreçtir; malzemenin doğal yaşam döngüsü yapıtın kendisine içkindir ve yapıtın kaybolması sürecin parçasıdır (Lancaster & Waldron, 2020).

Bu üç konumlanış, ekolojik enstalasyonun tek bir tanıma indirgenemeyeceğini, ancak ortak bir yapısal özellik taşıdığını göstermektedir: doğa, yapıtın dışında temsil edilen bir nesne değil, yapıtın oluşumuna katılan bir

unsurdur. İnsan müdahalesinin düzeyi, mekân tercihi ve yapıtın kalıcılığı ne olursa olsun, ekolojik enstalasyon doğa ile insan arasındaki ilişkiyi, yapıtın maddi ve zamansal kuruluşu üzerinden görünür kılar. Ekolojik sanat, izleyiciyi doğayı seyreden bir konumdan çıkararak çevresel süreçlerin bir parçası olduğunu deneyimleyen bir konuma yöneltme potansiyeli taşır. Bu potansiyelin gerçekleşmesi ise yapıtın mekânla, malzemeyle ve zamanla kurduğu ilişkinin niteliğine bağlıdır.

Üretken Yapay Zekâ Kullanım Beyanı: Bu çalışmanın hazırlanması sürecinde, TÜBİTAK'ın Destek Süreçlerinde Üretken Yapay Zekânın (ÜYZ) Sorumlu ve Güvenilir Kullanımı Rehberinde belirtilen ilkeler doğrultusunda, yalnızca dil bilgisi, akademik anlatım ve metin akışının iyileştirilmesi amacıyla büyük dil modellerinden (Large Language Models, LLM) yararlanılmıştır. Çalışmanın bilimsel içeriği, yorumları, kaynakların doğrulanması ve nihai metnin kontrolü yazar tarafından gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

Akkol, N. (2018). CHANGING NATURE SENSE AND ECOLOGICAL ART IN THE CONTEXT OF PRESENTING. *Idil Journal of Art and Language, 7*(44). doi:10.7816/idil-07-44-07

Aksoy, H. (2021). BİR KIYAMET SÖYLEMİNDEN ÇIKIŞ ARAYIŞLARI: EKOLOJİK SANATTA YENİ YAKLAŞIMLAR. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/gorunum/issue/62696/926789 adresinden alındı

Álvarez, J., & Amigo, J. (2023). Resistir la crisis climática desde el arte. Hacia una redefinición y tipología del Arte Ambiental tras el giro antropocénico. *Arte y Políticas de Identidad, 29*, 47-64. doi:10.6018/reapi.598711

Arıkan, H. (2021). İnsan ve Doğa Ekseninde Sanat. *İnönü Üniversitesi Kültür ve Sanat Dergisi, 7*(1), 76-87. doi:10.22252/ijca.878968

Ball, L., Collins, T., Goto, R., & Damon, B. (2011). Environmental Art as Eco-cultural Restoration. *Island Press/Center for Resource Economics eBooks* (s. 299-312). içinde doi:10.5822/978-1-61091-039-2_21

Barrès, P. (2003). Les petits fruits rouges d'Andy Goldsworthy. *HAL (Le Centre pour la Communication Scientifique Directe)*. https://univ-tlse2.hal.science/hal-01973598 adresinden alındı

Barta, D., & Henderson, K. (1998). Performance of Wheat for Air Revitalization and Food Production During the Lunar-Mars Life Support Test Project Phase III Test. *SAE technical papers on CD-ROM/SAE technical paper series, 1*. doi:10.4271/981704

beuysart.org. (2026, 10 10). *7000 meşe ağacı.* 10 10, 2026 tarihinde beuysart.org: https://beuysart.org/kunstwerke/7000-eichen adresinden alındı

Bishop, C. (2004). Antagonism and Relational Aesthetics. *October, 110*, 51-79. doi:10.1162/0162287042379810

Carlson, A. (2005). *Aesthetics and the Environment.* doi:10.4324/9780203981405

Carpentier, N. (2011). *Media and Participation: A site of ideological-democratic struggle.* doi:10.26530/oapen_606390

Çırak, B. (2025). Geçicilik Estetiği ve Doğal Süreçler: Arte Povera Bağlamında Bir İnceleme. *Zenodo (CERN European Organization for Nuclear Research)*. doi:10.5281/zenodo.18124979

Delahaie, F. (2022). Formes émergentes d'art éphémère et participatif contemporain : pour une coénonciation avec le vivant ? *theses.fr (ABES)*. http://www.theses.fr/2022LIMO0097/document adresinden alındı

Denes, A. (2026). *Wheatfield – A Confrontation: Battery Park Landfill, Downtown Manhattan – With New York Financial Center.* 10 10, 2026 tarihinde www.tate.org.uk: https://www.tate.org.uk/art/artworks/denes-wheatfield-a-confrontation-battery-park-landfill-downtown-manhattan-with-new-york-p82874 adresinden alındı

Epule, E. (2022). *Climate Change - Recent Observations [Working Title].* IntechOpen. doi:10.5772/intechopen.100703

Fenner, F. (2019). De-Beuysed But Not Forgotten: Joseph Beuys in Sydney. *Public Art Dialogue, 9*(2), 182-191. doi:10.1080/21502552.2019.1644131

García, R. (2020). Los 'apocalipsis silenciosos' del arte contemporáneo como dispositivos transformadores de conciencia para la reparación de una memoria ecológica degradada. *Arte y Políticas de Identidad, 23*, 230-246. doi:10.6018/reapi.461751

Goldsworthy, A. (1990). *Andy Goldsworthy: A Collaboration with Nature* (Cilt 272). Nature Portfolio. doi:10.1038/272824a0

Goldsworthy, A. (2015). *Andy Goldsworthy: Ephemeral Works: 2004-2014.* https://www.amazon.com/Andy-Goldsworthy-Ephemeral-Works-2004-2014/dp/1419717790 adresinden alındı

Günaydın, E. (2024). ATIK, EKOLOJİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMLARININ SANAT İLE İLİŞKİSİNİ İNCELEYEN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/lokum/issue/83277/1420189 adresinden alındı

Gürgüler, M. (2023). Traditional Textile Art Carpet and Conceptual Art. *DergiPark (Istanbul University)*. doi:10.5281/zenodo.7742038

Joy, A., LaTour, K., Charters, S., Grohmann, B., & Peña, C. (2021). The artification of wine: lessons from the fine wines of Bordeaux and Burgundy. *Arts and the Market, 11*(1), 24-39. doi:10.1108/aam-11-2020-0048

Júnior, H., & Escobar, R. (2024). BROTAMENTOS VEGETAIS NAS FRESTAS DA ARTE. doi:10.29327/33-encontro-nacional-da-anpap-vidas-421945.838037

Kanwar, R. (2026). Roots and Transformations: Installation Art in Contemporary Sculpture. doi:10.9734/bpi/nicass/v6/6434

Kayser, C., & Coëllier, S. (2021). Editors introduction (Installation art as experience of self, in space and time). *HAL (Le Centre pour la Communication Scientifique Directe)*. https://hal.science/hal-04355438 adresinden alındı

Körner, S., & Bellin-Harder, F. (2009). The7000 Eichenof Joseph Beuys – experiences after twenty-five years. *Journal of Landscape Architecture, 4*(2), 6-19. doi:10.1080/18626033.2009.9723418

Lancaster, S., & Waldron, J. (2020). Boundary|Time|Surface: assessing a meeting of art and geology through an ephemeral sculptural work. *Geoscience Communication, 3*(2), 249-262. doi:10.5194/gc-3-249-2020

Lauwrens, J. (2019). Take a Hike: Fostering Environmental Values by Walking with Ecological Art. *de arte, 54*(1), 86-107. doi:10.1080/00043389.2019.1611023

Leal, A. (2023). Por uma 'ética da terra': arte contemporânea e as paisagens arruinadas da mineração. *arte e ensaios, 29*(45), 49-63. doi:10.60001/ae.n45.3

Lennon, B. (2025). *How contemporary installation art uses space, site and scale to create a phenomenological experience for viewers.* Figshare (United Kingdom).

Lydon, P. (2024). Asking questions of nature: Art as a catalyst for ecological consciousness. *Nature-Based Solutions, 6*, 100138. doi:10.1016/j.nbsj.2024.100138

Mamur, N. (2017). Ekolojik Sanat: Çevre Eğitimi İle Sanatın Kesişme Noktası. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1000-1016. doi:10.17860/mersinefd.316297

Matthews, P. (2002). Scientific Knowledge and the Aesthetic Appreciation of Nature. *Journal of Aesthetics and Art Criticism, 60*(1), 37-48. doi:10.1111/1540-6245.00050

Menuhin, E. (2023). Connections: Time, Landscape, and the Art of Andy Goldsworthy. *Architectural Design, 93*(5), 60-69. doi:10.1002/ad.2975

Olivier, B. (2007). Ecological 'art' and the transformation of the world. *UpSpace Institutional Repository (University of Pretoria), 22*(1), 24-34. http://hdl.handle.net/2263/10273 adresinden alındı

Özdamar, E. (2022). Instalaciones arquitectónicas como experimentos espaciales. *Revista de arquitectura, 27*(43), 43-63. doi:10.5354/0719-5427.2022.68224

Sánchez, P. (2021). Lugares Fértiles. Un proyecto de investigación artística en un solar urbano para la concienciación ecológica y la creación colectiva. *Arteterapia Papeles de arteterapia y educación artística para la inclusión social, 16*, 33-46. doi:10.5209/arte.72308

Saygı, S. (2016). Çağdaş Sanatta Doğa Algısı ve Ekolojik Farkındalık. *Sanat-tasarım dergisi/Sanat - tasarım dergisi*(7), 7-13. doi:10.17490/sanat.2017.11

Simon, S., Vieira, I., & Jecu, M. (2023). Multi-level education for sustainability through global citizenship, territorial education and art forms. *Frontiers in Education, 8*. doi:10.3389/feduc.2023.1129824

Simus, J. (2007). A Response to Emily Brady's 'Aesthetic Regard for Nature in Environmental and Land Art'. *Ethics Place & Environment, 10*(3), 301-305. doi:10.1080/13668790701549505

Sun, Z. (2025). Is hermeneutics the method of the future philosophy? *International Journal of Anthropology and Ethnology, 9*(1). doi:10.1186/s41257-025-00142-w

Thornes, J. (2008). A Rough Guide to Environmental Art. *Annual Review of Environment and Resources, 33*(1), 391-411. doi:10.1146/annurev.environ.31.042605.134920

Tufan, S. Y.-M. (2020). ANDY GOLDSWORTHY ESERLERİNDE KENDİLİĞİNDENLİK OLGUSU ANDY GOLDSWORTHY'S ART WORKS AND THE PHENOMENON Of SPONTANEOUSNESS. *G.S.F Sanat Dergisi*, 71. doi:1279488

Uzun, U. (2023). SANAT VE ENSTALÂSYONDA MEKÂN ODAKLI YAKLAŞIMLAR. *DergiPark (Istanbul University)*. https://dergipark.org.tr/tr/pub/dsanat/issue/86169/1515808 adresinden alındı

Voelcker, B. (2023). Cultivating Hinterland: What Lies Behind Agnes Denes' Wheatfield? *Palgrave studies in globalization, culture and society* (s. 51-63). içinde Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-031-24243-4_3

Voison, C. (2020). L'art écologique, un art expérimental auservice de l'humain. *HAL (Le Centre pour la Communication Scientifique Directe)*. https://hal.science/hal-04290631 adresinden alındı

Weerdt, M. (2019). The Paradoxical Garden, a practice-led study of sculptural installation as ecological intervention. *UpSpace Institutional Repository (University of Pretoria)*. http://hdl.handle.net/2263/70831 adresinden alındı

Yağmur, Ö., & Özer, Y. (2021). DOĞAYA HAKİM OLMA DÜŞÜNCESİNDEN DOĞA DOSTU METODOLOJİYE EVRİLME SÜRECİNDE EKOLOJİK SANAT. *DergiPark (Istanbul University)*. doi:10.20488/sanattasarim.1221742

Ylirisku, H. (2021). Reorienting Environmental Art Education. *Research in Arts and Education, 2021*(2), 144-153. doi:10.54916/rae.119314

Yoo-Kyung, C. (2001). Joseph Beuys's 'Social Sculpture'. *Studies in the History of Modern Art, 13*, 179-204. http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE01240006 adresinden alındı

Zengin, M., & Kaya, İ. (2024). TREE PLANTING IN THE RELATIONSHIP BETWEEN SOCIAL SCULPTURE AND ECOLOGY AND ART. https://dergipark.org.tr/tr/pub/toplumsalbilimler/issue/88879/1578140 adresinden alındı

Zeybek, O. (2024). Kent Peyzajında Ekolojik Sanat. *Bursa Uludag University - AVESIS*. https://avesis.uludag.edu.tr/publication/details/e633a448-9b00-482a-b4d7-5fb67dfc1109/oai adresinden alındı

SANATSA ÜRETİM PRATİĞİNDE SPİRAL BİÇİMİN ANLAMSAL VE SEMBOLİK İŞLEVİ VE DÖNGÜ, HAREKET, ZAMAN VE SONSUZLUK BAĞLAMINDA YAPIT ÖRNEKLERİ

Dr. Öğrt. Üyesi, Uğur ÖZEN

Iğdır Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Resim Bölümü, Resim, uozen40@gmail.com,

ORCID https://orcid.org/0000-0002-2893-242X

Özet

Spiral biçim, sanat literatüründe farklı dönemlerin ve kültürlerin sanat anlayışında, geometrik yapısının ötesinde düşünsel ve sembolik anlamları bağlamında çeşitlilik gösteren temel biçimlerden biridir. Spiralin çevre ve merkeze dair süreklilik gösteren hareketi ve yapısı ile ilişkilendirildiği kavramlar; döngü, süreklilik, dönüşüm, zaman, hareket, yaşam, ölüm, yeniden doğuş ve sonsuzluk gibi kavramlardır diyebiliriz. Bütün bu kavramların yanı sıra spiralin anlamı, sanatçının kavramsal yaklaşımı, kullanıldığı kültürel bağlam, sanat yapıtının biçimsel özellikleri ile farklılıklar göstermektedir.

Bu çalışma spiral biçimin sanat yapıtındaki anlamsal ve sembolik işlevlerini literatürden sanat yapıtı örnekleri ile incelenmekte, spiral biçimin tarihsel süreç içerisindeki kullanımları ele alınarak, biçimin özellikle döngüsellik, hareket, zaman ve sonsuzluk kavramlarıyla kurduğu ilişkiler değerlendirilmektedir. Bütün bunların yanı sıra spiralin merkezden çevreye ve çevreden merkeze yönelen yapısı üzerinden üretilebilecek farklı anlam olanakları, Vincent Van Gogh, Andy Goldsworthy, Robert Smithson, Nils-Udo, Pipilotti Rist, Benjamin Von Wong gibi farklı dönem sanatçılarının sanat pratikleri üzerinden ele alınacaktır. Çalışmanın temel iddiası, spiralin yalnızca dekoratif veya geometrik bir form olmadığı; tekrar ve farklılaşmayı aynı anda bünyesinde barındıran, sanat yapıtında zamansallık ve dönüşüm düşüncesini görünür kılabilen çok katmanlı bir görsel gösterge olduğu düşüncesi olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Spiral, sembol, biçim, döngü, hareket, zaman, sonsuzluk, çağdaş sanat.

THE SEMANTİC AND SYMBOLİC FUNCTİON OF THE SPİRAL FORM İN ARTİSTİC PRODUCTİON PRACTİCE, AND EXAMPLES OF WORKS İN THE CONTEXT OF CYCLE, MOVEMENT, TİME, AND INFİNİTY

Asst. Prof.Dr,Uğur ÖZEN

Iğdır University Faculty of Fine Arts, Department of Painting, Painting, uozen40@gmail.com,ORCID

https://orcid.org/0000-0002-2893-242X

Abstract

The spiral form is one of the fundamental forms in art, demonstrating diversity in the artistic understanding of different periods and cultures, beyond its geometric structure, through its conceptual and symbolic meanings. The concepts associated with the spiral's continuous movement and structure between the circumference and the center include cycle, continuity, transformation, time, movement, life, death, rebirth, and infinity. In addition to all these concepts, the meaning attributed to the spiral varies according to the artist's conceptual approach, the cultural context in which it is used, and the formal characteristics of the artwork.

This study examines the semantic and symbolic functions of the spiral form in artworks through examples from the literature and considers its uses throughout historical processes. It evaluates, in particular, the relationships established by the spiral form with the concepts of cyclicality, movement, time, and infinity. Furthermore, the different possibilities of meaning that can be generated through the spiral's structure, which moves from the center toward the circumference and from the circumference toward the center, will be examined through the artistic practices of artists from different periods and contexts, including Vincent van Gogh, Andy Goldsworthy, Robert Smithson, Nils-Udo, Pipilotti Rist, and Benjamin Von Wong. The main argument of the study is that the spiral is not merely a decorative or geometric form; rather, it is a multilayered visual sign that simultaneously encompasses repetition and differentiation and can make the notions of temporality and transformation visible within the artwork.

Keywords: Spiral, symbol, form, cycle, movement, time, infinity, contemporary art.

1. GİRİŞ

Spiral, dünyanın bilinen en eski görsel motiflerindendir; Yaşam gücü ile ilişkilendirilen spiral, Paleolitik çağdan beridir Yunan medeniyetinin bulunduğu coğrafyalarda varlığını sürdüren ve kadim uygarlıklarda yinelenen bir biçimdir. (Dinaj, 2026, pp. 18-28). Bu biçimin Neolitik dönemden Antik Yunan'a, Brezilya'dan Malta'ya kadar birçok bölgede benzerlerinin bulunması, spiralin kültürel bağlamda ortak bir imgelem alanı oluşturduğunu kanıtlamaktadır (Lousa & Mikosz, 2019). Bütün bunların yanı sıra spiral, tabiatta sıkça gözlemlenen doğal bir yapıdır: Galaksilerin sarmal formları, salyangozlar, deniz canlılarının kabukları, kimi bitkiler, spiral biçiminin doğal örnekleri arasında sayılabilir (Abdelrahman, 2025). Spiralin biçimsel olarak bu yaygın gözlem alanı, biçimi bir süsleme unsuru olma bağlamından da öte doğanın döngüsel işleyişini ve hareketini yansıtan bir konuma taşımaktadır demek doğru bir çıkarım olacaktır.

Spiral biçim, sanat tarihi boyunca döngü, süreklilik, hareket, zaman, dönüşüm, yaşam, ölüm, yeniden doğuş ve sonsuzluk gibi kavramlarla ilişkilendirilmiş, mevsimlerin değişimi ya da yaşam-ölüm döngüsü gibi doğa döngüleriyle özdeşleştirilmiştir. Barındırdığı bu anlamların dışında megalitik anıtlarda sonsuzluk ve yeniden doğuşun simgesi olarak okunmuştur (Dinaj, 2026, p. 25). Öte yandan spiral, dairesel zaman hareketi fikriyle ilişkilendirilen en eski motif olarak düşünülmektedir (Lebedeva, 2023, p. 80). Bütün bu değerlendirmeler, spiralin anlamının tarihsel ve kültürel bağlamı ekseninde biçimlendiğini göstermektedir.

Bütün bu anlamlar örgüsüne rağmen spiral, sanatsal üretim pratiklerinde çoğunlukla sığ bir biçimde dekoratif ya da geometrik bir öge olarak değerlendirilmekte; biçimin barındırdığı anlamlar bütünü ve sembolik potansiyeli göz ardı edilmektedir. Bu bağlamda çalışmanın ana problemi, spiralin bu sığlaştırılmış anlamı karşısında nasıl bir görsel gösterge olarak konumlandırılabileceğidir. Çalışmanın temel savı, spiralin yalnızca dekoratif ve geometrik bir biçim olmadığı; tekrar ile farklılaşmayı aynı anda bünyesinde barındıran bir potansiyel içerdiği ve sanat pratiğinde zamansallık, , döngüsellik, hareket, dönüşüm ve sonsuzluk olgusunu barındıran çok katmanlı bir görsel gösterge olma özelliğine sahip olduğudur.

Bu bağlamda çalışma, spiralin tarihi ve kültürel geçmişini, anlamsal-sembolik potansiyelini ve farklı sanat pratiklerindeki işlevini incelemeye yönelik bir amaç içermektedir. Çalışma nitel bir inceleme olarak düşünülmüş ve literatür taraması ile seçilmiş sanat yapıtlarının kavramsal ve biçimsel analizine dayandırılmıştır. Görüşme, anket, deney veya saha çalışması yoluyla veri üretilmemiş; çalışma, mevcut akademik literatür ve doğrulanabilir yapıt bilgileri üzerinden yürütülmüştür. Çalışmanın kapsamı, Vincent van Gogh, Andy Goldsworthy, Robert Smithson, Nils-Udo, Pipilotti Rist ve Benjamin Von Wong'un spiral, döngü, hareket, zaman, doğa, dönüşüm veya sonsuzluk kavramlarıyla ilişkilendirilebilen yapıtlarıyla sınırlandırılmıştır.

Çalışmanın temel araştırma sorusu "Spiral biçim, farklı dönem ve sanat pratiklerinde neden tekrar tekrar ortaya çıkmakta ve döngü, hareket, zaman, dönüşüm ve sonsuzluk gibi kavramları temsil etme kapasitesini nasıl korumaktadır?" olarak belirlenmiştir. Bu soruya yanıt aranırken spiralin biçimsel sürekliliği ile anlamsal dönüşebilirliği arasındaki gerilim merkeze alınacaktır.

2. SPİRAL BİÇİMİN TARİHSEL VE KÜLTÜREL KÖKENLERİ

Spiralin tarih öncesi dönemlerden günümüze değin kullanımı, bu biçimin sanatsal niteliğini ve görsel kültürdeki kalıcılığını ispatlar niteliktedir. Geç Neolitik döneme ait objelerden olan ve merkezinde spiral bir biçim barındıran küre biçimli birvazo, spiral motifin sanat nesneleri üzerinde ne denli erken bir tarihte göründüğünü ortaya koymktadır (Lebedeva, 2023). İrlanda'daki Newgrange gibi megalitik anıtlara işlenen spirallerin ise sonsuzluk ve yeniden doğuşu simgelediği iddia edilmektedir. Bahse konu örnekler, spiralin erken dönemlerde doğal döngüler ve olası sembolik anlamlarla ilişkilendirilmiş olabileceğini düşündürmektedir (Dinaj, 2026).

Akdeniz ve Ege bölgelerinde spiral, doğal döngülerle girift bir motif olarak belirirken, Minos ve Miken sanatında sipiral formun bitkisel öğelerle birleştiği, M.Ö. 14. yüzyıla ait bir Miken kylix'inde deniz dalgalarının spirallere dönüştüğü görülür. Ahtapot gibi deniz canlılarının dokunaçlarının dahi spiral formlara dönüşmesi, bu motifin denizle kurduğu kültürel ilişkiyi pekiştirmektedir (Lebedeva, 2023). Spiral biçim bu örneklerde; güneş, deniz ve bitki örtüsü gibi doğal döngülerin aynı kompozisyonda bir araya gelmesini sağlayan bir gösterge işlevine sahiptir. Antik Yunan'da "speira" olarak adlandırılan spiral biçim, triskelion ya da üçlü spiral biçimiyle kamuya ait yapılarda ve mimaride kullanımı yaygınlaşmış ve yaşam gücünü temsil eden bir sembol olarak yorumlanmıştır (kyriaki.lymperopoulou, 2022).

Kelt kültüründe spiral, din, ruhsallık, mitoloji, sanat ve mimarlık alanlarında kullanımı belirgin bir hâl almış; bu anlam örüntüsü günümüze kadar ulaşmıştır (Waterfield, 2002). Spiralin kültürler arası yaygınlığı yalnızca Avrupa ile sınırlı değildir. Mısır Orta Krallık skarabeleri, Kıbrıs Tunç Çağı boyalı seramikleri, Shang ve Batı Zhou hanedanlığı tunç kapları ve Japonya Jōmon dönemi çömlekleri üzerindeki dekoratif spiraller karşılaştırmalı olarak analiz edildiğinde, bu biçimlerde homojenlik ve sınırlı bir biçim repertuvarına sahip oldukları dikkat çekicidir. Tespit edilen bu durum, doğal spiral formlarının dekoratif örnekler üzerindeki etkisine bağlanmıştır. Elde edilen bu bulgu, spirallerin incelenen farklı kültürlerde birbirine benzer biçimsel çözümler ve sınırlı derecede dekoratif bir repertuvar ortaya koyduğunu göstermesi açısından önemlidir (Humphrey, 2013).

Sembolik düzlemde girdap motifi, Geç Neolitik dönemde "sonsuzluk" ve "yaşam" arzusunu çok katmanlı anlamlar üzerinden ileten bir gösterge olarak değerlendirilmektedir (Gao, 2024). Öte yandan spiralin dekoratif

ve sembolik kullanımı, sanayi öncesi toplumların popüler ve süsleyici üretiminden çağdaş sanat pratiklerine kadar uzanan geniş bir yelpazede izlenebilir; farklı zaman ve kültürlerde ortak bir imgelem düzleminden türeyen bu motif, çağdaş sanatçıların da ilgisini çekmiştir (Lousa & Mikosz, 2019).

Modern ve çağdaş döneme geçiş sürecinde spiral, mimari alanda da anlamlı bir biçim olarak gözlemlenir (Serrano, 2013). Berlin'deki Alman Tarih Müzesi'nin I. M. Pei tarafından tasarlanan uzantısında kullanılan spiral merdiven, binanın farklı katlarını birbirine bağlayarak yeni ve eski yapının katmanlarını, barok Zeughaus'u ve kenti aynı anda görünür kılar (Brose, 2004). Spiralin "farklı tarihsel perspektifleri mekânsal olarak eklemlemek" için özellikle elverişli bir biçim olduğu değerlendirmesi, bu biçimin zaman ve tarihle kurduğu ilişkiyi mimari ölçekte somutlaştırır (Brose, 2004). Böylece spiral, tarih öncesi motiflerden çağdaş sanata uzanan süreçte biçimsel sürekliliğini korurken anlamsal olarak da zenginleşmiştir (Serrano, 2013). Çizelge 1, farklı tarihsel ve kültürel bağlamlarda spiral biçime yüklenen işlevleri görsel destekli bir biçimde özetlemektedir.

Çizelge 1. Farklı tarihsel/kültürel bağlamlarda spiral biçimin işlevleri

Dönem / kültür	Örnek	İşlev / anlam	Kaynak
Geç Neolitik	Erken Minos Dönemi Kızartma Tavası	Erken görsel motif; döngüsel hareket fikri	(Lebedeva, 2023)
Megalitik	Newgrange spiralleri	Sonsuzluk ve yeniden doğuş	(Dinaj, 2026, p. 25)
Miken / Minos	MÖ 14. yy. Miken kylix'i; ahtapot ve sarmaşık motifleri	Deniz, güneş ve bitki döngüleri	(Lebedeva, 2023)
Antik Yunan	"Speira" ve triskelion	Yaşam gücü	(Brose, 2004, p. 19)
Kelt	Spiral motifleri	Ruhsallık, mitoloji, din, mimarlık	(Waterfield, 2002)
Modern mimarlık	Alman Tarih Müzesi spiral merdiveni	Farklı tarihsel perspektiflerin eklemlenmesi	(Brose, 2004, p. 19)

3. SPİRALİN ANLAMSAL VE SEMBOLİK YAPISI

Spiralin anlamsal yapısını çözümlemek için onu bir görsel gösterge olarak ele almak gerekir. Gösterge bilimsel çerçevede göstergeler ikon, indeks ve sembol olarak sınıflandırılır: ikon, temsil ettiği nesneye benzeyen; indeks, nesnesiyle nedensel ya da varoluşsal bir bağ kuran; sembol ise uzlaşıma dayanan ve öğrenilmesi gereken göstergedir (Shaer, 2009). Bir gösterge aynı anda birden fazla kategoriye ait olabilir (Tyrer, 2021). Bu çerçeve, spiralin çok katmanlı yapısını açıklamak için elverişlidir. Spiral, doğadaki sarmal yapılara benzemesi bakımından ikonik bir niteliğe sahiptir; büyüme ve hareketin bıraktığı bir iz olarak indeksal bir boyut kazanır; döngü, sonsuzluk ya da yeniden doğuş gibi anlamlar ise kültürel uzlaşım yoluyla yüklenen sembolik bir düzeyi refere eder.

Spiralin biçimsel yapısı, merkez ve çevre arasındaki ilişki üzerinden okunabilir. Spiral, kavisli bir çizginin içten dışa doğru kademeli olarak dönmesiyle oluşur (Abdelrahman, 2025). Bu tanım, spiralin aynı anda iki yönlü bir hareketi barındırdığını gösterir: merkeze yönelen içe kapanma ile merkezden uzaklaşan dışa açılma. Söz konusu iki yönlü hareket, tekrar ile farklılaşmanın eşzamanlılığına karşılık gelir. Spiral her turda bir öncekine benzer bir hareketi yineler; ancak her tur bir öncekinden farklı bir konumda gerçekleşir. Böylece spiral, saf tekrarın değil, değişerek yinelenen bir sürecin biçimsel karşılığı olur.

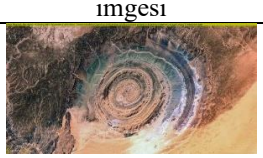
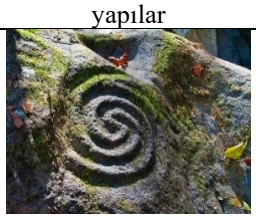
Spiral sabit bir anlama sahip değildir. Bu biçimin anlamı, sanatçının kavrama yaklaşım biçimi, kültürel bağlam, dönem, malzeme, mekân ve yapıtın biçimsel özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Nitekim prehistorik sanattaki soyut sembollerin yorumu, anlamlarının sıklıkla kültürel ve zamansal bağlama bağlı olması nedeniyle karmaşıktır (Dinaj, 2026). Benzer biçimde spiral, farklı kültürlerde hem doğal ve sembolik bir estetiğe hem de rasyonel kullanımlara bağlanabilmektedir (Lousa & Mikosz, 2019). Bu durum, spiralin anlamını tek bir çerçeveye indirgemenin yanıltıcı olacağını gösterir.

Psikolojik ve arketipsel düzlemde spiral, merkez ve bütünlük kavramlarıyla ilişkilendirilir. Jung'a göre mandala, dairesel bir sanat biçimi olarak benliği ve bütünlüğü temsil eden arketipsel bir semboldür; mandalanın en temel biçimi merkezde bir nokta bulunan bir dairedir ve bu desen Kelt haçı ile gül pencereler gibi farklı kültürel sembollerde de görülür (Ivonin, Chang, Chen, & Rauterberg, 2012). Mandalanın insan sembolizminin anahtarı sayılması ve sıklıkla benliği ve karşıtlıkların birliğini temsil etmesi (Laughlin, 2001), spiralin merkez ve bütünlük çağrışımlarını derinleştirir. Bu arketipsel okuma, spiralin neden farklı kültürlerde bağımsız olarak ortaya çıktığına dair bir açıklama zemini sunar.

Öte yandan spiralin doğadaki biçimsel düzenliliği, estetik tercihlerle de ilişkilendirilmiştir. Altın oran ve Fibonacci dizisine dayanan geometrik örüntüler, doğada kar tanelerinden yaprak dizilimlerine, salyangoz

kabuklarından nehir yataklarına kadar sıkça gözlenmekte; bu örüntülerin sonsuz bir spiral, yani Fibonacci spirali ürettiği belirtilmektedir (Başak, 2022). Deneysel çalışmalar, altın spiralin Fibonacci spiraline kıyasla estetik olarak daha çok tercih edildiğini ve bu tercihin eğriliğin sürekliliği ile kesikliliği arasındaki farka dayandığını göstermektedir (Hübner, 2024). Bu bulgular, spiralin biçimsel özelliklerinin algısal ve estetik düzeyde de anlam taşıdığını ortaya koyar. Çizelge 2'de spiral biçime yüklenen temel kavramlar ve sembolik anlamlar sınıflandırılmıştır.

Çizelge 2. Spiral biçime yüklenen temel kavramlar ve sembolik anlamlar

Kavram	Sembolik anlam / çağrışım	İlişkili bağlam	Kaynak
Döngü ve süreklilik	Mevsimlerin değişimi, yaşam-ölüm döngüsü	Doğa döngüleri, megalitik anıtlar	(Dinaj, Prehistoric visual art: Characteristics of its development over time and space, 2026, p. 25)
Sonsuzluk	Yeniden doğuş; "sonsuzluk" ve "yaşam" arzusu	Newgrange; Neolitik girdap motifleri	(Dinaj, Prehistoric visual art: Characteristics of its development over time and space, 2026)
Zaman (döngüsel)	Dairesel zaman hareketi; spiral zaman	En eski motif; ouroboros imgesi	(Lebedeva, 2023; Crossan, Cunha, Vera, & Cunha, 2005, p. 80)
Hareket	Kavisli çizginin sürekli dönüşüyle oluşan dinamizm	 Biçimsel tanım; doğal spiral yapılar	(Mavibaş, 2026)
Dönüşüm / yeniden doğuş	Ölüm ve yenilenme	 Kelt sembolizmi; doğal döngüler	(www.dreamstime.com, 2020)
Merkez ve bütünlük	Benlik ve bütünlük; karşıtlıkların birliği	Mandala, arketipsel sembolizm	(Laughlin, 2001, p. 664)
Doğa ve oran	Altın oran ve Fibonacci örüntüleri	Doğal biçimler, estetik tercih	(Başak, 2022, p. 1100)

3.1. Döngü Ve Süreklilik Bağlamında Spiral

Spiralin en belirgin anlam katmanlarından biri döngüselliktir. Tarihsel olarak en eski toplumlar, zamanın akışını bir tür döngüsellik içinde, başlangıç noktasına geri dönen bir süreç olarak algılama eğiliminde olmuşlardır (Kowalski, 2019). Bu algı, mevsimlerin yinelenmesi, gökyüzü cisimlerinin hareketi ve doğanın yenilenmesi gibi gözlemlenebilir döngülerle beslenmiştir. Spiral, bu döngüsel zaman anlayışının en eski görsel karşılıklarından biri olarak değerlendirilmektedir (Lebedeva, 2023).

Döngüsellik, spiral biçiminde başlangıç ve son arasındaki ilişki üzerinden okunur. Spiral bir yandan başlangıç noktasına geri dönme izlenimi verir; ancak bu, aynı noktaya basit bir geri dönüş değildir. Bu nedenle bazı kuramsal yaklaşımlarda "spiral zaman", kendi kuyruğunu ısıran bir yılan (ouroboros) ve cenin pozisyonundaki bir beden imgesiyle temsil edilmiştir (Crossan, Cunha, Vera, & Cunha, 2005). Bu imge, döngüselliğin kapalı bir tekrar değil, kendini yeniden üreten bir süreç olduğunu vurgular. Spiralin, geçmiş, şimdi ve gelecek arasındaki sınırların akışkanlığını simgelemesi ve "geçmişe doğru bir hareketin aynı zamanda geleceğe doğru bir hareket" olarak okunabilmesi (Al-Dahiyat & Majdoubeh, 2023), döngüselliğin ileriye dönük boyutunu ortaya koyar.

Doğa döngüleri bağlamında spiral, yaşam-ölüm-yeniden doğuş döngüsüyle ilişkilendirilir. Mevsimlerin değişimi ve yaşam-ölüm döngüsü, spiralin en yaygın sembolik çağrışımları arasındadır (Dinaj, Prehistoric visual art: Characteristics of its development over time and space, 2026). Bu ilişki yalnızca temsil düzeyinde kalmaz; bazı sanat pratiklerinde doğrudan malzemenin ve sürecin döngüselliğine dönüşür. Nils-Udo'nun 1975'te Yukarı Bavyera'daki Chiemgau yakınlarında bir çayırda gerçekleştirdiği dairesel huş ağacı dikimi, farklı mevsimlerde çekilen fotoğraf dizileriyle bitkisel yerleştirmenin döngüsel gelişimine tanıklık eder; mevsimlerin etkisiyle yapıt, ağacın ölümünü ve yeniden doğuşunu cisimleştirir (Voison, 2013). Bu örnekte dairesel düzen, doğanın kendi ritmi içinde sürekli bir oluş halinde olan bir yapıta dönüşür.

Ekolojik sanat bağlamında döngüsellik, mevsimsellik ve doğal ritimlerle ilişkili bir zaman anlayışıyla birlikte düşünülür. Sanatsal üretimin, sera kompleksi gibi mekânlarda mevsimlerin çok ritimli yapısıyla biçimlendiği ve yapıtın doğanın kendi ritmi içinde evrildiği örnekler, döngüsel zamanın sanat pratiğine içkin olduğunu gösterir (O'Kane, 2026). Bu bağlamda spiral, doğanın döngüsel işleyişini görünür kılan bir biçim olarak sürekliliği ve yenilenmeyi aynı anda temsil eder.

3.2. Hareket Ve Dönüşüm Bağlamında Spiral

Spiral, statik bir yüzey üzerinde dahi güçlü bir hareket duygusu üretir. Bu etki biçimin kendi yapısından kaynaklanır: spiral, kavisli bir çizginin sürekli dönmesiyle oluşur (Abdelrahman, 2025). Eğrinin sürekliliği, izleyicinin bakışını biçim boyunca yönlendirerek bir hareket izlenimi yaratır (Livingstone & Hubel, 1987).

Görsel algı araştırmaları, hareket algısının çizgilerin yönelimi, eğriliği ve yakınsaması gibi belirli özellikler aracılığıyla uyarılabildiğini ve bu grafik öğelerin Batı görsel sanatında ülkeler ve yüzyıllar boyunca varlığını sürdürdüğünü göstermektedir (Massaro, et al., 2012). Spiralin eğrisel yapısı, tam da bu tür bir hareket çağrışımını yoğunlaştırır.

Hareket algısının biçimsel temeli, Gestalt psikolojisi çerçevesinde de tartışılmıştır. Wertheimer'in phi fenomeni üzerine çalışmaları, algılanan hareketin iki ayrı uzamsal-zamansal olayın ardından öznel olarak eklenmediğini, kendi fenomenolojik nitelikleri ve ontolojik statüsü olduğunu ortaya koymuş; buradan hareketle yapılandırılmış bütünlerin zihinsel yaşamın birincil birimleri olduğu sonucuna varılmıştır (Wagemans, et al., 2012, p. 1174). Gestalt kuramı, algının mümkün olduğunca dengeli, istikrarlı ve birleşik bütünler oluşturma eğiliminde olduğunu ve bu eğilimin güzellik arayışıyla ilişkilendirildiğini öne sürer (Frascaroli, Leder, Brattico, & Cruys, 2023). Bu çerçevede spiral, izleyicinin bakışını sürekli bir bütünlük içinde tutan, dolayısıyla dinamik bir algısal deneyim üreten bir biçim olarak değerlendirilebilir.

Spiralin ürettiği hareket duygusu, merkeze yaklaşma ve merkezden uzaklaşma gerilimi üzerinden de okunabilir (Livingstone & Hubel, 1987). İçe yönelen hareket yoğunlaşma ve daralma, dışa açılan hareket ise genişleme ve yayılma izlenimi verir. Bu iki yönün aynı biçimde bir arada bulunması, spiralin görsel dinamizmini besler. Van Gogh'un gece gökyüzü betimlemelerinde, kavisli formların ve spirallerin kullanımı hareket, türbülans ve tedirginlik çağrışımlarıyla ilişkilendirilmiştir (Borlido, Kastenholz, & Camilo, 2024). Bu örnekte spiral, yalnızca bir biçim değil, aynı zamanda bir hareketin ve içsel bir durumun görsel ifadesi işlevi görür.

Dönüşüm bağlamında spiral, hareketin bir süreç olarak okunmasını mümkün kılar. Spiralin her turu bir öncekinden farklı bir konumda gerçekleştiği için hareket, tekrara değil dönüşüme işaret eder. Bu özellik, spiralin doğadaki oluşum biçimiyle uyumludur: deniz kabukları ve bitki büyümesi gibi doğal süreçler, kademeli bir dönüşüm içinde spiral yapılar üretir (Abdelrahman, 2025). Sanat yapıtında bu dönüşüm, malzemenin ve sürecin kendisine aktarılabilir. Örneğin Richard Serra'nın çelik spiralleri, mekânsal olanakları aracılığıyla izleyiciyi zaman duyusunu deneyimlemeye davet eden bir işlev üstlenir; sanatçı, yapıtın işlevinin, izleyicinin çevresine bağlı olarak zaman algısının nasıl değiştiğine dikkatini yoğunlaştırmasını sağlamak olduğunu belirtmektedir (Caldarola & Leñador, 2024). Böylece spiral, hareket ve dönüşümü yalnızca görsel olarak değil, deneyimsel düzeyde de görünür kılar.

3.3. Zaman Ve Sonsuzluk Bağlamında Spiral

Spiralin zamansallığını tartışmak için doğrusal ve döngüsel zaman ayrımından hareket etmek gerekir. Tarihsel ve kültürel olarak iki temel zaman modeli ayırt edilir: tarım toplumlarına ve antik felsefeye özgü döngüsel

zaman ile İbrahimî dinlerde kurtuluş tarihi olarak ortaya çıkan ve Aydınlanma döneminde ilerleme düşüncesiyle belirginleşen doğrusal zaman (Piskarev, 2025). Döngüsel zaman anlayışında geçmiş, yeni davranışlar için bir girdi olarak kullanılmak yerine, çevresel işaretlerin yinelenmesi algısı üzerinden yeniden ve yeniden edimselleştirilir (Crossan, Cunha, Vera, & Cunha, 2005). Hint düşüncesi üzerine çalışmalar, geleneksel döngüsel zaman anlayışının Avrupa'nın doğrusal zamanıyla karşıtlık içinde konumlandırıldığını ve bu karşıtlığın tarih bilinci tartışmalarıyla iç içe geçtiğini göstermektedir (Thapar, 2002).

Spiral, bu iki zaman modeli arasında bir ara konum sunar. Spiral döngüselliği andırır; ancak aynı noktaya basit bir geri dönüş değildir. Bu nedenle spiral, tekrarın değişerek devam eden bir süreç olarak okunmasına imkân tanır. Spiralin geçmiş, şimdi ve gelecek arasındaki sınırların akışkanlığını simgelemesi ve geçmişe yönelik hareketin geleceğe yönelik bir hareketle eşzamanlı olması (Al-Dahiyat & Majdoubeh, 2023), bu ara konumu açıklar. Bu okuma, döngüsel zamanın kapalı tekrar değil, yenilenme ve ilerleme içeren bir süreç olarak anlaşılmasını sağlar. "Spiral zaman" kavramının ouroboros imgesiyle temsil edilmesi de bu yaklaşımı destekler (Crossan, Cunha, Vera, & Cunha, 2005).

Sonsuzluk düşüncesi bağlamında spiral, süreklilik ve tamamlanmama fikriyle ilişkilendirilir. Megalitik anıtlardaki spirallerin sonsuzluk ve yeniden doğuşu simgelediği yorumu (Dinaj, 2026) ve girdap motiflerinin "sonsuzluk" ve "yaşam" arzusunu çok katmanlı anlamlarla yansıtması (Gao, 2024), bu ilişkinin tarihsel kökenlerini gösterir. Spiralin belirli bir noktada başlayıp kesin bir sonla tamamlanmaması, onu sonlu bir biçim olarak okunmaktan çıkarır ve sonsuzluğun görsel bir göstergesi haline getirir.

Çağdaş sanat pratiklerinde spiralin zamansallığı, jeolojik ve kozmik ölçeklere genişleyebilir. Robert Smithson'un Spiral Jetty adlı yapıtı, izleyiciyi jeolojik zaman üzerine düşünmeye davet ederken, biçimin galaksi spirallerini andırması nedeniyle kozmolojik zamanı da çağrıştırır (Gibbons, 2018). Smithson, Büyük Tuz Gölü'nü "tarih öncesi"ni kapsayan bir manzara olarak görmüş ve Spiral Jetty'yi bir "entropik durum" yaratacak biçimde kurgulamıştır (Gibbons, 2018). Yapıt, göl suyunun yükselip alçalmasıyla zaman içinde tuz kristalleri oluşturur; suya gömülme ve yeniden ortaya çıkma süreçleri yapının aşınmasına yol açar (Gibbons, 2018). Böylece spiral, zamanın yapı üzerindeki maddi etkisini görünür kılan bir biçim olur.

Smithson'un yapıtı, entropi kavramıyla yakından ilişkilidir. Sanatçının doğal süreçleri ve entropiyi kucaklaması, "entropiyi görünür kılma" arayışı olarak değerlendirilmiştir; Spiral Jetty, Büyük Tuz Gölü'nün kuzey kıyısında, 1970 yılında siyah bazalt kayalarla oluşturulmuş bir toprak yapıtıdır (Steiner, 2019). Yapıtın uzayın ve tarih öncesinin genişliğiyle kurduğu ilişki, zaman ve entropi temalarını bir araya getirir (Mussett, 2020). Bu örnekte spiral, hem jeolojik hem de kozmik zaman ölçeklerini aynı biçimde görünür kılarak sonsuzluk düşüncesini

maddi bir zemine taşır. Smithson'un çalışmaları, manzarayı entropik bir estetik çerçevesinde ele alan ve bugünün çağdaş sanatı üzerinde etkili olan bir yaklaşımı başlatmıştır (Hormazábal, 2022).

4. SANATÇILAR VE YAPIT ÖRNEKLERİ ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRME

Bu bölüm, spiralin çeşitli sanat pratiklerinde nasıl farklı anlamlar ürettiğini göstermek amacıyla altı sanatçının doğrulanabilir yapıtlarını karşılaştırmalı biçimde inceler. İnceleme, sanatçıların biyografilerine değil, seçilen yapıtlarda spiralin biçimsel ve kavramsal işlevine odaklanır.

4.1. Vincent Van Gogh: The Starry Night (1889)

Van Gogh'un The Starry Night adlı yapıtı, spiralin hareket ve dinamizm üretme kapasitesinin en bilinen örneklerinden biridir.

Görsel 1. Vincent van Gogh, The Starry Night (1889), tuval üzerine yağlıboya, Museum of Modern Art, New York (www.bukashops.com, 2026)

Yapıtın gökyüzü, derinleştirilmiş maviler ve açılmış morlar içinde, değişken sıcak merkezlerden yayılan enerjik döngüsel girdaplar ve titreşen sarı-turuncu darbeler biçiminde çözümlenmiştir (Kotsimbos, 2014). Bu girdapların türbülanslı özellikler taşıdığı ve akışkanlar dinamiğinin yasalarıyla örtüştüğü öne sürülmüştür (Corbelli, 2024, p. 10). Bazı yorumlarda gökyüzünün merkezindeki büyük girdap, bir sarmal galaksi ya da kuyruklu yıldız olarak değerlendirilmiş; yapıtın gerçekçi olmayan öğelerinin köy ve gökyüzündeki girdaplar olduğu belirtilmiştir (Corbelli, 2024, p. 10). Yapıtın kavisli formları ve spiralleri, hareket, türbülans ve tedirginlik çağrışımlarıyla ilişkilendirilmektedir (Borlido, Kastenholz, & Camilo, 2024, p. 3817). Burada spiral, hem gökyüzünün dinamik yapısını hem de sanatçının içsel dünyasını görünür kılan bir araç olarak işlev görür; yapıt, sanatçının psikolojik ve duygusal boyutlarıyla birlikte değerlendirilmektedir (Zhou, 2025).

4.2. Andy Goldsworthy: Geçici Doğal Spiral Yapıtları

Görsel 2. Andy Goldsworthy, spiral biçimli yaprak çalışması, Jardin Massey, Tarbes, Fransa, 22 Ağustos 1989 (Goldsworthy at the gallery, 2024).

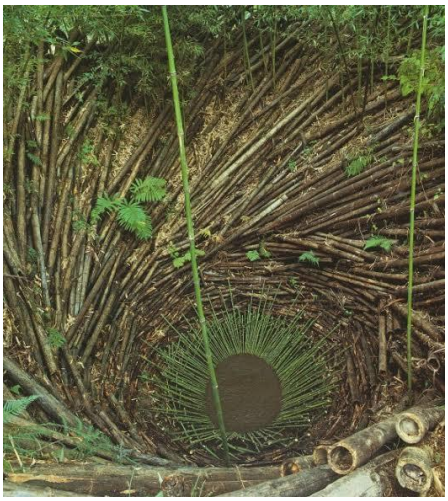
Goldsworthy, buluntu doğal nesneleri (yapraklar, kayalar, buz, dallar) kullanarak manzaraya geçici müdahalelerde bulunur; yapıtları doğal güzelliği ve sürekli değişen mevsimleri hatırlatır (Menuhin, 2023). Sanatçının birçok yapıtı geçici, organik malzemelerden oluşur; malzemenin doğal yaşam döngüsü ve yapıtın nihai kayboluşu yapıtın kendisine içkindir (Lancaster & Waldron, 2020, p. 250). Spiral, Goldsworthy'nin pratiğinde doğal malzemeyle kurulan geçici bir düzen olarak belirir. Sanatçının spiral biçimli yaprak çalışması, 22 Ağustos 1989'da Fransa'nın Tarbes kentindeki Jardin Massey'de gerçekleştirdiği, yaprakların toplandıkları ağacın gölgesinde birleştirilip dikenlerle yere tutturulduğu bir uygulamadır (Barrès, 2003, p. 4). Sanatçının "Ice Spiral: Tree Soul" adlı yapıtı ise bir ağacın çevresine sarmallanan bir buz sarkıtı olarak tanımlanmakta; yapıtlarının insan yapımı ile doğal arasındaki sınırları bulanıklaştırdığı ve doğaya tabi, kalıcı olmayan yapıtlar olduğu belirtilmektedir (Perovich, 2018, p. 10). Goldsworthy için sanat yapma süreci, deneme yanılma yoluyla gerçekleşen bir öğrenme biçimidir; sanatçı, taşlarla bir koni biçimi oluşturmaya çalışırken yapıtın dört kez çökmesini, taşı daha iyi anlama süreci olarak yorumlar (Boeckel, 2014, p. 983). Bu yönüyle spiral, malzemeyle kurulan diyalogda zaman ve geçiciliği görünür kılan bir biçim olur.

4.3. Robert Smithson: Spiral Jetty (1970)

Görsel 3. Robert Smithson, Spiral Jetty (1970), siyah bazalt kayalar, Büyük Tuz Gölü, Utah, ABD (www.arthistoryproject.com, 2026).

Smithson'un Spiral Jetty'si, spiralin zaman ve entropiyle ilişkisini maddi düzeyde kuran bir yapıttır. Büyük Tuz Gölü'nün kuzey kıyısında 1970'te siyah bazalt kayalarla oluşturulan yapıt, doğal süreçleri ve entropiyi görünür kılma arayışının ürünüdür (Steiner, 2019, p. 36). Yapıt, izleyiciyi jeolojik zamanı düşünmeye davet ederken galaksi spirallerini andıran biçimiyle kozmolojik zamanı da çağrıştırır (Gibbons, 2018, p. 288). Göl suyunun yükselip alçalması yapıtta tuz kristalleri oluşturur; gömülme ve yeniden ortaya çıkma süreçleri yapının aşınmasına yol açar (Gibbons, 2018, p. 288). Yapıtın uzayın ve tarih öncesinin genişliğiyle kurduğu ilişki, sanat, entropi ve zaman temalarını bir araya getirir; Spiral Jetty, "yıkımdan doğuşu düşünmenin" estetik olanaklarını araştıran bir yapıt olarak değerlendirilir (Mussett, 2020). Böylece spiral, doğrusal bir bozulma süreci ile döngüsel yeniden ortaya çıkma arasında salınan bir zaman deneyimi üretir.

4.4. Nils-Udo: Circle Of Calumet Bamboo Nest (1988-1990) Ve Dairesel Dikimler



Görsel 4. Nils-Udo, ‘Bamboo Nest II’ (Bambu Yuvası II) toprak, bambu kamışları ve bambu korusu, 1988/1994, Fujino, Japonya (Fotoğraf: Nils-Udo) (YerTutucu5).

Nils-Udo, yerinde bulduğu malzemelerle çalışan ve yapıtlarını doğanın süreçlerine bırakan bir sanatçıdır. Sanatçının 1978'de Almanya'da toprak, taş, huş ağaçları ve otlardan oluşturduğu ilk "yuva" çalışması doğada bırakılmış; doğa dönüşüm sürecini sürdürmüştür (Bach, 2019, p. 142). 1975'te Yukarı Bavyera'daki Chiemgau yakınlarında gerçekleştirdiği dairesel huş ağacı dikimi, mevsimler boyunca çekilen fotoğraf dizileriyle bitkisel yerleştirmenin döngüsel gelişimine tanıklık eder; mevsimlerin etkisiyle yapıt, ağacın ölümünü ve yeniden doğuşunu cisimleştirir ve doğanın kendisinin eseri olan "yaşayan bir heykel"e dönüşür (Voison, 2013, p. 5). Sanatçının Circle of Calumet Bamboo adlı yapıtı ise 1990'da Hint Okyanusu'ndaki Réunion'da kamış bambuyla gerçekleştirilmiştir (Song, 2010). Nils-Udo'nun çalışmaları, doğal malzemelerin beklenmedik bağlamlara yerleştirilmesi ve doğayla duyarlı bir ilişki kurulması yoluyla insan ile doğa arasındaki ilişkiyi düşündürür (Song, 2010). Bu pratikte dairesel/spiral düzen, doğanın döngüsel zamanına bırakılmış bir biçim olarak işlev görür.

4.5. Pipilotti Rist: Pour Your Body Out (7354 Cubic Meters) (2008)

Görsel 5. Pipilotti Rist, Pour Your Body Out (7354 Cubic Meters) (2008), video yerleştirme, Museum of Modern Art, New York (nyclovesnyc.blogspot.com, 2008).

Rist'in video yerleştirmeleri, spiralin mekânsal ve zamansal deneyimle ilişkisini yeni bir düzleme taşır. Sanatçının 2008'de Museum of Modern Art'ta gerçekleştirdiği Pour Your Body Out adlı yerleştirmesi, müzenin büyük atriyumunu üç duvara yayılan projeksiyonlarla dönüştürmüş; pembe perdeler, pelüş halı ve meme biçimli projektörlerle mekânı kurgulamıştır (Yglesias, 2020). Yerleştirmede üç projeksiyon kimi zaman birbirini bir köşe ekseninde yansıtmakta, kimi zaman tek bir görüntüde birleşmekte; görüntüler akışkan bir süreklilik içinde birbirine ve duvarlar boyunca akar (Balsom, 2013, p. 59). Bu akışkan süreklilik, 16 dakikalık video döngüsünde doğurganlık ve çürüme döngülerini işler; yerleştirmenin ısı ve akışkanlık hissini yoğunlaştıran, trans benzeri bir nitelik taşıdığı belirtilmektedir (Balsom, 2013, p. 59). Rist'in pratiği, beden, ilişkisellik ve teknolojik arayüzlerle

etkileşim temalarını yeniden biçimlendiren, eleştirel ve potansiyel olarak açıklayıcı bir izleyicilik biçimi önermesiyle değerlendirilir (Yglesias, 2020). Rist'in Sip My Ocean sergisinde, ekran oranları genişletilip daraltılarak görüntüler duvarların yanı sıra tavan ve zeminlere de taşınmakta; aşırı ölçek ve anlatısal rengi kullanarak izleyiciyi içine almakta ve geleneksel algı kalıplarını sarsmaktadır (Haslem, 2018). Bu yönüyle spiral, Rist'in pratiğinde mekâna yayılan, döngüsel ve bedensel bir zaman deneyiminin görsel karşılığı olarak okunabilir.

4.6. Benjamin Von Wong: Mermaids Hate Plastic (2016)

Görsel 6. Benjamin Von Wong, Mermaids Hate Plastic (2016), plastik şişelerle gerçekleştirilen fotoğraf çalışması (blog.vonwong.com, 2026).

Von Wong'un Mermaids Hate Plastic adlı çalışması, plastik kirliliği temasını görselleştiren bir fotoğraf çalışmasıdır; yapıt, plastik şişeler ve okyanus kirliliği çerçevesinde ele alınmakta ve kirlilik, toksisite ve tek kullanımlık tüketim temalarıyla ilişkilendirilmektedir (Chertkovskaya, Holmberg, Petersén, Stripple, & Ullström, 2020, p. 5). Von Wong, çevresel sorunları görsel yorum yoluyla ifade eden sanatçılar arasında değerlendirilmektedir (Ming, Saat, & Fauzi, 2021). Bu yapıtta spiral, çizilmiş ya da oyulmuş bir biçim olarak değil, maddi bir döngünün görselleştirilmesi olarak işlev görür: tek kullanımlık plastiklerin üretim, tüketim ve atık döngüsü, yapıtın kavramsal çerçevesini oluşturur. Plastik atıkların sanatsal üretimde yeniden değerlendirilmesi, döngüsel bir malzeme mantığına işaret eder (Donkor, Boakye-Yiadom, Ankrah, & Micah, 2024). Böylece Von Wong'un pratiği, spiralin biçimsel bir öğe olarak bulunmadığı durumlarda bile döngüsellik

ve dönüşüm kavramlarının çağdaş ekolojik sanatta nasıl işlediğini gösterir. Çizelge 3'te incelenen sanatçılar, yapıtlar, spiral kullanım biçimleri ve ilişkili kavramlar karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır.

Çizelge 3. İncelenen sanatçılar, yapıtlar, spiral kullanım biçimleri ve ilişkili kavramlar

Sanatçı	Yapıt (yıl)	Spiral kullanımı	İlişkili kavram(lar)	Kaynak
Vincent van Gogh	The Starry Night (1889)	Gökyüzünde türbülanslı girdaplar	Hareket, dinamizm, içsel durum	(Corbelli, 2024, p. 10)
Andy Goldsworthy	Ice Spiral: Tree Soul; spiral yaprak çalışması (1989, Tarbes)	Doğal malzemeyle geçici spiral düzen	Döngü, geçicilik, zaman	(Perovich, 2018; Barrès, 2003, p. 10)
Robert Smithson	Spiral Jetty (1970, Büyük Tuz Gölü)	Bazalt kayalarla göl üzerinde spiral yapı	Entropi, jeolojik ve kozmik zaman	(Steiner, 2019; Gibbons, 2018, p. 36)
Nils-Udo	Circle of Calumet Bamboo (1990); dairesel huş dikimi (1975)	Doğada dairesel/spiral yerleştirme	Döngü, mevsimler, yenilenme	(Song, 2010; Voison, 2013)
Pipilotti Rist	Pour Your Body Out (7354 Cubic Meters) (2008)	Mekâna yayılan döngüsel video akışı	Zaman, beden, süreklilik	(Balsom, 2013; Yglesias, 2020, p. 59)
Benjamin Von Wong	Mermaids Hate Plastic (2016)	Plastik şişelerle kurgulanan görselleştirme	Döngü, tüketim, ekoloji	(Chertkovskaya, Holmberg, Petersén, Stripple, & Ullström, 2020, p. 5)

Karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde, spiralin bu pratiklerde farklı işlevler üstlendiği görülür. Van Gogh'ta spiral, gökyüzünün dinamizmini ve içsel hareketi görünür kılan bir biçimdir; Goldsworthy'de doğal malzemeyle kurulan geçici bir düzen; Smithson'da jeolojik ve kozmik zamanı maddileştiren bir yapı; Nils-Udo'da doğanın döngüsel zamanına bırakılmış bir yerleştirme; Rist'te mekâna yayılan bedensel ve döngüsel bir zaman deneyimi; Von Wong'da ise maddi bir tüketim döngüsünün görselleştirilmesidir. Aynı biçimsel şema, farklı malzeme, mekân ve kavramsal çerçevelerde farklı anlamlar üretmektedir.

5 SONUÇ

Sonuç olarak Spiral formla ilgili temel bir soru ortaya çıkmaktadır. Spiral biçim, farklı dönem ve sanat pratiklerinde neden tekrar tekrar ortaya çıkmakta ve döngü, hareket, zaman, dönüşüm ve sonsuzluk gibi kavramları temsil etme kapasitesini nasıl korumaktadır?

Bu soruya verilebilecek ilk yanıt, spiralin biçimsel sürekliliğine dayanır. Spiralin, kavisli bir çizginin sürekli dönmesiyle oluşan yapısı (Mavibaş, 2026) her kültürde aynı biçimsel çekirdeği üretir. Bu çekirdek, biçimin farklı kültürlerde bağımsız olarak benzer çözümlere yol açmasını açıklayabilir. Nitekim farklı kültürlere ait dekoratif spirallerin karşılaştırmalı analizi, bu biçimlerde dikkat çekici bir homojenlik ortaya koymuş ve bu

durum doğal spiral formlarının etkisine bağlanmıştır (Humphrey, 2013). Benzer biçimde, farklı zaman ve kültürlerde ortak bir imgelem düzleminden türeyen spiral motifinin sanatçıların ilgisini çekmeye devam etmesi (Lousa & Mikosz, 2019), biçimin doğal ve sembolik bir estetiğe dayandığını göstermektedir.

İkinci yanıt, spiralin anlamsal esnekliğine dayanır. Spiralin anlamı sabit değildir; kültürel ve zamansal bağlama bağlı olarak değişir (Dinaj, 2026). Bu esneklik, spiralin farklı kavramları temsil etme kapasitesini korumasını sağlar. Spiral, Peirce'in göstergebilimsel modeline göre (ikon, indeks ve sembol) doğadaki sarmal yapılara benzemesi bakımından ikonik, hareketin ve büyümenin izini taşıması bakımından indeksal, kültürel uzlaşımla yüklenen döngü ve sonsuzluk anlamları bakımından sembolik bir gösterge olarak işlev görebilir (Shaer, 2009). Bu çok katmanlı gösterge yapısı, spiralin tek bir anlama indirgenmesini engeller ve farklı bağlamlarda yeniden anlamlandırılmasına olanak tanır.

Üçüncü yanıt, spiralin algısal düzeyde ürettiği deneyime dayanır. Gestalt kuramı, algının dengeli ve birleşik bütünler oluşturma eğiliminde olduğunu ve bu eğilimin güzellik arayışıyla ilişkilendirildiğini öne sürer (Frascaroli, Leder, Brattico, & Cruys, 2023). Spiral, izleyicinin bakışını sürekli bir bütünlük içinde tutan bir biçim olarak dinamik bir algısal deneyim sunar (Livingstone & Hubel, 1987). Kurulum sanatı üzerine deneysel çalışmalar, izleyicilerin yapıtlara yüklediği anlamların döngü, sonsuzluk ve birlik gibi kavramlar etrafında biçimlendiğini göstermektedir (Pelowski, et al., 2018). Bu bulgu, spiralin anlamının yalnızca sanatçının niyetine değil, izleyicinin anlamlandırma sürecine de bağlı olduğunu ortaya koyar.

Buna karşın spiralin farklı pratiklerdeki anlamları ayrışır. Van Gogh'ta spiral, bireysel ve duygusal bir içsel durumun ifadesiyken (Borlido, Kastenholz, & Camilo, 2024); Smithson'da kişisel olmayan, jeolojik ve kozmik ölçekte bir zaman ve entropi deneyimine bağlanır (Gibbons, 2018). Goldsworthy ve Nils-Udo'da dairesel/spiral biçim, doğanın kendi süreçlerine bırakılan geçici bir düzen olarak işlev görür (Voison, 2013). Rist'te ise spiral, teknolojik arayüzlerle kurulan bedensel ve mekânsal bir zaman deneyimine dönüşür (Yglesias, 2020). Bu ayrışma, aynı biçimsel şemanın malzeme, mekân ve kavramsal çerçeveye bağlı olarak farklı anlamlar üretebildiğini gösterir.

Dolayısıyla spiral, biçimsel sürekliliğine rağmen anlamsal olarak bağlama göre dönüşebilen bir göstergedir. Bu dönüşüm, biçimin "boş" bir şema olmasından değil, aksine çok katmanlı bir anlam potansiyeli taşımasından kaynaklanır. Spiralin döngü, hareket, zaman, dönüşüm ve sonsuzluk gibi kavramlarla ilişkisi, bu kavramların birbirinden bağımsız olmamasıyla da pekişir: döngü hareketi, hareket zamanı, zaman dönüşümü, dönüşüm ise sonsuzluk düşüncesini çağırır. Spiral, bu kavramları tek bir biçimde düğümleyerek aralarındaki geçişkenliği

görünür kılar. Bu nedenle spiral, farklı dönem ve pratiklerde tekrar tekrar ortaya çıkar ve temsil kapasitesini korur.

Bu çalışma, spiral biçimin sanatsal üretimdeki anlamsal ve sembolik işlevini, döngü, hareket, zaman ve sonsuzluk kavramları çerçevesinde incelemiştir. İnceleme, spiralin yalnızca geometrik ya da dekoratif bir biçim olmadığını; farklı kültürel ve sanatsal bağlamlarda çok katmanlı anlamlar üreten bir görsel gösterge olduğunu ortaya koymaktadır. Spiral, Neolitik dönemden çağdaş sanata uzanan süreçte biçimsel sürekliliğini korumuş; ancak anlamı, sanatçının kavramsal yaklaşımına, kültürel bağlama, malzemeye ve mekâna göre dönüşmüştür.

Çalışmanın temel bulgusu, spiralin tekrar ile farklılaşmayı aynı anda bünyesinde barındırmasıdır. Spiral her turda bir öncekine benzer bir hareketi yineler; ancak her tur farklı bir konumda gerçekleştiği için bu tekrar, dönüşerek devam eden bir sürece karşılık gelir. Bu yapı, spiralin döngüsellik ile doğrusallık arasında bir ara konumda düşünülmesini mümkün kılar. Böylece spiral, döngü ve sürekliliği temsil ederken aynı zamanda hareket ve dönüşümü görünür kılar; zamanın geçişini ve sonsuzluk düşüncesini aynı biçimde maddileştirir (Rodrigo, 2016).

İncelenen yapıt örnekleri, bu sonucu farklı sanat pratikleri üzerinden somutlaştırmaktadır. Van Gogh'un The Starry Night'ında spiral, gökyüzünün dinamizmini ve içsel hareketi görünür kılar. Goldsworthy'nin geçici doğal yapıtlarında doğal malzemeyle kurulan bir düzen oluşturmasına imkân sağlar. Smithson'un Spiral Jetty'sinde jeolojik ve kozmik zamanı maddileştiren bir yapıyı temsil eder. Nils-Udo'nun dairesel dikimlerinde doğanın döngüsel zamanına bırakılmış bir yerleştirmeye; Rist'in video yerleştirmelerinde mekâna yayılan bedensel bir zaman deneyimine; Von Wong'un çalışmasında ise maddi bir tüketim döngüsünün görselleştirilmesine olanak sağlar. Çalışmada yer alan bu örnekler, spiralin farklı malzeme, mekân ve kavramsal çerçevelerde farklı anlamlar ürettiğini göstermektedir (Corbelli, 2024; Ménard, 2014, p. 10).

Sonuç olarak spiral, döngü, hareket, zaman, dönüşüm ve sonsuzluk kavramlarını görünür kılan çok katmanlı bir görsel göstergedir. Bu kavramların spiral biçim üzerinden somutlaşması, biçimin hem algısal hem de sembolik düzeyde işleyen yapısından kaynaklanır. Spiral, doğadaki oluşum biçimleriyle kurduğu benzerlik, hareketin ve büyümenin izini taşıması ve kültürel olarak yüklenen anlam katmanları sayesinde, sanat yapıtında zamansallığı, hareketi, dönüşümü, döngüselliği ve sonsuzluğu aynı anda temsil edebilen bir gösterge olarak varlığını sürdürmektedir.

Üretken Yapay Zekâ Kullanım Beyanı: Bu çalışmanın hazırlanması sürecinde, TÜBİTAK'ın Destek Süreçlerinde Üretken Yapay Zekânın (ÜYZ) Sorumlu ve Güvenilir Kullanımı Rehberinde belirtilen ilkeler doğrultusunda, yalnızca dil bilgisi, akademik anlatım ve metin akışının iyileştirilmesi amacıyla büyük dil

modellerinden (Large Language Models, LLM) yararlanılmıştır. Çalışmanın bilimsel içeriği, yorumları, kaynakların doğrulanması ve nihai metnin kontrolü yazar tarafından gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

(tarih yok).

Abdelrahman, S. (2025). The aesthetic use of circular and spiral shapes as an introduction to creating artistic works. *Al-Mağallah Al-ʿilmiyyaẗ Li ʿulūm Al-Tarbiyyaẗ Al-Nawʿiyyaẗ, 0*(0), 0. doi:10.21608/sjsep.2025.403809

Ak, H. (2024). SEMBOLİK MOTİFLERİN ANADOLU SERAMİKLERİ ÜZERİNDEKİ ÖRNEKLERİ: SPİRAL/SARMAL MOTİFİ. *DergiPark (Istanbul University)*(51), 517-533. doi:10.61742/sanatyazilari.1512696

Al-Dahiyat, B., & Majdoubeh, A. (2023). Imagining a Poetics of Loss. *Arab Studies Quarterly, 45*(2). doi:10.13169/arabstudquar.45.2.0134

Bach, C. (2019). Workspace and economic system patterns put into perspective : contemporary art questioning economy. *theses.fr (ABES)*. http://www.theses.fr/2019MON30088/document adresinden alındı

Balsom, E. (2013). *Exhibiting Cinema in Contemporary Art.* Amsterdam University Press. doi:10.26530/oapen_442726

Barrès, P. (2003). Les petits fruits rouges d'Andy Goldsworthy. *HAL (Le Centre pour la Communication Scientifique Directe)*. https://univ-tlse2.hal.science/hal-01973598 adresinden alındı

Başak, R. (2022). GOLDEN RATIO AND FIBONACCI SEQUENCE: UNIVERSAL FOOTPRINTS OF THE GOLDEN FLOW. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication, 12*(4), 1092-1107. doi:10.7456/11204100/013

blog.vonwong.com. (2026, 10 10). *If the average American uses 167 plastic bottles a year, in 60 years they will have used 10,000 plastic bottles.* 10 10, 2026 tarihinde blog.vonwong.com: https://blog.vonwong.com/mermaidplastic/ adresinden alındı

Boeckel, J. (2014). At the heart of art and earth: an exploration of practices in arts-based environmental education. *Environmental Education Research, 21*(5), 801-802. doi:10.1080/13504622.2014.959474

Borlido, T., Kastenholz, E., & Camilo, E. (2024). Word-of-art: What is the impact of Vincent van Gogh's The Starry Night on the destination image of Saint-Rémy-de-Provence? *European Journal of Tourism Research, 38*, 3808. doi:10.54055/ejtr.v38i.3437

Brose, H.-G. (2004). An Introduction towards a Culture of Non-Simultaneity? *Social Science Open Access Repository (GESIS – Leibniz Institute for the Social Sciences), 13*(1), 5-26. doi:10.1177/0961463x04040740

Caldarola, E., & Leñador, J. (2024). On Affective Installation Art. *Topoi, 43*(3), 699-711. doi:10.1007/s11245-024-10032-z

Chertkovskaya, E., Holmberg, K., Petersén, M., Stripple, J., & Ullström, S. (2020). Making visible, rendering obscure: reading the plastic crisis through contemporary artistic visual representations. *Global Sustainability, 3*. doi:10.1017/sus.2020.10

Corbelli, E. (2024). The lunar eclipse and the dawn of astrophysics in van Gogh's masterpieces. *arXiv (Cornell University)*. doi:10.48550/arxiv.2411.16320

Crossan, M., Cunha, M., Vera, D., & Cunha, J. (2005). Time and Organizational Improvisation. *Academy of Management Review, 30*(1), 129-145. doi:10.5465/amr.2005.15281441

Dinaj, S. (2026). Prehistoric visual art: Characteristics of its development over time and space. *Interdisciplinary Cultural and Humanities Review, 5*(1), 18-28. doi:10.59214/cultural/1.2026.18

Dinaj, S. (2026). Prehistoric visual art: Characteristics of its development over time and space. *Interdisciplinary Cultural and Humanities Review, 5*(1), 18-28. doi:10.59214/cultural/1.2026.18

Donkor, E., Boakye-Yiadom, F., Ankrah, O.-A., & Micah, V. (2024). Sculpture, circular economy and ecological reflections: redefining waste through sustainable art in Ghana. *World Art, 14*(3), 279-303. doi:10.1080/21500894.2024.2367962

Frascaroli, J., Leder, H., Brattico, E., & Cruys, S. (2023). Aesthetics and predictive processing: grounds and prospects of a fruitful encounter. *PubMed Central, 379*(1895), 20220410. doi:10.1098/rstb.2022.0410

Gao, L. (2024). The Metaphorical Interpretation of Vortex Patterns from the Perspective of Semiotics. *Art and Design, 7*(7), 245. doi:10.31058/j.ad.2024.77026

Gibbons, A. (2018). Entropology and the end of nature in Lance Olsen's Theories of Forgetting. *Textual Practice, 33*(2), 280-299. doi:10.1080/0950236x.2018.1509271

Goldsworthy at the gallery. (2024, 03 10). 10 10, 2026 tarihinde www.dng24.co.uk/goldsworthy-at-the-gallery/: https://www.dng24.co.uk/goldsworthy-at-the-gallery/ adresinden alındı

Haslem, W. (2018). Sip My Ocean: Immersion, Senses and Colour. *Minerva Access (University of Melbourne)*(14), 72. http://hdl.handle.net/11343/219667 adresinden alındı

Hormazábal, R. (2022). An Entropic Spiral: From Pre-Columbian Art to the Post-Industrial Era. *European Journal of Humanities and Social Sciences, 2*(6), 103-108. doi:10.24018/ejsocial.2022.2.6.348

Humphrey, A. (2013). *The classification and analysis of spirals in decorativedesigns.* https://etheses.whiterose.ac.uk/6847/ adresinden alındı

Hübner, R. (2024). Golden spiral or Fibonacci spiral: Which is more beautiful and why? *i-Perception, 15*(2). doi:10.1177/20416695241243319

Ivonin, L., Chang, H.-M., Chen, W., & Rauterberg, M. (2012). Unconscious emotions: quantifying and logging something we are not aware of. *Personal and Ubiquitous Computing, 17*(4), 663-673. doi:10.1007/s00779-012-0514-5

Kotsimbos, T. (2014). From the Museum: the Art of Thinking. Part Six: Perception. *European Respiratory Journal, 44*(2), 302-303. doi:10.1183/09031936.00440214

Kowalski, M. (2019). Generational cycles and changes in time and space. *Geographia Polonica, 92*(3), 253-273. doi:10.7163/gpol.0148

kyriaki.lymperopoulou. (2022). The Triple Spiral (Speira) or Triskelion. European Organization for Nuclear Research. doi:10.5281/zenodo.10239426

Lancaster, S., & Waldron, J. (2020). Boundary|Time|Surface: assessing a meeting of art and geology through an ephemeral sculptural work. *Geoscience Communication, 3*(2), 249-262. doi:10.5194/gc-3-249-2020

Laughlin, C. (2001). Mandalas, Nixies, Goddesses, and Succubi A Transpersonal Anthropologist Looks at the Anima. *International Journal of Transpersonal Studies, 20*(1), 33-52. doi:10.24972/ijts.2001.20.1.33

Lebedeva, I. (2023). The idea of the circular motion of time in the thought of the Greeks of the 8th century B.C. *Graeco-Latina Brunensia*(1), 75-94. doi:10.5817/glb2023-1-5

Livingstone, M., & Hubel, D. (1987). Psychophysical evidence for separate channels for the perception of form, color, movement, and depth. *Journal of Neuroscience, 7*(11), 3416-3468. doi:10.1523/jneurosci.07-11-03416.1987

Lousa, T., & Mikosz, J. (2019). Fantasy, creativity and proportions: Spiral representations in culture and art. doi:10.1201/9780429297755-42

Massaro, D., Savazzi, F., Dio, C., Freedberg, D., Gallese, V., Gilli, G., & Marchetti, A. (2012). When Art Moves the Eyes: A Behavioral and Eye-Tracking Study. *PLoS ONE, 7*(5). doi:10.1371/journal.pone.0037285

Mavibaş, F. (2026, 03 06). *kureansiklopedi.com/tr*. doi:10.21608/sjsep.2025.403809

Ménard, A. (2014). Robert Smithson's Environmental History. *Oxford Art Journal, 37*(3), 285-304. doi:10.1093/oxartj/kcu018

Menuhin, E. (2023). Connections: Time, Landscape, and the Art of Andy Goldsworthy. *Architectural Design, 93*(5), 60-69. doi:10.1002/ad.2975

Ming, Z., Saat, M., & Fauzi, T. (2021). Artist Exploration on Media and Materials Towards Environmental Issues. *Kupas Seni*(9), 68-80. doi:10.37134/kupasseni.vol9.1.7.2021

Mussett, S. (2020). Robert Smithson, entropic art, and the West. doi:10.4324/9781003043621-8

nyclovesnyc.blogspot.com. (2008, 12 16). *Pipilotti Rist: Pour Your Body Out (7354 Cubic Meters) at the MOMA.* 10 10, 2026 tarihinde nyclovesnyc.blogspot.com: https://nyclovesnyc.blogspot.com/2008/12/pipilotti-rist-pour-your-body-out-7354.html adresinden alındı

O'Kane, E. (2026). Fluid time: Exploring and documenting the rhythms and temporalities of a greenhouse complex in Denmark. *Time & Society, 35*(1), 170-194. doi:10.1177/0961463x251409565

Pelowski, M., Leder, H., Mitschke, V., Specker, E., Gerger, G., Tinio, P., . . . Husslein-Arco, A. (2018). Capturing Aesthetic Experiences With Installation Art: An Empirical Assessment of Emotion, Evaluations, and Mobile Eye Tracking in Olafur Eliasson's "Baroque, Baroque!". *Frontiers in Psychology, 9*, 1255. doi:10.3389/fpsyg.2018.01255

Perovich, L. (2018). Environmental art: A path to civic progress in a time of policy retreat in the United States. *Cogent Arts and Humanities, 5*(1). doi:10.1080/23311983.2018.1523269

Piskarev, P. (2025). Neurolink as a Conceptual Answer to the Problem of Temporality. *Общество философия история культура*(10), 39-44. doi:10.24158/fik.2025.10.4

Rodrigo, P. (2016). Full Issue. *Barcelona Investigación Arte Creación, 4*(1), 1-114. doi:10.17583/brac.2016.1924

Serrano, M. (2013). ARQUITECTURAS SIN FIN /Architectures without end. *SHILAP Revista de lepidopterología*. doi:10.12795/ppa.2013.i8.06

Shaer, O. (2009). Tangible User Interfaces: Past, Present, and Future Directions. *Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction, 3*, 1-137. doi:10.1561/1100000026

Song, Y. (2010). Art in Nature and Schools: Nils-Udo. *Journal of Aesthetic Education, 44*(3), 96-108. doi:10.1353/jae.2010.0003

Steiner, F. (2019). Toward an ecological aesthetic. *Socio-Ecological Practice Research, 1*(1), 33-37. doi:10.1007/s42532-018-00004-0

Thapar, R. (2002). Cyclic and Linear Time in Early India. *Time* (s. 27-45). içinde Time Inc. doi:10.1017/cbo9780511541421.003

Tyrer, C. (2021). The voice, text, and the visual as semiotic companions: an analysis of the materiality and meaning potential of multimodal screen feedback. *Education and Information Technologies, 26*(4), 4241-4260. doi:10.1007/s10639-021-10455-w

Voison, C. (2013). L'arbre dans tous ses états. *HAL (Le Centre pour la Communication Scientifique Directe)*. https://hal.science/hal-04326420 adresinden alındı

Wagemans, J., Elder, J., Kubovy, M., Palmer, S., Peterson, M., Singh, M., & Heydt, R. (2012). A century of Gestalt psychology in visual perception: I. Perceptual grouping and figure–ground organization. *Psychological Bulletin, 138*(6), 1172-1217. doi:10.1037/a0029333

Waterfield, J. (2002). The Spiral Symbol: Yesterday and Today. *Dominican Scholar (Dominican University of California)*. https://scholar.dominican.edu/art-therapy-print-theses/74 adresinden alındı

www.arthistoryproject.com. (2026, 10 10). *Spiral Jetty Robert Smithson, 1970.* 10 10, 2026 tarihinde www.arthistoryproject.com: https://www.arthistoryproject.com/artists/robert-smithson/spiral-jetty/ adresinden alındı

www.bukashops.com. (2026, 09 30). *Vincent van Gogh'un "The Starry Night" (Yıldızlı Gece) Eseri: Gecenin Büyüsü ve Sanatın Dehası.* www.bukashops.com: https://www.bukashops.com/blog/icerik/vincent-van-goghun-the-starry-night-yildizli-gece-eseri-gecenin-buyusu-ve-sanatin-dehasi?srsltid=AU7gw4UzLj8P4F7U3ldHcmE8Vuej9TekxMk67Y2GWvRHp4fu3NPsYnvC adresinden alındı

www.dreamstime.com. (2020). *www.dreamstime.com.* 10 10, 2026 tarihinde www.dreamstime.com: https://www.dreamstime.com/photos-images/celtic-spiral.html adresinden alındı

Yglesias. (2020). The Immersive Installation as Feminist Intervention. *Criticism, 62*(4), 635. doi:10.13110/criticism.62.4.0635

Zhou, X. (2025). Vincent Van Gogh's "The Starry Night". *Journal of Education Humanities and Social Sciences, 51*, 148-153. doi:10.54097/xncm9k67

ÜRETKEN YAPAY ZEKÂ ARAÇLARININ MOBİLYA TASARIMINDAKİ PERFORMANSININ TASARIM KARMAŞIKLIĞI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Öğr. Üyesi, Kadir KAYAHAN[1]

[1]Bartın Üniversitesi, Bartın Meslek Yüksekokulu, Mobilya ve Dekorasyon Programı,

kkayahan@bartin.edu.tr , 0000-0003-4837-6472

Özet

Üretken yapay zekâ teknolojilerinde son yıllarda yaşanan gelişmeler, tasarım fikirlerinin oluşturulması ve görselleştirilmesinde yeni olanaklar ortaya çıkarmıştır. Metinsel istemlerden görsel üretebilen yapay zekâ araçları özellikle ürün, iç mekân ve mobilya tasarımında kısa sürede çok sayıda tasarım alternatifi oluşturabilmektedir. Bununla birlikte, bu sistemlerin estetik açıdan etkileyici görseller üretmesi, oluşturulan tasarımların ölçü, işlev, konstrüksiyon ve üretilebilirlik açısından doğru olduğu anlamına gelmemektedir. Bu çalışmanın amacı, farklı üretken yapay zekâ araçlarının mobilya tasarımındaki performansını tasarım probleminin karmaşıklık düzeyine bağlı olarak karşılaştırmalı biçimde incelemektir. Araştırma kapsamında basit, orta ve yüksek karmaşıklık düzeylerini temsil eden üç farklı mobilya tasarım problemi belirlenmiştir. Bunlar sırasıyla yan sehpa, depolama birimli çalışma masası ve çok işlevli/dönüşebilir mobilya olarak tanımlanmıştır. Standartlaştırılmış metinsel istemlerden elde edilen görseller; ölçü talimatlarına uyum, istenen işlevlerin karşılanması, malzeme talimatlarına uyum, geometrik tutarlılık, konstrüksiyon mantığı ve prompt dışı eleman üretimi bakımından karşılaştırılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Üretken yapay zekâ, mobilya tasarımı, yapay zekâ destekli tasarım

COMPARISON OF THE PERFORMANCE OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS IN FURNITURE DESIGN IN TERMS OF DESIGN COMPLEXITY

Abstract

Recent developments in generative artificial intelligence technologies have created new opportunities for generating and visualizing design ideas. Artificial intelligence tools capable of producing images from textual prompts can rapidly generate numerous design alternatives, particularly in product, interior, and furniture design. However, the ability of these systems to generate visually impressive images does not necessarily mean that the resulting designs are accurate in terms of dimensions, functionality, construction, and manufacturability. This study aims to comparatively investigate the performance of different generative artificial intelligence tools in furniture design depending on the complexity of the design problem. Three furniture design problems representing simple, medium, and high levels of complexity were defined: a side table, a workstation with storage units, and multifunctional/transformable furniture, respectively. Standardized textual prompts containing dimensional, material, functional, and formal requirements are applied to different generative artificial intelligence tools. The generated images are comparatively evaluated in terms of compliance with dimensional instructions, fulfillment of requested functions, material compliance, geometric consistency, construction logic, generation of elements not specified in the prompt, and overall design feasibility. The study is expected to contribute to evaluating generative artificial intelligence not only as a visual ideation tool in furniture design but also in terms of its ability to interpret technical design requirements.

Keywords: Generative artificial intelligence, furniture design, AI-assisted design

1. GİRİŞ

Dijital teknolojilerin tasarım süreçlerine entegrasyonu, ürün geliştirme yöntemlerinde önemli değişimlere neden olmaktadır. Bilgisayar destekli tasarım, parametrik modelleme ve sanal gerçeklik gibi teknolojilerin ardından üretken yapay zekâ sistemleri tasarım süreçlerinde yeni bir araç grubu olarak öne çıkmıştır. Özellikle metinden görsele çalışan üretken yapay zekâ modelleri, kullanıcının doğal dil ile tanımladığı bir tasarım fikrini kısa süre içerisinde görsel bir tasarım alternatifine dönüştürebilmektedir. Fang vd. (2025), üretken yapay zekâ destekli insan–yapay zekâ iş birliğine dayalı kavramsal tasarım çalışmalarını sistematik olarak incelemiş ve bu teknolojilerin fikir geliştirme, tasarım alternatifleri oluşturma ve yaratıcı süreçlerin desteklenmesinde önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, yapay zekâ tarafından oluşturulan tasarım önerilerinin insan tasarımcı tarafından değerlendirilmesi ve geliştirilmesi önemini korumaktadır.

Üretken yapay zekânın tasarım alanındaki temel avantajlarından biri, tasarım uzayının hızlı biçimde araştırılmasına olanak sağlamasıdır. Chong vd. (2025), metinden görsele üretken modellerin ürün tasarımında tasarım uzayının hızlı biçimde araştırılmasına katkı sağladığını; ancak bu araçların ürün tasarımının teknik gereksinimleri için özel olarak geliştirilmemiş olmasının çeşitli sınırlılıklar oluşturduğunu belirtmektedir.

Barros ve Ai (2024), Stable Diffusion kullanılarak sandalye tasarım fikirlerinin oluşturulmasını incelemiş ve metinden görsele modellerin özellikle erken tasarım aşamasındaki fikir geliştirme ve görselleştirme faaliyetlerinde yararlı olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte oluşturulan görsellerin sonraki tasarım aşamalarında kullanılabilecek tutarlı ürün çözümlerine dönüştürülmesinde sınırlılıklar bulunduğu bildirilmiştir.

Paananen, Oppenlaender ve Visuri (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Midjourney, Stable Diffusion ve DALL-E kullanılarak metinden görsele üretimin tasarım fikirlerinin geliştirilmesindeki potansiyeli araştırılmış; teknolojilerin erken tasarım aşamalarında yararlı olabileceği, ancak tasarım kısıtlarının açık ve kontrollü biçimde tanımlanmasının önemli olduğu belirtilmiştir.

Mobilya tasarımında da üretken yapay zekâ kullanımı giderek artmaktadır. Song (2024), üretken yapay zekânın ofis mobilyalarının geliştirilme sürecindeki kullanımını incelemiş; Özbölük ve Söğüt (2025) ise farklı yapay zekâ araçlarını mobilya tasarımı bağlamında karşılaştırmıştır. Bu çalışmalar yapay zekânın tasarımcıyı ikame eden bir sistemden ziyade yaratıcı süreci destekleyen bir araç olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir. Bununla birlikte, Abdulaziz vd. (2025), mobilya tasarımında insan ve yapay zekâ iş birliğinin yaratıcılık ve tasarım sürecinin verimliliği açısından önemli fırsatlar sunduğunu vurgulamıştır. Bu yaklaşım, üretken yapay zekânın tasarımcıyı ikame eden bir teknoloji olmaktan ziyade tasarım sürecini destekleyen tamamlayıcı bir araç olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Mobilya tasarımı yalnızca estetik biçim oluşturma süreci değildir. Bir mobilyanın işlevsel olabilmesi; ergonomik gereksinimler, malzeme özellikleri, konstrüksiyon, birleşim detayları, ölçüler, üretim yöntemleri ve kullanım senaryosu gibi değişkenlerin birlikte değerlendirilmesini gerektirir. Bu nedenle bu çalışmanın temel araştırma sorusu, "Mobilya tasarım probleminin karmaşıklık düzeyi arttıkça üretken yapay zekâ araçlarının metinsel tasarım gereksinimlerine uyum performansı nasıl değişmektedir?" olarak belirlenmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Tasarımı

Araştırmada karşılaştırmalı deneysel yaklaşım benimsenmiştir. Çalışmanın temel bağımsız değişkeni tasarım probleminin karmaşıklık düzeyi, değerlendirilen temel çıktı ise üretken yapay zekâ araçlarının verilen tasarım gereksinimlerine uyumudur. Üç karmaşıklık düzeyi; basit tasarım için yan sehpa, orta karmaşıklık için depolama birimli çalışma masası ve yüksek karmaşıklık için çok işlevli/dönüşebilir mobilya olarak belirlenmiştir.

2.2. Görsellerin Üretilmesi

Her bir yapay zekâ aracından her tasarım problemi için üç farklı çıktı alınması öngörülmüştür. Böylece 3 yapay zekâ aracı × 3 karmaşıklık düzeyi × 3 tekrar olmak üzere toplam 27 görsel çıktı elde edilebilecektir. Karşılaştırmanın güvenilirliğini artırmak amacıyla her platforma aynı tasarım problemi için aynı temel prompt uygulanmıştır.

2.3. Değerlendirme Kriterleri

Bu araştırmada, üretken yapay zekâ araçlarının oluşturduğu mobilya tasarımları, metinsel istemlerde belirtilen ve görsel üzerinden gözlemlenebilen gereksinimler esas alınarak nitel olarak karşılaştırılmıştır. Değerlendirmede temel ürün formu, istenen bileşenlerin varlığı, depolama elemanlarının konumu, kullanım boşlukları ve kapalı–açık konfigürasyonların görsel ilişkisi incelenmiştir. Gözlemlenebilir özellikler "uygun", "mevcut" ya da "kısmen uygun" olarak belirlenmiş; sadece görsel incelemeyle doğrulanamayan ölçüm ve mekanik özellikler "doğrulanamadı" olarak yazılmış. Bu değerlendirme, teknik ölçüm, dayanıklılık testi ya da üretilebilirlik kontrolü yerine geçmemektedir. Sonuçlar tanımlayıcı şekilde verilmiş, araçlar arasında istatistiksel olarak daha iyi olduğu iddia edilmemiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Basit Mobilya Tasarımına İlişkin Bulgular

Araştırmanın ilk aşamasında, tasarım karmaşıklığının düşük olduğu bir örnek olarak yan sehpa tercih edilmiştir. Bu kapsamda yapay zekâ araçlarından yaklaşık 50 cm yüksekliğinde, 45 cm genişliğinde ve 40 cm derinliğinde bir yan sehpa tasarlamaları istenmiştir. Ürünün 18 mm kalınlığında ahşap esaslı levhalardan üretilebilmesi ve üst tabla, yan taşıyıcılar ile alt raftan oluşması temel tasarım koşulları olarak belirlenmiştir.

Tasarım 1 – Yan Sehpa (Basit)		
ChatGPT	Gemini	Adobe Firefly

Şekil 1. Yan sehpa tasarımına ait üretken yapay zekâ çıktıları.

Şekil 1'de yer alan yan sehpa tasarımları incelendiğinde, kullanılan üç yapay zekâ aracının da istenen mobilyayı genel özellikleriyle oluşturabildiği görülmektedir. Tasarımların tamamında üst tabla, taşıyıcı elemanlar ve alt raf bulunmasına rağmen bu parçaların biçimleri ve yerleşimleri birbirinden farklıdır. Özellikle taşıyıcıların konumları, malzeme görünümleri ve parçaların birleşim detaylarında farklı çözümler ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, tasarım isteğinde belirtilen temel özelliklerin büyük ölçüde karşılandığı anlaşılmaktadır.

Yan sehpanın az sayıda parçadan oluşması ve tasarım koşullarının fazla karmaşık olmaması, elde edilen sonuçlarda etkili olmuş olabilir. Bu tür basit mobilyalarda yapay zekâ araçlarının verilen özellikleri bir arada değerlendirebildiği ve kısa sürede farklı tasarım önerileri sunabildiği görülmektedir. Barros ve Ai (2024) de metinden görsel oluşturan yapay zekâ modellerinin ürün fikirlerinin geliştirilmesi ve görselleştirilmesi aşamalarında yararlı olduğunu, ancak bu görsellerin doğrudan üretime aktarılmasında bazı sınırlılıkların bulunduğunu belirtmiştir.

Benzer şekilde Chong vd. (2025), üretken yapay zekâ araçlarıyla kısa sürede farklı ürün alternatifleri geliştirilebildiğini ve tasarım isteğinde kullanılan ifadelerin ortaya çıkan sonuçları etkileyebildiğini ifade etmiştir. Bu çalışmada elde edilen yan sehpa örneklerinde de aynı tasarım koşullarına rağmen birbirinden farklı

ürün görselleri ortaya çıkmıştır. Her üç araç temel mobilya özelliklerini yansıtabilmiş olsa da levha kalınlıkları, bağlantı detayları ve ölçülerin doğruluğu gibi üretim açısından önemli özelliklerin yalnızca görsellere bakılarak doğrulanması mümkün olmamıştır. Bu çalışmada basit yan sehpa probleminde az sayıda ve açık biçimde tanımlanan tasarım kriterlerinin görsellere büyük ölçüde aktarılması, söz konusu bulguları desteklemektedir. Bununla birlikte oluşturulan görsellerden ürünün gerçek ölçülerinin yalnızca görsel değerlendirme yoluyla kesin biçimde doğrulanamayacağı dikkate alınmalıdır. Üretken yapay zekâ modelleri perspektif olarak gerçekçi bir ürün görseli oluşturabilmekle birlikte, görsel gerçekçilik ile boyutsal doğruluk aynı kavram değildir. Dolayısıyla basit mobilyalarda dahi üretim aşamasına geçilmeden önce ölçülendirilmiş teknik çizim ve konstrüksiyon kontrolüne ihtiyaç bulunmaktadır.

3.2. Orta Karmaşıklıktaki Mobilya Tasarımına İlişkin Bulgular

İkinci aşamada orta karmaşıklık düzeyini temsil etmek üzere depolama birimli çalışma masası tasarımı kullanılmıştır. Prompt içerisinde ürünün 120 cm genişliğinde, 60 cm derinliğinde ve yaklaşık 75 cm yüksekliğinde olması; sağ bölümünde üç çekmeceli depolama ünitesi, sol bölümünde açık çalışma alanı ve masa tablasının altında yeterli kullanıcı/diz boşluğu bulunması istenmiştir.

Tasarım 2 – Depolama Birimli Çalışma Masası (Orta)		
ChatGPT	Gemini	Adobe Firefly

Şekil 2. Depolama birimli çalışma masası tasarımına ait üretken yapay zekâ çıktıları.

Şekil 2 incelendiğinde üç yapay zekâ aracının da çalışma masası tipolojisini, çalışma tablasını ve depolama ünitesini görsel olarak tanımlayabildiği görülmektedir. Bununla birlikte basit yan sehpa tasarımından farklı olarak, prompt içerisinde belirtilen çoklu gereksinimlerin aynı anda karşılanması konusunda araçlar arasında daha belirgin farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Çekmece sayısı, çekmece modülünün konumu, tabla-altı çalışma boşluğu ve ürünün genel oranları bu aşamada önemli değerlendirme değişkenleridir.

Bu bulgu, üretken yapay zekâ sistemlerinde prompt karmaşıklığının çıktı üzerinde önemli rol oynadığını gösteren Chong vd. (2025) ile ilişkilendirilebilir. Araştırmacılar, ürün tasarımında tek kriterli ve çok kriterli promptların farklı sonuçlar oluşturduğunu; özellikle uygulanabilirlik ve yenilik hedefleri açısından prompt yapısının dikkatli biçimde oluşturulması gerektiğini bildirmiştir. Bu çalışmada da tasarım problemine depolama, çekmece sayısı, konum, ölçü ve ergonomik boşluk gibi yeni kriterlerin eklenmesiyle yapay zekâdan beklenen tasarım kararlarının sayısı artmıştır.

Song (2024), üretken yapay zekânın ofis mobilyası tasarım sürecinde fikir oluşturma, görselleştirme ve tasarım alternatiflerini geliştirme aşamalarında kullanılabileceğini göstermiştir. Söz konusu çalışmada üretken yapay zekânın tasarım sürecindeki yaratıcılık ve verimlilik potansiyeline dikkat çekilmiştir. Bu araştırmada elde edilen çalışma masası görselleri de yapay zekâ araçlarının ofis ve çalışma mobilyalarına ilişkin temel ürün tipolojisini hızlı biçimde oluşturabildiğini göstermektedir.

Öte yandan mobilya tasarımında yalnızca ürünün dış görünüşünün doğru olması yeterli değildir. Çekmecelerin açılabilmesi, depolama modülünün tabla ile ilişkisi, kullanıcının oturma alanı ve konstrüksiyon elemanlarının üretilebilir olması gibi teknik koşulların da karşılanması gerekir. Bu nedenle orta karmaşıklık düzeyinde ortaya çıkan görsellerin tasarım fikri geliştirme açısından kullanılabilir olmasına rağmen doğrudan üretim projesi olarak değerlendirilmesi uygun değildir.

3.3. Yüksek Karmaşıklıktaki Çok İşlevli/Dönüşebilir Mobilyaya İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü aşamasında yüksek karmaşıklık düzeyini temsil etmek üzere çok işlevli ve dönüşebilir mobilya tasarımı ele alınmıştır. Bu tasarımda ürünün kapalı durumda kompakt bir depolama ünitesi olması, açıldığında çalışma masasına dönüşmesi, raf ve kapaklı depolama alanları içermesi ve yaklaşık 120 × 60 cm kullanılabilir çalışma yüzeyi oluşturması istenmiştir.

Tasarım 3 – Çok İşlevli/Dönüşebilir Mobilya (Karmaşık)					
ChatGPT		Gemini		Adobe Firefly	
Kapalı Durum	Açık Durum	Kapalı Durum	Açık Durum	Kapalı Durum	Açık Durum

Şekil 3. Çok işlevli/dönüşebilir mobilya tasarımına ait üretken yapay zekâ çıktıları.

Şekil 3'teki çıktılar, yapay zekâ araçlarının "kapalı depolama ünitesi–açık çalışma masası" ilişkisini görsel olarak yorumlayabildiğini göstermektedir. Bu tasarım grubunda, ortaya çıkan ürünlerin yalnızca görsel açıdan değerlendirilmesi yeterli değildir. Özellikle açılır tablanın hangi elemanlarla desteklendiği, çalışma yüzeyinin açık konumdayken dengeli bir şekilde durup durmadığı ve ürünün kapalı durumdan açık duruma geçerken nasıl bir değişim gösterdiği dikkate alınmalıdır. Bunun yanında menteşe ve taşıyıcı bağlantıların üretimde uygulanabilir olması, hareketli parçaların açılma ve kapanma sırasında birbirini engellememesi de önem taşımaktadır. Tasarımda dikkate alınması gereken bu tür teknik ayrıntıların artmasıyla birlikte, yapay zekâ araçlarının yalnızca görsel oluşturma konusunda değil, ürünün işlevsel ve yapısal özelliklerini doğru biçimde yansıtma konusunda da değerlendirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Barros ve Ai (2024), metinden görsele modellerin kavramsal fikir üretiminde başarılı olmakla birlikte, daha ileri ürün geliştirme aşamalarında kullanılabilecek tutarlı çözümler oluşturma performansının sınırlı olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmada çok işlevli mobilyanın kapalı ve açık durumları arasında sağlanması gereken mekanik ve geometrik süreklilik de benzer bir problemi ortaya koymaktadır.

Özbölük ve Söğüt (2025), üretken yapay zekânın mobilya tasarımındaki kullanımını Microsoft Bing, Adobe Firefly ve Leonardo AI gibi farklı araçlar üzerinden incelemiş ve yapay zekâ destekli görsel üretimin mobilya tasarımında yeni yaratıcı olanaklar sunduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte araştırma, yapay zekâ tarafından oluşturulan ürünlerin mevcut tasarımlarla ilişkisi, özgünlük ve tasarımcı rolü gibi konuların dikkate

alınması gerektiğini göstermektedir. Mevcut çalışmada ise bu tartışma bir adım daha ileri götürülerek yapay zekâ çıktılarının yalnızca görsel veya yaratıcı özellikleri değil, işlevsel ve konstrüktif gereksinimleri yerine getirme kapasitesi üzerinde durulmaktadır.

Chong vd. (2025) tarafından vurgulanan önemli bir diğer konu, ürün tasarımı için kullanılan mevcut metinden görsele sistemlerin doğrudan mühendislik veya ürün tasarımının teknik gereksinimleri doğrultusunda geliştirilmemiş olmasıdır. Bu nedenle estetik açıdan ikna edici bir görüntü, teknik olarak uygulanabilir bir tasarıma karşılık gelmeyebilir. Çok işlevli mobilya grubunda bu ayrım daha kritik hale gelmektedir; çünkü tasarımın başarısı yalnızca görünüşe değil, hareket mekanizmasının gerçekten çalışabilir olmasına da bağlıdır.

3.4. Tasarım Karmaşıklığı Açısından Genel Değerlendirme

Araştırmada ele alınan üç farklı tasarım problemi bir arada incelendiğinde, tasarımın karmaşıklık düzeyinin yapay zekâ araçlarından elde edilen sonuçlar üzerinde önemli bir etkisi olduğu anlaşılmaktadır. Basit yan sehpa tasarımında sınırlı sayıdaki temel gereksinim görsel çıktılarda daha kolay temsil edilirken, çalışma masasında fonksiyon ve bileşen sayısının artması sistemden beklenen ilişkilerin sayısını artırmıştır. Dönüşebilir mobilyada ise statik geometrik ilişkilerin yanı sıra ürünün iki farklı kullanım durumunun ve bu durumlar arasındaki dönüşüm mantığının çözülmesi gerekmiştir. Bu durum, yapay zekâ sistemlerinin performansının yalnızca oluşturulan görsellerin estetik kalitesi üzerinden değerlendirilmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Mobilya tasarımı açısından yapay zekâ çıktılarının ölçü uyumu, fonksiyon uyumu, geometrik tutarlılık, konstrüksiyon mantığı ve üretilebilirlik gibi kriterler üzerinden değerlendirilmesi gerekmektedir.

Barros ve Ai (2024), üretken modellerin belirsiz tasarım fikirlerini somutlaştırmada ve tasarım alternatifleri geliştirmede yararlı olduğunu ancak tutarlı nihai ürün çözümleri üretme konusunda sınırlılık gösterdiğini belirtmektedir. Chong vd. (2025) ise metinden görsele sistemlerin ürün tasarımında kullanılabilmesi için prompt yapısının tasarım hedeflerine göre düzenlenmesi gerektiğini göstermiştir. Song (2024) üretken yapay zekânın mobilya geliştirme sürecinde tasarımcı ile birlikte kullanılan bir araç olarak potansiyelini ortaya koyarken, Özbölük ve Söğüt (2025) doğrudan mobilya tasarımında üretken yapay zekâ araçlarının yaratıcı tasarım sürecine katkısını göstermiştir. Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, mevcut araştırmada gözlenen tasarım karmaşıklığı–çıktı tutarlılığı ilişkisi literatürde tanımlanan üretken yapay zekâ sınırlılıklarıyla genel olarak uyumludur.

Araştırmanın önemli bir sonucu, üretken yapay zekânın mobilya tasarımındaki rolünün tasarım probleminin niteliğine göre değişmesidir. Basit mobilyalarda yapay zekâ çıktıları ürünün genel formunun oluşturulması ve alternatiflerin geliştirilmesi için doğrudan kullanılabilirken, karmaşıklık arttıkça insan tasarımcının teknik

kontrolüne olan gereksinim de artmaktadır. Özellikle hareketli bağlantıların, konstrüksiyon detaylarının ve birden fazla kullanım senaryosunun bulunduğu mobilyalarda yapay zekâ çıktılarının CAD ortamında yeniden modellenmesi ve teknik açıdan doğrulanması gerekmektedir. Dolayısıyla üretken yapay zekâ araçlarının mevcut durumda mobilya tasarımcısının yerine geçen bağımsız tasarım sistemleri olarak değil, kavramsal tasarım, alternatif geliştirme ve görselleştirme süreçlerini hızlandıran tasarım destek araçları olarak değerlendirilmesi daha uygun görünmektedir.

3.5. Karşılaştırmalı Değerlendirme

Basit tasarım grubunda yapay zekâ sistemlerinden temel geometrik biçim, üst tabla, taşıyıcı eleman ve raf gibi sınırlı sayıdaki gereksinimi karşılamaları beklenmektedir. Orta karmaşıklıktaki çalışma masasında ölçüler, çekmece sayısı, çekmecelerin konumu ve kullanıcı için gerekli çalışma/diz boşluğu gibi birden fazla koşulun aynı görsel içinde sağlanması gerekmektedir. Yüksek karmaşıklık grubundaki dönüşebilir mobilyada ise kapalı ve açık kullanım durumları arasındaki işlevsel ilişkinin ve hareketli elemanların mantıksal tutarlılığının sağlanması beklenmektedir.

Tablo 1. Üretken yapay zekâ araçlarının farklı karmaşıklık düzeylerindeki mobilya tasarımlarına ilişkin görsel çıktılarının karşılaştırılması.

Tasarım düzeyi	Değerlendirme kriteri	ChatGPT	Gemini	Adobe Firefly
Basit – Yan sehpa	Temel ürün formu	Uygun	Uygun	Uygun
	Üst tabla ve taşıyıcı elemanlar	Mevcut	Mevcut	Mevcut
	Alt raf	Mevcut	Mevcut	Mevcut
Orta – Çalışma masası	Temel ürün formu	Uygun	Uygun	Uygun
	Üç çekmece	Mevcut	Mevcut	Mevcut
	Sağ tarafta depolama	Mevcut	Mevcut	Mevcut
	Diz boşluğu	Mevcut	Mevcut	Mevcut
Karmaşık – Dönüşebilir mobilya	Kapalı depolama ünitesi	Mevcut	Mevcut	Mevcut
	Açık çalışma alanı	Mevcut	Mevcut	Mevcut
	Kapalı–açık görsel ilişki	Kısmen uygun	Kısmen uygun	Kısmen uygun
	Mekanik uygulanabilirlik	Doğrulanamadı	Doğrulanamadı	Doğrulanamadı

Not: Değerlendirmeler görsellerin gözlemlenebilir özellikleriyle sınırlıdır; gerçek ölçüler, malzeme kalınlıkları ve mekanizmaların çalışabilirliği doğrulanmamıştır.

Tablo 1 incelendiğinde, üretken yapay zekâ araçlarının basit mobilya tasarımlarında temel geometrik ve işlevsel bileşenleri görsel olarak oluşturabildiği görülmektedir. Orta karmaşıklık düzeyindeki çalışma masası tasarımlarında çekmece sayısı, depolama biriminin konumu ve kullanıcıya ayrılan çalışma boşluğu gibi birden fazla tasarım gereksiniminin birlikte değerlendirilmesi önem kazanmaktadır. Yüksek karmaşıklık düzeyindeki dönüşebilir mobilya tasarımlarında ise kapalı ve açık kullanım durumlarının görselleştirilebildiği, ancak

hareketli elemanların konstrüksiyon mantığının ve mekanik uygulanabilirliğinin yalnızca görsel çıktılar üzerinden doğrulanamadığı anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar, üretken yapay zekâ araçlarının kavramsal mobilya tasarımında kullanılabilir olduğunu, ancak tasarım karmaşıklığı arttıkça teknik doğrulama ve insan tasarımcı kontrolüne duyulan gereksinimin önem kazandığını göstermektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, ChatGPT, Gemini ve Adobe Firefly üretken yapay zekâ araçlarının mobilya tasarımındaki performansları, farklı tasarım karmaşıklığı düzeyleri üzerinden karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu kapsamda basit, orta ve yüksek karmaşıklık düzeylerini temsil eden yan sehpa, depolama birimli çalışma masası ve çok işlevli/dönüşebilir mobilya tasarımları değerlendirilmiştir. Üretilen görseller; tasarım gereksinimlerine uyum, işlevsellik, geometrik tutarlılık ve konstrüksiyon mantığı bakımından ele alınmıştır. Basit tasarım düzeyini temsil eden yan sehpa örneklerinde, her üç yapay zekâ aracının da temel mobilya formunu ve istenen yapısal bileşenleri görsel olarak oluşturabildiği belirlenmiştir. Düşük karmaşıklık düzeyinde ele alınan yan sehpa örneklerinde, yapay zekâ araçlarının üst tabla, yan taşıyıcılar ve alt raf gibi temel bileşenleri genel olarak istenen biçimde oluşturduğu görülmüştür. Bu tür ürünlerde tasarım koşullarının az olması, farklı alternatiflerin kısa sürede geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte, oluşturulan görsellerde levha kalınlıklarının ve ürün ölçülerinin verilen değerlere uygun olup olmadığı yalnızca görsel incelemeyle kesin olarak belirlenememektedir.

Orta karmaşıklık düzeyindeki depolama birimli çalışma masalarında ise tasarımlar arasındaki farklılıklar daha belirgin hâle gelmiştir. Araçlar, çalışma masasının genel yapısını oluşturabilmiş olsa da istenen özelliklerin tamamını aynı tasarımda karşılayamamıştır. Özellikle çekmece sayısı, depolama alanının konumu, oturma sırasında ihtiyaç duyulan diz boşluğu ve taşıyıcı elemanların yerleşimi bakımından farklı sonuçlarla karşılaşılmıştır. Bu durum, tasarım koşulları arttıkça ortaya çıkan ürünlerin yalnızca görünüş açısından değil, kullanım ve üretim özellikleri bakımından da incelenmesi gerektiğini göstermektedir.

Yüksek karmaşıklık düzeyinde değerlendirilen çok işlevli ve dönüşebilir mobilyalarda ise ürünün farklı kullanım durumları arasındaki ilişki önem kazanmıştır. Bu tasarımlarda depolama ünitesinin ve çalışma masasının ayrı ayrı görselleştirilmesi yeterli olmayıp, her iki kullanım biçiminin aynı mobilya konstrüksiyonu üzerinde gerçekleştirilebilir olması gerekmektedir.

Ürünün kapalı durumdan açık duruma nasıl geçtiği ve her iki durumda da aynı konstrüksiyonun korunup korunmadığı önem taşımaktadır. Elde edilen görsellerde yapay zekâ araçlarının her iki kullanım biçimini de gösterebildiği, ancak parçaların hangi bağlantılarla hareket ettiği, açılan tablanın nasıl taşındığı ve sistemin

kullanım sırasında yeterli dayanımı sağlayıp sağlayamayacağı konusunda belirsizlikler bulunduğu görülmüştür. Ayrıca kapalı ve açık durumların aynı mobilyaya ait olması gerektiğinden, parçaların konumları ve birbirleriyle olan ilişkileri de dikkate alınmalıdır. Dolayısıyla bu tür ürünlerde yalnızca görsel açıdan başarılı bir sonuç elde edilmesi, tasarımın üretilebilir olduğu anlamına gelmemektedir.

Araştırmada kullanılan üç tasarım grubu bir arada ele alındığında, tasarım koşulları arttıkça değerlendirilmesi gereken teknik ayrıntıların da arttığı görülmektedir. Yan sehpa gibi basit ürünlerde temel parçaların doğru oluşturulması önemliyken, çalışma masası tasarımlarında bu parçaların yerleşimi ve kullanım açısından uygunluğu daha fazla önem kazanmaktadır. Dönüşebilir mobilyalarda ise bunlara ek olarak hareketli sistemlerin çalışması, bağlantıların uygulanabilirliği ve ürünün farklı kullanım durumlarında yapısal bütünlüğünü koruması gerekmektedir. Bu bulgular, yapay zekâ araçlarının mobilya tasarımında fikir geliştirme ve görselleştirme amacıyla kullanılabileceğini, ancak özellikle karmaşık ürünlerde elde edilen tasarımların teknik çizim, konstrüksiyon ve üretilebilirlik yönünden ayrıca değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, üretken yapay zekâ araçlarının mobilya tasarımındaki performanslarının değerlendirilmesinde tasarım probleminin karmaşıklık düzeyinin dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Araştırma kapsamında incelenen ChatGPT, Gemini ve Adobe Firefly araçlarının tamamının mobilya tasarımında görsel alternatifler geliştirme potansiyeline sahip olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, mevcut görsel değerlendirmeler ve örnek uyum oranları, araçlar arasında kesin bir performans sıralaması yapılması için yeterli değildir. Güvenilir bir karşılaştırma için aynı koşullarda oluşturulan tekrarlı çıktıların önceden belirlenmiş değerlendirme kriterlerine göre kodlanması gerekmektedir.

Araştırma kapsamında incelenen ChatGPT, Gemini ve Adobe Firefly araçlarının tamamının mobilya tasarımında görsel alternatifler geliştirme potansiyeline sahip olduğu görülmüştür. Tablo 1'de sunulan nitel karşılaştırma, temel ürün biçimi ve bazı işlevsel bileşenlerin görsellerde temsil edilebildiğini; ancak gerçek ölçüler, malzeme kalınlıkları ve dönüşüm mekanizmalarının uygulanabilirliği gibi teknik özelliklerin yalnızca görsellerden kesin biçimde doğrulanamadığını göstermektedir. Bu nedenle mevcut bulgular araçlar arasında kesin bir performans sıralaması oluşturmak için yeterli değildir. Gelecekte yapılacak nicel karşılaştırmaların tekrarlı üretimler, önceden tanımlanmış kodlama ölçütleri ve bağımsız değerlendiricilerle desteklenmesi önerilmektedir.

Sonuç olarak, üretken yapay zekâ araçlarının mobilya tasarımında özellikle kavramsal tasarım, alternatif geliştirme ve görselleştirme aşamalarında destekleyici teknolojiler olarak kullanılabileceği değerlendirilmektedir. Ancak bu araçlar tarafından oluşturulan tasarımların doğrudan üretime aktarılması

yerine, ölçülendirilmiş teknik çizimler, malzeme özellikleri, bağlantı detayları, ergonomik gereksinimler ve konstrüksiyon ilkeleri doğrultusunda yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda farklı mobilya tipleri, daha fazla görsel tekrar, nicel değerlendirme yöntemleri ve prototip uygulamaları kullanılarak üretken yapay zekâ araçlarının tasarım performanslarının daha kapsamlı biçimde incelenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Abdulaziz, N., Al Musleh, M., Mhatre, V., & Hammami, H. (2025). Enhancing creativity and efficiency in furniture design through human-AI collaboration. Proceedings of the AAAI Symposium Series, 6(1), 156–158. https://doi.org/10.1609/aaaiss.v6i1.36048

Barros, M., & Ai, Q. (2024). Designing with words: Exploring the integration of text-to-image models in industrial design. Digital Creativity, 35(4), 378–391. https://doi.org/10.1080/14626268.2024.2411223

Chong, L., Lo, I. P., Rayan, J., Dow, S., Ahmed, F., & Lykourentzou, I. (2025). Prompting for products: Investigating design space exploration strategies for text-to-image generative models. *Design Science, 11*, e2. https://doi.org/10.1017/dsj.2024.51

Fang, C., Zhu, Y., Fang, L., Long, Y., Lin, H., Cong, Y., & Wang, S. J. (2025). Generative AI-enhanced human-AI collaborative conceptual design: A systematic literature review. Design Studies, 97, 101300. https://doi.org/10.1016/j.destud.2025.101300

Özbölük, Z., & Söğüt, M. A. (2025). Metinden görsele: Yapay zekâ ile mobilya tasarımında yaratıcı bir dönüşüm. IDA: International Design and Art Journal, 7(1), 123–134.

Paananen, V., Oppenlaender, J., & Visuri, A. (2024). Using text-to-image generation for architectural design ideation. International Journal of Architectural Computing, 22(3), 458–474. https://doi.org/10.1177/14780771231222783

Song, K. (2024). Study on the development process of office furniture design using generative AI. Journal of the Korea Furniture Society, 35(4), 408–420. https://doi.org/10.22873/kofuso.2024.35.4.408

KENTİ YENİDEN OKUMAK: KOLAJIN MEKÂNSAL ANLATI KURMA POTANSİYELİ

Doç. Dr. Mine TUNÇOK SARIBERBEROĞLU[1]/ Doç. Dr. Elif ÖZGEN AYDIN[2]

[1]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü,

mine.tuncoksariberberoglu@ibu.edu.tr

ORCID: 0000-0002-6931-0539

[2]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü,

elif.ozgen@ibu.edu.tr

ORCID: 0000-0002-8081-2097

Özet

Kentsel fragmanların fotoğraf, kolaj ve anlatı metni üretimini kapsayan çok aşamalı bir süreç içinde mekânsal hikâyelere nasıl dönüştüğünü inceleyen çalışma, kolajın yalnızca görsel bir kompozisyon tekniği değil; kentsel mekânı yeniden çerçeveleme, ölçeklendirme ve yan yana getirme yoluyla bir anlatı kurma aracına dönüştüğü varsayımından hareket etmektedir. Araştırma, mimarlık eğitimi kapsamında yürütülen bir uygulama sürecinde üretilen 21 öğrenci çalışmasını kapsamaktadır. Öğrenciler kentsel çevrede gözlem yürüyüşleri gerçekleştirerek mekânsal fragmanları fotoğraflamış, bu fotoğrafları kolaj yoluyla yeniden kurgulamış ve kolajlarına eşlik eden anlatı metinleri üretmişlerdir. Elde edilen veriler iki katmanlı bir analiz yaklaşımıyla incelenmiştir: görsel analiz katmanında her kolajda baskın tasarım öğesi ve bu öğeler arasındaki ilişkiyi düzenleyen tasarım ilkesi belirlenmiş; kavramsal analiz katmanında ise tespit edilen öğe-ilke ilişkisinin anlatı metninde kavramsal bir karşılık bulup bulmadığı yorumlayıcı çapraz okuma yoluyla değerlendirilmiştir. Bulgular, 21 çalışmanın tamamında kentsel fragmanların çizgi, doku, biçim, boşluk ve yüzey gibi temel tasarım öğeleri üzerinden okunduğunu ve bu öğeler arasındaki ilişkilerin kontrast, tekrar/ritim ve hiyerarşi ilkeleriyle kurgulandığını göstermektedir. Kavramsal düzeyde ise bu öğe-ilke ilişkilerinin tutarlı karşılıklar ürettiği tespit edilmiştir: yüzey ve çizgi anlatılarda sınır ya da eşik kavramına, doku; hafıza ya da kabuk kavramına, boşluk; geçiş ya da dönüşüm alanına, bütüncül cephe ise sistematik bir düzen kavramına dönüştürülmüştür. Çalışma, kolajın kentsel fragmanı yalnızca görsel düzlemde değil, kavramsal düzlemde de bir anlatı malzemesine dönüştüren bir araç olarak işlev gördüğünü ortaya koyarak bu sürecin pedagojik potansiyeline dikkat çekmektedir.

Anahtar kelimeler: Mekânsal anlatı, kentsel okuma, kolaj

REREADING THE CITY: THE SPATIAL NARRATIVE-BUILDING POTENTIAL OF COLLAGE

Abstract

This study, which examines how urban fragments transform into spatial narratives through a multi-stage process involving the production of photographs, collages, and narrative texts, proceeds from the premise that collage is not merely a visual composition technique but a tool for constructing a narrative by reframing, scaling, and juxtaposing urban space. The research encompasses 21 student works produced within a studio-based process conducted as part of architectural education. Students photographed spatial fragments through observation walks in the urban environment, reconfigured these photographs through collage, and produced narrative texts accompanying their collages. The resulting data were examined through a two-layered analytical approach: in the visual analysis layer, the dominant design element and the design principle governing the relationship between elements were identified in each collage; in the conceptual analysis layer, whether the identified element-principle relationship found a conceptual counterpart in the narrative text was evaluated through interpretive cross-reading. Findings demonstrate that in all 21 works, urban fragments were read through fundamental design elements such as line, texture, shape, space, and surface, and that the relationships between these elements were structured through the principles of contrast, repetition/rhythm, and hierarchy. At the conceptual level, these element-principle relationships were found to produce consistent correspondences: surface and line were transformed into concepts of boundary or threshold in the narratives, texture into memory or shell, space into zones of transition or transformation, and holistic façade into systematic order. The study reveals that collage functions as a tool that transforms urban fragments into narrative material not only on the visual plane but also on the conceptual plane, and draws attention to the pedagogical potential of this process.

Keywords: Spatial narrative, urban reading, collage

1. GİRİŞ

Kent, gündelik yaşamın içinde sürekli deneyimlenen ancak çoğunlukla bilinçli bir okumaya tabi tutulmayan bir mekânsal çevredir. Yüzeyler, boşluklar, çatlaklar, cepheler, zemin dokuları ve altyapı izleri kentin görünür katmanlarını oluşturmasına karşın, bu katmanlar gündelik deneyimde çoğunlukla işlevsel geçiş noktaları olarak algılanmakta, taşıdıkları mekânsal ve anlatısal potansiyel fark edilmeden geçilmektedir. Oysa kentsel çevre, yalnızca fiziksel bir yapılar bütünü değil; biçimsel ilişkiler, dokusal katmanlar ve mekânsal örüntüler aracılığıyla okunabilir bir metin olarak ele alınabilir. Lynch (1960), kentin zihinsel imgeler üzerinden okunabilen bir yapı sunduğunu ortaya koymuş; Cullen (1961) ise ardışık görsel deneyimler üzerinden kentsel mekânın bir dizi sahne olarak algılandığını göstermiştir. Bu perspektiften bakıldığında kent, yalnızca içinde yaşanılan değil; aynı zamanda üzerinden anlam üretilebilen bir mekânsal metindir.

Bu mekânsal metnin okunması ise yalnızca gözlemle sınırlı kalmaz. Kentsel fragmanlar - bir duvarın dokusu, bir çatlağın yarattığı boşluk, bir cephenin ritmik düzeni - fark edildiğinde, seçildiğinde ve yeniden kurgulandığında, gözlem eylemini aşan bir üretim sürecine dönüşür. Bu noktada kolaj, kentsel fragmanları bir araya getirme, yeniden çerçeveleme ve ölçeklendirme kapasitesiyle yalnızca görsel bir kompozisyon tekniği olmanın ötesine geçer. Kolaj, farklı bağlamlardan gelen parçaları yan yana getirerek yeni anlam ilişkileri kuran bir düşünme biçimidir (Stafford, 1999). Bu düşünme biçimi, kentsel mekâna uygulandığında, fragmanların taşıdığı mekânsal bilgiyi anlatısal bir çerçeveye taşıma potansiyeli kazanır.

Bu çalışma, kolajın kentsel fragmanları mekânsal anlatılara dönüştüren bir araç olarak nasıl işlev gördüğünü incelemektedir. Çalışma, kentsel fragmanların fotoğraf yoluyla seçilmesi, kolaj yoluyla yeniden kurgulanması ve anlatı metni yoluyla söze bağlanması sürecinde ortaya çıkan üretimleri analiz etmektedir. Bu araştırma, kentin temel tasarım eğitiminde yalnızca bir gözlem alanı değil, pedagojik bir araştırma yüzeyi olarak işlev görebileceğini öne sürmektedir. Öğrencinin kentsel fragmanı fotoğraflaması, kolajda yeniden kurgulaması ve yazılı metinle anlamlandırması süreci, yalnızca bir görsel kompozisyon alıştırmasının ötesinde mekânsal bir anlatı üretme eylemidir. Araştırma, bu mekânsal anlatının öğrencinin yaratıcı düşünce kapasitesini harekete geçirdiğini ve tasarım verisinin kavramsal bir dile dönüşmesini mümkün kıldığını öne sürmektedir.

Bu çerçevede çalışma, aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aramaktadır:

AS1: Kentsel fragmanda baskın olan temel tasarım öğeleri nelerdir ve bu öğeler arasındaki ilişki kolajda hangi tasarım ilkesiyle kurgulanmıştır?

AS2: Kolajdaki görsel stratejiler, öğrencinin yazılı anlatısında kavramsal bir karşılık bulmuş mudur?

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Kentsel Fragman: Okunmayı Bekleyen Mekânsal Malzeme

Kent, makro ölçekte bir bütün olarak algılansa da, mikro ölçekte sayısız mekânsal parçadan oluşur. Bir duvarın yüzey dokusu, bir kaldırımın çatlak örüntüsü, bir cephenin ritmik tekrarı ya da iki yapı arasında kalan artık boşluk, kentin gündelik deneyiminde çoğunlukla fark edilmeden geçilen parçalardır. Ancak bu parçalar, biçimsel ilişkiler ve mekânsal örüntüler açısından güçlü bir okuma potansiyeli taşır. Arnheim (1974), görsel algının yapısal düzenlemeler aracılığıyla örgütlendiğini ve biçimsel ilişkilerin anlam üretiminin temelini oluşturduğunu savunur. Bu çerçevede kentsel fragmanlar, yalnızca fiziksel parçalar değil; doku, boşluk, ritim, kontrast ve hiyerarşi gibi ilişkisel nitelikleri barındıran mekânsal birimler olarak ele alınabilir.

Kentsel fragman kavramı, kenti bir bütün olarak değil, parçalar ve bu parçalar arasındaki ilişkiler üzerinden okuma yaklaşımına dayanır. Vidler (1992), modern kentin parçalanmış yapısının mimari düşüncede yeni bir okuma biçimi gerektirdiğini öne sürer. Bu parçalanmışlık, bir eksiklik olarak değil; farklı okumalara ve yorumlara açık bir potansiyel olarak değerlendirilebilir. Benzer biçimde Tschumi (1996), mekânsal fragmanların olay ve deneyimle ilişkilendirildiğinde yeni anlamlar ürettiğini savunmaktadır. Bu yaklaşımlar, kentsel fragmanı pasif bir nesne olmaktan çıkararak, üzerinden düşünce ve anlatı üretilebilen aktif bir malzemeye dönüştürür.

Bu çalışma bağlamında kentsel fragmanlar, temel tasarım eğitiminin kurucu kavramları olan tasarım öğe ve ilkeleri üzerinden okunmaktadır. Bu okumada Dondis'in (1973) görsel okuryazarlık sınıflandırması referans alınmıştır. Buna göre tasarım öğeleri, görsel kompozisyonun kurucu birimleridir: çizgi, bir yön ve sınır belirleyen; yüzey, düzlemsel bir alan oluşturan; doku, yüzeyin dokunsal ya da görsel niteliğini tanımlayan; biçim/şekil, sınırları belirgin iki ya da üç boyutlu bir alan kuran; boşluk ise dolu formlar arasındaki açıklık olarak işlev gören öğelerdir. Tasarım ilkeleri ise bu öğeler arasındaki ilişkiyi düzenleyen yapısal kurallardır: kontrast, farklı nitelikteki öğeler arasında görsel gerilim üreten; tekrar/ritim, benzer öğelerin düzenli yinelenmesiyle süreklilik oluşturan; hiyerarşi, öğeler arasında görsel ağırlık sıralaması kuran; orantı/ölçek ise öğelerin birbirine ve bütüne göre boyutsal ilişkisini belirleyen ilkelerdir. Bir duvar yüzeyindeki çizgisel tekrar, bir çatlağın yarattığı figür-zemin ilişkisi, bir cephenin ölçek ve oran düzeni ya da bir boşluğun yarattığı kontrast, bu öğe ve ilkelerin kentsel fragmanda nasıl somutlaştığını gösteren örneklerdir. Bu perspektiften bakıldığında kentsel fragman, öğrencinin tasarım öğe ve ilkelerini soyut bir alıştırma düzleminde değil, yaşanmış bir mekânsal deneyim içinde keşfetmesine olanak tanıyan bir araştırma yüzeyidir.

2.2. Kolaj: Görsel Bir Teknikten Anlatı Kurma Aracına

Kolaj, farklı kaynaklardan gelen görsel parçaların bir araya getirilmesiyle yeni bir bütün oluşturan bir üretim biçimidir. Ancak kolajın işlevi yalnızca estetik bir kompozisyon kurmakla sınırlı değildir. Stafford (1999), kolajı görsel çağrışımlar üreten bir düşünce biçimi olarak tanımlar; farklı bağlamlardan gelen imgelerin yan yana gelmesiyle çok katmanlı ve yoruma açık anlam alanlarının oluştuğunu vurgular. Corner (1999), kolajı ve haritalama tekniklerini mevcut yapıları yeniden anlamlandırmak için kullanılan yaratıcı ve spekülatif düşünme araçları olarak konumlandırır. Bu perspektiften kolaj, yalnızca parçaları birleştiren değil; parçalar arasında yeni ilişkiler kurarak anlam üreten bir eylemdir.

Bu anlam üretme kapasitesi, kolajı bir anlatı kurma aracına dönüştürür. Butler-Kisber ve Poldma (2010), kolajın sezgisel düşünmeyi harekete geçiren, yazılı anlatımın çizgisel yapısından ayrılarak duygudan ve çağrışımdan beslenen bir ifade biçimi olduğunu savunur. Kostera (2006), anlatı kolajını bireylerin henüz var olmayan ama mümkün olan gerçekliklerin ifadesine olanak tanıyan bir yöntem olarak tanımlar. Bu çerçevede kolaj, bir görseli düzenlemekten öte; parçaları seçme, yan yana getirme, çerçeveleme ve ölçeklendirme yoluyla bir hikâye inşa etme eylemidir. Kolajı üreten kişi, malzemesini seçerken neyi dahil edip neyi dışarıda bırakacağına, neyi büyütüp neyi küçülteceğine, neyi ön plana çıkarıp neyi arka plana iteceğine karar verir. Bu kararlar, özünde anlatı kararlarıdır.

2.3. Kentsel Fragman ve Kolajın Kesişimi: Mekânsal Anlatı

Kentsel fragman ile kolaj pratiği bir araya geldiğinde, ortaya mekânsal anlatı kavramı çıkar. Mekânsal anlatı, bir hikâyenin sözcükler yerine mekânsal ilişkiler, görsel düzenlemeler ve konumlandırma stratejileri üzerinden kurulmasıdır. Ricoeur (1984), anlatıyı yalnızca olayların aktarımı değil; yaşantının kavramsal olarak yeniden yapılandırılmış biçimi olarak tanımlar. Bu tanım görsel alana taşındığında, kolajla kurulan mekânsal kurgu da bir anlatı biçimi olarak değerlendirilebilir.

Rowe ve Slutzky'nin (1963) şeffaflık kavramı, mekânsal katmanların üst üste okunabilirliğini ve bu katmanlar arasındaki ilişkilerin anlam üretme potansiyelini ortaya koyar. Kolajda kentsel fragmanların katmanlanması, yan yana getirilmesi ve yeniden ölçeklendirilmesi, benzer bir çok katmanlı okuma alanı oluşturur. Bu alanda kentsel fragman artık yalnızca bir görsel malzeme değil; anlatının kurucu öğesi, mekânsal sahne ya da kavramsal tetikleyicisi hâline gelir. Schön'ün (1983) eylem içinde düşünme kavramı da bu süreci destekler: kolaj yapan birey, malzemeyle etkileşim halindeyken düşünür, keşfeder ve anlatısını bu etkileşim içinde kurar.

Bu mekânsal anlatı kurma süreci, aynı zamanda yaratıcı düşüncenin harekete geçtiği bir pedagojik alan açar. Kolaj yapan öğrenci, kentsel fragmanı seçerken gözlem yapar, kolajda yeniden kurgularken tasarım kararları

alır, anlatı metninde söze bağlarken ise görsel deneyimini kavramsal bir dile dönüştürür. Guilford (1967), yaratıcı düşüncenin temelinde ıraksak düşünme - tek bir veriden çoklu çözümler ve yorumlar üretme kapasitesi - olduğunu savunur. Fotoğraf-Kolaj-Anlatı süreci, öğrenciyi tek bir kentsel fragmandan birden fazla anlam üretmeye yönlendirmesi bakımından bu ıraksak düşünme kapasitesini doğrudan besler. Eisner (2002), sanat temelli üretim süreçlerinin öğrencilerde algısal duyarlılığı, niteliksel muhakemeyi ve belirsizlikle çalışabilme kapasitesini geliştirdiğini vurgular. Bu çerçevede kentsel fragmanın kolaj aracılığıyla mekânsal anlatıya dönüştürülmesi, yalnızca bir temsil eylemi değil; tasarım verisinden kavramsal anlam üreten ve yaratıcı düşünceyi harekete geçiren pedagojik bir süreçtir.

3. YÖNTEM

Bu çalışma, mimarlık eğitimi kapsamında yürütülen bir uygulama sürecinden elde edilen öğrenci üretimlerini inceleyen nitel bir araştırmadır. Çalışmanın amacı, bir eğitim yönteminin etkinliğini ölçmek değil; bu sürecin ortaya çıkardığı üretimlerde kolajın kentsel fragmanları mekânsal anlatılara nasıl dönüştürdüğünü okumaktır.

3.1. Uygulama Süreci

Uygulama, birbirini besleyen üç ardışık aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada öğrencilerden kentsel çevrede gözlem yürüyüşleri gerçekleştirmeleri ve kentin mekânsal fragmanlarını fotoğraflamaları istenmiştir. Bu aşamada öğrencilere içerik ya da tema açısından bir yönlendirme yapılmamış; ancak kentsel çevreye temel tasarım öğe ve ilkeleri - çizgi, doku, boşluk, kontrast, ritim, ölçek gibi kavramlar - üzerinden bakmaları istenmiştir. Böylece öğrenciler, ne fotoğraflayacaklarını değil, nasıl bakacaklarını bilerek kentsel çevreye yönelmişlerdir. Üretilen fotoğraflar, kentsel yüzeylere, boşluklara, cephelere, zemin dokularına ve mekânsal örüntülere odaklanan karelerden oluşmaktadır.

İkinci aşamada öğrenciler, seçtikleri fotoğrafları birer kentsel fragman olarak ele almış ve bu fragmanları kolaj tekniği aracılığıyla yeniden kurgulamıştır. Kolaj sürecinde öğrenciler, fotoğraflarda keşfettikleri mekânsal ilişkileri koruyarak ya da dönüştürerek yeni mekânsal senaryolar, hayali karşılaşmalar ve anlatısal kurgular üretmişlerdir. Bu aşama, kentsel fragmanın görsel bir malzemeden anlatısal bir öğeye evrildiği kritik bir dönüşüm noktasını oluşturmaktadır.

Üçüncü aşamada öğrenciler, oluşturdukları kolajlara eşlik eden anlatı metinleri yazmış ve çalışmalarına bu anlatıyı yansıtan başlıklar vermiştir. Anlatı metinleri, kolajda kurulan mekânsal kurgunun kavramsal çerçevesini görünür kılmak ve kolajın anlatısal niyetini sözel düzleme taşımak amacıyla kullanılmıştır.

3.2. Veri Seti

Araştırmanın veri seti, toplam 21 öğrenci çalışmasından oluşmaktadır. Her bir çalışma birbiriyle ilişkili üç katmandan meydana gelmektedir: kentsel gözlem sürecinde üretilen fotoğraf, bu fotoğrafa dayalı olarak geliştirilen kolaj ve kolaja eşlik eden anlatı metni ve başlık. Bu katmanlar birbirinden bağımsız çıktılar değil, tek bir üretim sürecinin ardışık aşamalarıdır. Analiz sürecinde her katman hem kendi içinde hem de diğer katmanlarla ilişkisi üzerinden ele alınmaktadır.

3.3. Analiz Yaklaşımı

Araştırmada iki katmanlı ama bütünleşmiş bir analiz yaklaşımı benimsenmiştir (Tablo 1). Birinci katmanda, öğrencinin kentsel gözlem sürecinde çektiği fotoğraf ile bu fotoğrafa dayalı olarak ürettiği kolaj birlikte okunmuştur. Bu okumada öncelikle kentsel fragmanda baskın olan temel tasarım öğesi belirlenmiş, ardından bu öğenin kolajda hangi tasarım ilkesiyle yeniden kurgulandığı incelenmiştir. İkinci katmanda, 21 öğrenci çalışmasının anlatı metinlerindeki kavramsal karşılıklar, kolajda tespit edilen baskın tasarım öğesi ve ilkesiyle yorumlayıcı çapraz okuma yoluyla değerlendirilmiştir. Bu çalışmada yorumlayıcı çapraz okuma, görsel analiz katmanında tespit edilen öğe-ilke ilişkisinin anlatı metnindeki kavramsal ifadelerle karşılaştırmalı olarak okunmasını ve iki katman arasındaki tutarlılığın yorumlayıcı bir çerçevede değerlendirilmesini ifade etmektedir. Bu okuma, tasarım öğelerinin kolaj süreci aracılığıyla kavramsal bir dile dönüşüp dönüşmediğini sınamayı amaçlamaktadır.

Tablo 1. Fotoğraf-kolaj-anlatı verilerinin iki katmanlı analiz çerçevesi

Analiz Katmanı	Analiz Sorusu	Bakılan Veri	Kriterler / Kategoriler
Görsel Analiz	Kent fragmanında baskın tasarım öğesi nedir ve bu öğeler arasındaki ilişki hangi tasarım ilkesiyle kurgulanmıştır?	Fotoğraf + kolaj	Tasarım öğesi: çizgi · yüzey · doku · biçim/şekil · boşluk/açıklık · kütle · renk/ton Tasarım ilkesi: kontrast · tekrar/ritim · hiyerarşi · orantı/ölçek · denge · bütünlük
Kavramsal Analiz	Kolajdaki görsel öğe-ilke ilişkisi, öğrencinin anlatı metninde kavramsal bir karşılık bulmuş mudur?	Fotoğraf + kolaj + anlatı metni	Anlatı metnindeki ifadeler, görsel analizde tespit edilen öğe-ilke ilişkisiyle yorumlayıcı çapraz okuma

Görsel analiz katmanında her çalışmanın kolajı, kentsel fragmandaki baskın tasarım öğesi ve bu öğeler arasındaki ilişkiyi belirleyen tasarım ilkesi açısından incelenmiştir. Kavramsal analiz katmanında ise anlatı metinleri, görsel katmanda tespit edilen öğe-ilke ilişkisinin metinde kavramsal bir karşılık bulup bulmadığı

sorusuyla okunmuştur. İki katman bulgularda entegre biçimde sunulmuş; her şekil grubu için önce görsel okuma, ardından metin okuması birlikte değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

21 öğrenci çalışması, kentsel fragmanlarda baskın olan temel tasarım öğe ve ilkeleri bağlamında incelendiğinde, çalışmaların farklı görsel ilişki biçimleri etrafında kümelendiği tespit edilmiştir.

Çizgi elemanı, çalışmalarda en sık karşılaşılan baskın tasarım öğesi olarak öne çıkmaktadır. Asılı Kalan Anın Anatomisi ve Kırılan Güvenin Ardından Doğan Güç isimli çalışmalarda çizgi elemanı yüzey ile ilişkili olarak ele alınmış; duvar ya da zemin düzlemindeki yatay veya dikey sınırlar, yüzeyin kesintisiz karakteriyle birlikte kompozisyonun temel kurucu öğesi olarak kullanılmıştır (Şekil 1). Her iki çalışmada da geniş, homojen bir duvar yüzeyi kentsel fragman olarak seçilmiş, çizgi elemanı bu yüzeyi bölen ya da sınırlayan bir öğe olarak işlev görmüştür. Her iki çalışmada da yüzeyin sürekliliği ile çizginin kesiciliği arasındaki ilişki kolajların görsel yapısını ortaya koymaktadır.

Şekil 1. Çizgi-yüzey ilişkisi üzerinden kurulan kolajlar: Asılı Kalan Anın Anatomisi (A.Gülşen) ve Kırılan Güvenin Ardından Doğan Güç (F. Al Nidawi).

*Asılı Kalan Anın Anatomisi'*nde öğrenci, anlatı metninde duvar yüzeyini "soğuk, nötr griliğe hapsolmuş" bir düzlem olarak tanımlamış, iki figürün karşılaşma noktasını ise "geçmişin ve geleceğin buluştuğu ince, keskin bir çizgi" olarak betimlemiştir. Görseldeki çizgi-yüzey ilişkisi, metinde zamansal bir eşik kavramına dönüştürülmüştür. Yüzey, fiziksel bir düzlem olmaktan çıkarak anlatıda zamanı sabitleyen bir araç hâline gelmiştir.

Kırılan Güvenin Ardından Doğan Güç'te ise duvar yüzeyi metinde doğrudan adlandırılmamıştır; ancak anlatıda tekrar eden "yıkılır, çöker, kırılır" ifadeleri, yüzeyin bütünlüğünün bozulma sürecine işaret etmektedir. Yüzeyin sürekliliği güven kavramıyla, çizginin bu sürekliliği bozması ise kırılma anıyla ilişkilendirilmiştir. Metnin ikinci yarısında ortaya çıkan "yeniden doğuş" ve "iyileşme" ifadeleri, bozulan yüzeyin ardından yeni bir bütünlük

arayışını yansıtmakta, görsel düzlemdeki çizgi-yüzey kontrastı, metinde güven-kırılma-onarım ilişkisi olarak kavramsal karşılık bulmaktadır. Bu grupta çizgi/yüzey ilişkisi her iki anlatıda da tutarlı bir kavramsal karşılık üretmiştir: yüzey durağan bir zemin, çizgi ise bu zemini bölen bir eşik ya da kırılma noktası olarak okunmuştur.

Bakışlar ve *Zamanın Ardışık Çerçeveleri* isimli diğer iki çalışmada çizgisel durumların biçimselliği üzerinden dolu-boş ilişkisine odaklanılmış; çizgisel elemanların oluşturduğu formlar, mekânda doluluk ve boşluk gerilimini biçimsel bir düzlemde kurgulamıştır (Şekil 2). Her iki çalışmada kentsel fragman, çizgisel elemanların ritmik tekrarıyla oluşan boşluklara sahip bir yüzeydir. Baskın tasarım ilkesi tekrar ve ritimdir; ikincil ilke ise dolu-boş kontrastıdır.

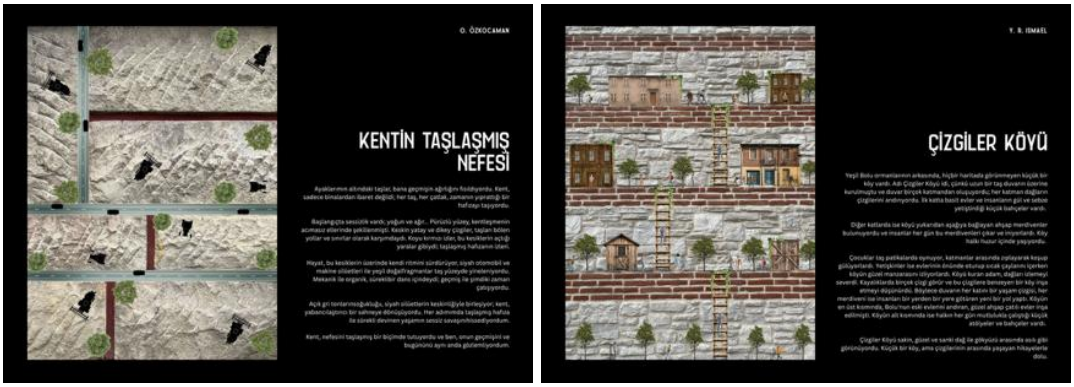
Şekil 2. Çizgisel elemanların ritmik tekrarıyla oluşan dolu-boş ilişkisi: Bakışlar (A. Özgündüz) ve Zamanın Ardışık Çerçeveleri (S. Beyazit)

Bakışlar'da duvar yüzeyindeki yatay yarıklar kolajda gözetleme gözlerine dönüştürülmüştür. Öğrenci anlatı metninde bu dönüşümü *"kentin gri ve sert yüzeyi, açılmış dar yarıklarla bir gözetleme duvarına dönüşür"* ifadesiyle doğrudan tanımlamıştır. Görseldeki ritmik tekrarın yarattığı çoğalma etkisi, metinde boşlukların ardındaki gözlerin *"belirsiz ama çok sayıda"* olarak betimlenmesiyle kavramsal düzeyde desteklenmiştir. Dolu-boş kontrastı, anlatıda *"görünmezlik ile aşırı görünürlük arasındaki çelişkili deneyim"* olarak karşılık bulmuş; çizgisel boşluklar fiziksel bir açıklık olmaktan çıkarak toplumsal baskı kavramına dönüştürülmüştür.

Zamanın Ardışık Çerçeveleri'nde yüzey boşlukları yaşam evrelerinin çerçeveleri olarak kurgulanmıştır. Öğrenci, *"çocukluğun sınırsız oyun alanından yetişkinliğin ağırlığına uzanan yaşam evreleri"* ifadesiyle görseldeki her boşluğu bir zaman dilimine eşlemiştir. *"Figürlerin çerçevenin dışına hafifçe taşmaları"* ise boşluğun fiziksel sınırlarının anlatıda yaşamsal sınırlara dönüştürüldüğünü gösterir. Görseldeki ritmik düzen, metinde ardışık yaşam evrelerinin sıralamasıyla kavramsal bir karşılık bulmuştur.

Dolu-boş ilişkisi her iki anlatıda da tutarlı bir kavramsal dönüşüm geçirmiş: boşluk salt fiziksel bir açıklık olarak değil, gözetleme aracı ya da zamansal çerçeve olarak yeniden tanımlanmış; çizgisel elemanların oluşturduğu ritmik düzen ise anlatılarda toplumsal ya da zamansal bir sıralama ilkesine dönüştürülmüştür.

Çizgiselliğin merkezde olduğu bir başka iki çalışmada da yüzey ve çizgi birlikteliği doğrudan doku üzerinden okunmuş; taş yüzeylerdeki katmanlı tekrarlar ya da zemin dokusundaki çizgisel izler, fragmanın dokusal karakterini çizgisel bir düzen içinde tanımlamıştır (Şekil 3). Bu çalışmalardaki baskın tasarım ilkesi tekrar ve ritimdir; doku salt malzeme özelliği olarak değil, zamanın yüzeye işlediği bir iz olarak değerlendirilmiştir.



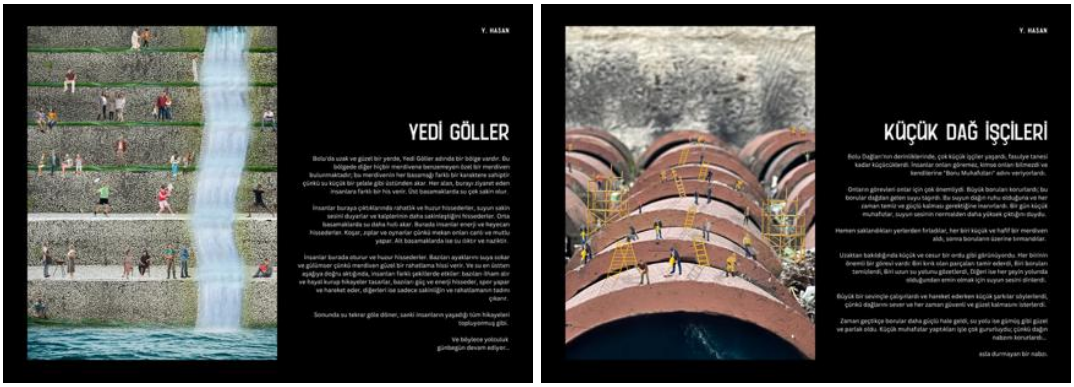
Şekil 3. Doku ve çizginin katmanlı tekrar üzerinden okunması: Kentin Taşlaşmış Nefesi (O. Özkocaman) ve Çizgiler Köyü (Y. R. Ismael).

Kentin Taşlaşmış Nefesi'nde öğrenci, görseldeki doku-çizgi ilişkisini anlatı metninde doğrudan hafıza kavramıyla ilişkilendirmiştir: *"Ayaklarımın altındaki taşlar bana geçmişin ağırlığını fısıldıyordu. Her taş, her çatlak, zamanın yıprattığı bir hafızayı taşıyordu."* Çizgisel elemanlar metinde *"keskin yatay ve dikey çizgiler, taşları bölen yollar ve sınırlar"* olarak tanımlanmış; koyu kırmızı izler ise *"bu kesiklerin açtığı yaralar"* biçiminde betimlenmiştir. Doku, "taşlaşmış hafıza" kavramıyla malzeme düzleminden zamansal bir derinliğe taşınmıştır. *"Mekanik ile organik sürekli bir dans içindeydi; geçmiş ile şimdiki zaman çatışıyordu"* ifadesi, görseldeki doku-çizgi geriliminin metinde zaman-mekân karşıtlığına dönüştürüldüğünü göstermektedir.

Çizgiler Köyü'nde çizgisel tekrar ve dokusal katmanlar bir yerleşim düzenine aktarılmıştır. Öğrenci, *"uzun bir taş duvarın üzerine kurulmuştu ve duvar birçok katmandan oluşuyordu; her katman dağların çizgilerini andırıyordu"* ifadesiyle görseldeki çizgi-doku-şekil ilişkisini mekânsal bir kurguya dönüştürmüştür. "Duvarın her katını bir yaşam çizgisi, her merdiveni ise insanları bir yerden bir yere götüren yeni bir yol yaptı" cümlesi, çizgi elemanının anlatıda hem fiziksel yol hem de yaşamsal süreç olarak ikili bir karşılık bulduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmalarda doku, her iki anlatıda da zamanın ya da doğanın mekâna bıraktığı bir iz olarak

okunmuş; çizgi ise bu izleri düzenleyen ya da bölen yapısal bir eleman olarak kavramsal düzeyde karşılık bulmuştur.

Çizgiyi temel alan bir başka iki çalışmada ise çizgi ve doku birlikteliği kent içerisindeki yapı elemanları üzerinden ele alınmış; boru hatlarının ritmik sıralanışı ya da basamak dizileri gibi biçimsel elemanlar, çizgisel tekrarın dokusal bir yüzeye dönüşmesi üzerinden kurgulanmıştır (Şekil 4). Bu çalışmalardaki baskın tasarım ilkeleri hiyerarşi ve orantı/ölçektir; çizgisel ve dokusal elemanlar biçimsel bir bütün oluşturarak kolajın yapısal kurgusunu belirlemiştir.

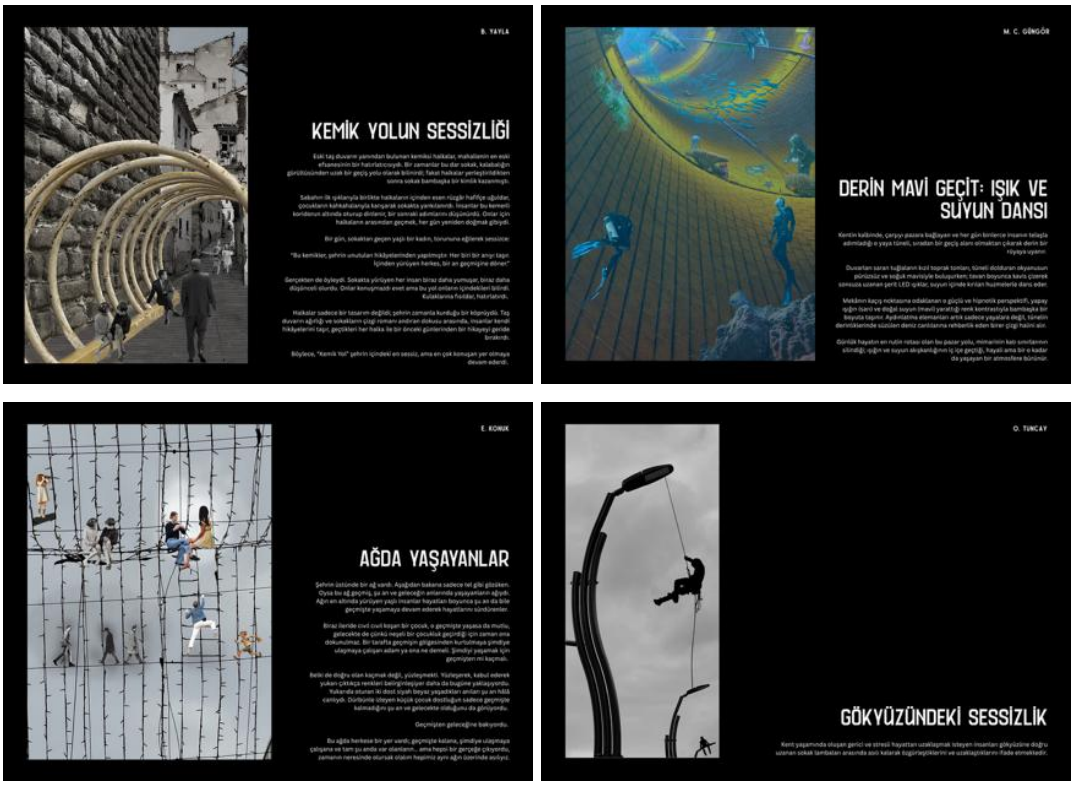


Şekil 4. Çizgi-doku-biçim birlikteliğinde hiyerarşi ve ölçek ilişkisi: Yedi Göller (Y. Hasan) ve Küçük Dağ İşçileri (Y. Hasan).

Yedi Göller'de merdiven biçimi kolajın yapısal omurgasını oluşturmaktadır. Öğrenci anlatı metninde bu biçimi deneyim katmanlarına dönüştürmüştür: *"Her basamağı farklı bir karaktere sahiptir çünkü su küçük bir şelale gibi üstünden akar. Her alan, burayı ziyaret eden insanlara farklı bir his verir."* Üst basamaklar huzur, orta basamaklar enerji, alt basamaklar rahatlama ile eşleştirilmiştir. Görseldeki çizgi-doku-biçim hiyerarşisi, metinde duyusal bir hiyerarşiye, sakinlik, heyecan, dinginlik sıralamasına dönüştürülmüştür.

Küçük Dağ İşçileri'nde boru biçimleri üzerindeki çizgisel tekrar ve dokusal ayrıntı, anlatıda bir emek sürecine aktarılmıştır. Öğrenci, *"büyük boruları korurlardı; bu borular dağdan gelen suyu taşırdı"* ifadesiyle görseldeki biçimsel yapıyı işlevsel bir sisteme eşlemiş; *"fasulye tanesi kadar küçücüklerdi"* tanımlamasıyla ölçek kontrastını doğrudan metne taşımıştır. Figürlerin boruların üzerine tırmanması, görseldeki çizgisel düzen üzerinde gerçekleşen bir eylem olarak anlatıda biçim-insan ilişkisini kurmaktadır. Öte yandan metnin doğa teması - dağ, su, orman gibi öğelerle - kentsel bağlamdan kısmen uzaklaşarak kavramsal alanı genişletmiştir; bu durum, öğrencinin görsel veriyi kentsel bağlamın ötesine taşıyan bir yorumlama stratejisi geliştirdiğine işaret etmektedir.

Çizgi elemanının dolu-boş ilişkisi oluşturacak biçimde yer aldığı diğer çalışmalarda kent içindeki farklı çizgisel donatıların (bisiklet park alanları, ışık ağ yapıları, sokak lamba direkleri ve tünel perspektifleri gibi) mekânsal derinlik ve boşluk hissi yaratmak üzere kullanıldığı görülmektedir (Şekil 5). Baskın tasarım ilkeleri kontrast ve tekrar/ritimdir; çizgisel elemanların arasında oluşan boşluklar geçiş, hapsolma ya da özgürleşme potansiyeli taşıyan yapılar olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 5. Çizgisel elemanlarla kurulan mekânsal derinlik ve boşluk: Kemik Yolun Sessizliği (B. Yayla), Derin Mavi Geçit (M. C. Güngör), Ağda Yaşayanlar (E. Konuk) ve Gökyüzündeki Sessizlik (O. Tuncay).

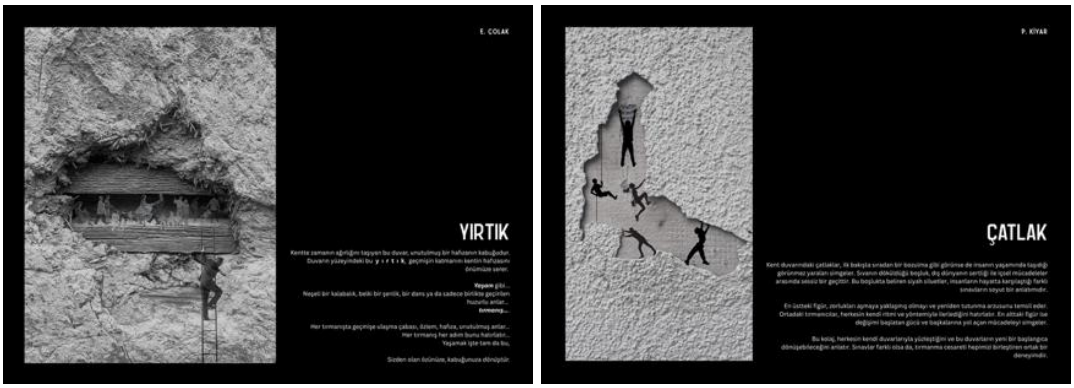
Kemik Yolun Sessizliği'nde öğrenci, kemiksi halkaları anlatı metninde hem fiziksel bir geçiş hem de zamansal bir köprü olarak tanımlamıştır. *"Halkalar sadece bir tasarım değildi; şehrin zamanla kurduğu bir köprüydü"* ifadesi, görseldeki çizgisel-boşluk ritmini kavramsal bir geçiş olgusuna dönüştürmektedir. *"İçinden yürüyen herkes bir an geçmişine döner"* cümlesi, boşluğun fiziksel bir açıklıktan hafıza geçidine dönüştürüldüğünü göstermektedir.

Derin Mavi Geçit'te tünel yapısının çizgisel perspektifi anlatıda algısal bir çekim alanı olarak değerlendirilmiştir. Öğrenci, *"mekânın kaçış noktasına odaklanan güçlü ve hipnotik perspektif"* ifadesiyle görseldeki çizgisel derinliği doğrudan metne taşımıştır. Boşluk bir geçit işlevi görürken, çizgisel elemanlar (LED şeritler, tuğla sıraları) bu geçidi yönlendiren rehber çizgilere dönüştürülmüştür.

Ağda Yaşayanlar'da çizgisel ağ yapısı anlatıda zamansal bir katmanlama aracına aktarılmıştır. Öğrenci, *"şehrin üstünde bir ağ vardı… bu ağ geçmiş, şu an ve geleceğin anlarında yaşayanların ağıydı"* ifadesiyle görseldeki çizgisel örgüyü kavramsal bir zamansallığa eşlemiştir. Boşluklar ağın aralıklarında var olan farklı zaman dilimlerine karşılık gelirken, *"yukarı çıktıkça renkler belirginleşiyor, bugüne yaklaşıyordu"* ifadesi çizgisel düzende bir hiyerarşi kurmaktadır. "Hepimiz aynı ağın üzerinde asılıyız" cümlesi ise çizgi-boşluk ilişkisini hem hapsolma hem de ortaklık olarak ikili bir düzlemde okumaktadır.

Gökyüzündeki Sessizlik'te anlatı metni kısa olmakla birlikte, *"sokak lambaları arasında asılı kalarak özgürleştiklerini"* ifadesi görseldeki çizgisel elemanlar arasındaki boşluğu bir özgürleşme alanı olarak doğrudan tanımlamaktadır. Çalışmalardaki ortak örüntü, çizgisel düzenin boşluğu salt bir yokluk olmaktan çıkararak anlam taşıyan bir ara mekâna dönüştürmesi olarak ortaya çıkmaktadır.

Dolu-boş ilişkisinin yapısal formların mekânsal boşluklarla kurulduğu 2 çalışmada gerilim, fragmanın anlatı potansiyelini oluşturmuştur (Şekil 6). Her iki çalışmada kentsel fragman, hasarlı ya da aşınmış bir doku yüzeyindeki kırılma, yırtılma veya çatlama sonucu oluşan boşluklardır. Kontrast üzerinden kurgulanan çalışmalarda, dokunun bütünlüğü ile boşluğun yarattığı kopuş arasındaki gerilim, kolajların kurucu ilişkisini oluşturmaktadır.



Şekil 6. Hasarlı doku yüzeyinde doku-boşluk kontrastı: Yırtık (E. Çolak) ve Çatlak (P. Kiyar).

Yırtık'ta öğrenci, görseldeki doku-boşluk ilişkisini anlatı metninde doğrudan karşılamıştır: *"Kentte zamanın ağırlığını taşıyan bu duvar, unutulmuş bir hafızanın kabuğudur. Duvarın yüzeyindeki bu yırtık, geçmişin katmanını kentin hafızasını önümüze serer."* Doku burada bir kabuk, boşluk ise bu kabuğun altındaki katmanı açığa çıkaran bir yırtık olarak tanımlanmıştır. *"Her tırmanışta geçmişe ulaşma çabası, özlem, hafıza, unutulmuş anlar"* ifadesi boşluğun anlatıda hem fiziksel bir açıklık hem de zamansal bir pencere işlevi gördüğünü ortaya koymaktadır.

Çatlak'ta ise öğrenci, görseldeki boşluğu insanın iç dünyasıyla ilişkilendirmiştir: "*Kent duvarındaki çatlaklar, ilk bakışta sıradan bir bozulma gibi görünse de insanın yaşamında taşıdığı görünmez yaraları simgeler.*" Doku-boşluk kontrastı metinde *"dış dünyanın sertliği ile içsel mücadeleler arasında sessiz bir geçit"* olarak kavramsal karşılık bulmuştur. Figürlerin tırmanma eylemleri - en üstte tutunma arzusu, ortada kendi ritmiyle ilerleme, en altta değişimi başlatma - boşluğu hem bir hasar izi hem de bir yükselme alanı olarak ikili bir düzlemde değerlendirilmektedir.

Doku ve boşluk ilişkisinin görüldüğü diğer çalışmalarda kompozisyonların doğrudan yapısal elemanlar üzerinden ele alındığı görülmektedir. Duvar dokusunun ağırlığı ile pencere ya da açıklığın yarattığı mekânsal karşıtlık, çalışmaların temel gerilim noktası hâline gelmiştir. Bir diğer çalışmada ise biçim ve doku baskın bir birliktelik olarak ortaya çıkmış; yüzeyin malzeme karakteri ile üzerindeki biçimsel iz birlikte okunmuştur (Şekil 7). Buradaki her üç çalışmada da kentsel fragman, biçimsel bir baskınlığın dokusal bir yüzeyle teması üzerinden yer almaktadır. Burada da baskın tasarım ilkesi kontrasttır; biçimsel boşluk ile dokusal kütle arasındaki gerilim kolajların kurucu ilişkisini belirlemektedir.

Şekil 7. Biçimsel açıklık ve dokusal kütle arasındaki gerilim: Uyananların Renkleri (D. Doğru), Şehirlilere Gösteri (E. Öztürk) ve Bir Kuşun İçine Sığan Sessizlik (K. Yamaner).

Uyananların Renkleri'nde öğrenci, iki kemerli pencereyi anlatı metninde iki farklı zamansal boyutun çerçevesi olarak kurgulamıştır. *"Sol pencerede uyanışın rüyası asılıydı… Sağ pencere ise bir patlama gibiydi. Burası uyanmış olanların dünyasıydı."* Biçimsel boşluk, metinde zamansal bir eşiğe; doku ise gri beton duvarla bu iki dünyayı ayıran bir engele dönüştürülmüştür. "İki pencere yan yana, ama aralarındaki duvar rüya ile gerçeklik kadar kalındı" ifadesi, biçim-boşluk-doku üçlüsünün anlatıda rüya-gerçeklik ve masumiyet-olgunluk karşıtlıklarıyla kavramsal karşılık bulduğunu göstermektedir.

Şehirlilere Gösteri'de dev pencere boşluğu anlatıda bir sahne alanına dönüştürülmüştür. Öğrenci, *"o dev pencerede - ışığın boğucu olmadığı, renklerin gözleri terk etmediği tek yer"* ifadesiyle biçimsel boşluğu kentsel yaşamın dışında kalan bir alan olarak tanımlamıştır. Doku ise *"beton duvarlar arasına hapsolan hayatlar"* olarak betimlenmiştir. *"Şehirlilerin unuttuğu ama içlerinde bir yerlerde kendilerini ait hissettikleri yer"* ifadesi, pencere boşluğunun gösteri sahnesinin ötesinde bir aidiyet çerçevesine dönüştürüldüğünü ortaya koymaktadır. Biçim-boşluk-doku ilişkisi metinde hapsolma ile özgürleşme arasındaki karşıtlık olarak kavramsal düzleme taşınmıştır.

Bir Kuşun İçine Sığan Sessizlik'te ise biçimsel eleman olan kuş figürü anlatıda sığınak ve özgürlük kavramları üzerinden okunmuştur. Öğrenci, *"bazen içimde öyle bir sıkışmışlık oluyor ki keşke kanatlarım olsa diyorum. Ama aynı anda kanatlarım olsa bile cesaret edebilir miyim diye de soruyorum kendime"* ifadesiyle biçimsel boşluğu bir sığınma alanı olarak tanımlarken, dokuyu dış dünyanın sınırlayıcılığıyla ilişkilendirmiştir. Çalışmada yer verdiği büyük kütlesel kentsel fragman ile kuş ve insan figürü arasındaki kontrast, boşluğun fiziksel değil, kavramsal bir alan olarak değerlendirildiğinin de bir göstergesidir.

Biçimsel açıklık bu üç anlatıda da bir eşik ya da çerçeve, doku ise bu eşiği kuşatan sınırlayıcı bir yüzey olarak karşımıza çıkmaktadır. Ortak kavramsal örüntü, kentsel fragmanın her üç metinde de bir dönüşüm potansiyeli taşıyan alan olarak yer almasıdır.

Çalışmalara bakıldığında, kent içinde tekil bir öğe ya da ilişki yerine bütüncül cephelerin ana kentsel fragman olarak seçildiği de görülmüştür. Bu çalışmalarda öğrenciler, cepheyi tek bir tasarım öğesine indirgemek yerine yapının varoluş biçimi, modüler tekrarı, kütle-boşluk düzeni, malzeme dokusu üzerinden bütünsel olarak okumuş ve kolaj kurgusuna bu bütünlük içinde taşımıştır (Şekil 8). Cephe, çizgi, doku, biçim ve boşluk elemanlarının modüler tekrarıyla oluşan bir sistem olarak değerlendirilmiş, baskın tasarım ilkeleri tekrar/ritim ve hiyerarşi olarak belirlenmiştir.

Şekil 8. Bütüncül cephe okuması üzerinden kurulan sistemik kurgular: Çizgili İsyan (S. Atalay), Kaçınılmaz Yörünge (B. Neslan), Sanal Yok Oluş (M. C. Demir) ve Hayat Apartmanı (E. Öztürk).

Çizgili İsyan'da öğrenci, gökdelenin modüler cephesini anlatı metninde doğa-yapı ilişkisi üzerinden okumuştur. *"Çizgiler, yapının modüler cephesiyle birleşip iç içe geçmiş"* ifadesi cephenin sistematik düzenini tanımlarken, *"doğanın sesini, ormanların yerine yükselen betonların hayvanların üzerinde açtığı yarığı şehir insanına sessiz bir çığlık gibi hatırlatıyordu"* cümlesi bu düzeni bir baskı aracına dönüştürmektedir. Cephenin modüler tekrarı metinde "her yeni kat yükseldikçe hayvanların yaşam alanları biraz daha daralmış" ifadesiyle bir daralma ritmine eşlenmiştir.

Kaçınılmaz Yörünge'de cephe, anlatı metninde açıkça *"mekanik düzen"* ve *"ritim döngüsü"* olarak adlandırılmıştır. Öğrenci, *"kentin modern teknoloji yüzeyleri, sonsuza dek uzayan kavisli bir ritim döngüsü olarak okunmuştur; bu algı, yapıdaki dikey ve yatay çizgisel tekrarın yarattığı mekanik düzenin baskısını temsil eder"* ifadesiyle cephenin görsel yapısını doğrudan tasarım terminolojisiyle çözümlemiştir. Cephe metinde bir "düşünce hapishanesi" olarak tanımlanmış, figürün tırmanış eylemi ise bu yapı içindeki direniş olarak kurgulanmıştır. Cephenin sistematik düzeni ile bireyin eylemi arasındaki gerilim "kaçınılmazlık" kavramıyla ifade edilmiştir. Bu çalışma, metin ile görsel arasındaki kavramsal örtüşmenin en doğrudan gerçekleştiği örneklerden biridir; anlatı metni görseldeki tasarım okumasını kendi bünyesinde barındırmaktadır.

Sanal Yok Oluş'ta cumbalı konak cephesi anlatıda bir ekran görüntüsüne dönüştürülmüştür. Öğrenci, *"ekranda gidip gelen tek bir görüntü vardı: terk edilmiş cumbalı konak"* ifadesiyle cephenin bütüncül yapısını donmuş bir görüntü olarak tanımlamış; ardından *"ekran yırtılmaya başladı, şeritler oluşmaya başladı"* ifadesiyle bu bütünlüğün parçalanma sürecini betimlemiştir.

Hayat Apartmanı'nda ise cephe anlatı metninde bir yaşam sistemi olarak okunmuştur. Öğrenci, "dışarıdan sıradan bir apartman gibi görünüyordu ama o kapının ardında bambaşka bir dünya gizliydi" ifadesiyle cephenin dış görünüşü ile iç yaşantısı arasındaki farkı ortaya koymuştur. Cephenin modüler yapısı - her kat, her daire - metinde *"her daire farklı bir hikâyeye ev sahipliği yapıyordu"* ifadesiyle bir anlatı çoğulluğuna dönüştürülmüştür. *"Hepsi aynı yere varmak için farklı yollar geçerlerdi ama günün sonunda bu bina onların evi olacaktı ve aynı gökyüzünü paylaşacaklardı"* ifadesi, cephenin modüler tekrarını kolektif bir birliktelik olgusuna aktarmıştır.

Bu grupta dört çalışmanın tamamında cephe tekil bir öğe olarak değil, bir sistem olarak okunmuş ve bu sistem, anlatılarda sırasıyla doğa-yapı ilişkisi, mekanik düzen-bireysel direniş, gerçeklik-sanallık gerilimi ve bireysel-kolektif yaşam dengesi olarak kavramsal karşılık bulmuştur. Ortak örüntü, cephenin modüler tekrarının anlatılarda bir düzen tanımlaması üretmesi ve figürlerin bu düzen içindeki konumlarının metnin kavramsal gerilim eksenini oluşturmasıdır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, kentsel fragmanların fotoğraf, kolaj ve anlatı metni yoluyla mekânsal hikâyelere nasıl dönüştüğünü incelemiş ve bu süreçte kolajın bir anlatı kurma aracı olarak nasıl işlev gördüğünü ortaya koymayı amaçlamıştır. Bulgular, kolajın kentsel mekânı yalnızca görsel olarak yeniden düzenleyen bir teknik olmadığını; tasarım öğelerini kontrast, tekrar/ritim ve hiyerarşi gibi ilkeler aracılığıyla yeniden kurgulayarak mekânsal bir anlatı inşa eden bir düşünme ve üretim biçimi olduğunu göstermektedir.

Sürecin bütününe bakıldığında, fotoğraf, kolaj ve anlatı metni aşamalarının her birinin kentsel fragmanı farklı bir düzlemde dönüştürdüğü görülmektedir. Fotoğraf aşamasında öğrenci, kentin görünmez katmanlarını fark ederek neyi çerçevelediğine karar verir ve ilk anlatı kararını verir. Kolaj aşamasında bu seçilmiş fragman yeniden kurgulanır, ölçeklendirilir ve yan yana getirilir; anlatının görsel dili burada kurulur. Anlatı metni aşamasında ise kolajda kurulan mekânsal kurgu kavramsal düzleme taşınır ve kolajın anlatısal niyeti söze bağlanır. Bu üç aşama doğrusal bir aktarım zinciri olarak değil, her aşamanın bir öncekini dönüştürdüğü katmanlı bir süreç olarak çalışmaktadır. Katmanlı yapı, Schön'ün (1983) eylem içinde düşünme kavramıyla

uyumludur: öğrenci her aşamada malzemeyle etkileşim hâlinde düşünmekte, keşfetmekte ve anlatısını bu etkileşim içinde inşa etmektedir.

Bu katmanlı sürecin en belirgin çıktısı, kentsel fragmanın kolaj içinde üstlendiği rolün dönüşümüdür. Kentsel yüzeyler, boşluklar ve dokular gündelik deneyimde fark edilmeden geçilen öğeler iken, kolaj yoluyla yeniden çerçevelendiklerinde ve ölçeklendirildiklerinde anlatının aktif kurucu öğelerine dönüşmektedir. Bulgularda görüldüğü üzere bir duvar çatlağı bir yaşam mücadelesinin sahnesine, bir pencere açıklığı zamansal bir eşiğe, bir endüstriyel yüzey içe dönük bir sığınağa evrilebilmektedir. Bu dönüşüm, Stafford'un (1999) kolajı çağrışımsal bir düşünce biçimi olarak tanımlaması ve Corner'ın (1999) kolajı spekülatif bir yeniden anlamlandırma aracı olarak konumlandırmasıyla örtüşmekte ve bu kuramsal çerçevelere ampirik bir zemin kazandırmaktadır. Aynı zamanda Arnheim'ın (1974) görsel algının yapısal düzenlemeler aracılığıyla örgütlendiğine ilişkin tezi, bulguların ortaya koyduğu öğe-ilke eşleşmelerinin rastlantısal değil algısal bir temele dayandığını desteklemektedir.

Kolajlardaki katmanlı okuma biçimi, Rowe ve Slutzky'nin (1963) fenomenal şeffaflık kavramıyla da ilişkilendirilebilir. Öğrenciler kentsel fragmanı tek düzlemli bir görüntü olarak değil, üst üste binen anlamsal katmanlar olarak kurgulamıştır; bir yüzey hem fiziksel bir doku hem bir hafıza taşıyıcısı hem de bir anlatı zemini olarak aynı anda okunmuştur. Bu çok katmanlılık, kolajın mekânsal anlatı kurma kapasitesinin salt görsel kompozisyonun ötesine geçtiğini göstermektedir.

Bulgularda dikkat çeken bir diğer örüntü, aynı tasarım öğe-ilke ilişkisinin farklı çalışmalarda farklı kavramsal karşılıklar üretmiş olmasıdır. Örneğin çizgi-boşluk ilişkisi bir çalışmada hafıza geçidine, bir diğerinde zamansal katmanlamaya, bir başkasında özgürleşme alanına dönüştürülmüştür. Benzer biçimde doku-boşluk ilişkisi bir çalışmada "unutulmuş hafızanın kabuğu", diğerinde "görünmez yaraların simgesi" olarak okunmuştur. Tek bir görsel veriden çoklu ve birbirinden farklı kavramsal çıktılar üretilmesi, Guilford'un (1967) ıraksak düşünme kapasitesiyle — tek bir uyarandan çoklu yanıtlar üretebilme becerisiyle — doğrudan ilişkilendirilebilir. Öte yandan öğrencilerin kentsel yüzeylerdeki çatlak, doku ve aşınma gibi nitelikleri fark edip bunları anlatı malzemesine dönüştürebilmesi, Eisner'ın (2002) sanat temelli üretim süreçlerinin algısal duyarlılığı ve niteliksel muhakemeyi geliştirdiğine ilişkin tezini destekler niteliktedir. Bu çerçevede Fotoğraf-Kolaj-Anlatı süreci yalnızca bir temsil zinciri değil; algısal farkındalık, görsel kurgulama ve kavramsal dönüştürme becerilerini birlikte harekete geçiren bütüncül bir pedagojik süreç olarak değerlendirilebilir.

Çalışmanın bulguları bir bütün olarak değerlendirildiğinde, 21 çalışmanın tamamında kentsel fragmanların temel tasarım öğeleri — çizgi, doku, biçim, boşluk, yüzey — üzerinden okunduğu ve bu öğeler arasındaki

ilişkilerin kontrast, tekrar/ritim ve hiyerarşi ilkeleriyle kurgulandığı görülmektedir. Anlatı metinleri düzeyinde ise bu öğe-ilke ilişkilerinin tutarlı kavramsal karşılıklar ürettiği tespit edilmiştir: yüzey ve çizgi anlatılarda sınır ya da eşik kavramına, doku hafıza ya da kabuk kavramına, boşluk geçiş ya da dönüşüm alanına, bütüncül cephe ise sistematik bir düzen kavramına dönüştürülmüştür. Bu örüntü, kolajın kentsel fragmanı yalnızca görsel düzlemde değil kavramsal düzlemde de bir anlatı malzemesine dönüştüren bir araç olarak işlev gördüğünü göstermektedir.

Bu sürecin ortaya koyduğu üretimler, Fotoğraf-Kolaj-Anlatı dizisinin kentsel fragmanları mekânsal anlatılara dönüştüren pedagojik bir potansiyel taşıdığını göstermektedir. Kent, bu süreçte yalnızca gözlemlenen bir çevre olmaktan çıkarak üzerinden hikâye kurulan, yeniden okunan ve anlamlandırılan bir mekânsal metne dönüşmektedir. Kolaj ise bu dönüşümün merkezi aracıdır; kentsel fragmanı anlatının hammaddesinden kurucu öğesine taşıyan bir anlatı kurma pratiği olarak işlev görmektedir.

Çalışma, belirli bir uygulama sürecinden elde edilen 21 öğrenci çalışmasıyla sınırlıdır ve genellenebilir sonuçlar üretme iddiası taşımamaktadır. Ayrıca analiz iki araştırmacı tarafından yürütülmüş olmakla birlikte, sistematik bir kodlayıcılar arası güvenirlik hesaplaması yapılmamıştır. Anlatı metinleri öğrencilerin serbest yazımına dayandığından yapılandırılmış bir metin formatı kullanılmamış olması, kavramsal analiz katmanının derinliğini sınırlandıran bir etken olarak değerlendirilmelidir. Elde edilen bulgular, kolajın mekânsal bir anlatı kurma aracı olarak işlevine ilişkin analitik ve yorumlayıcı bir katkı olarak ele alınmaktadır. İleriye dönük çalışmalarda farklı kentsel bağlamlarda ve farklı katılımcı profilleriyle yürütülecek benzer süreçlerin, kodlayıcılar arası güvenirlik testi ve yapılandırılmış metin formatı gibi yöntemsel iyileştirmelerle birlikte kolajın anlatı kurma kapasitesine ilişkin daha geniş bir tartışma zemini oluşturması beklenmektedir.

Teşekkür

Kentsel fragmanları özgün kolaj ve anlatı metinleriyle mekânsal hikâyelere dönüştüren Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mimarlık Bölümü öğrencilerine, üretim sürecine gösterdikleri özen ve yaratıcı katkıları için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Arnheim, R. (1974). *Art and visual perception: A psychology of the creative eye*. University of California Press.

Butler-Kisber, L., & Poldma, T. (2010). The power of visual approaches in qualitative inquiry: The use of collage making and concept mapping in experiential research. *Journal of Research Practice, 6*(2), M18.

Corner, J. (1999). The agency of mapping: Speculation, critique and invention. In D. Cosgrove (Ed.), *Mappings* (pp. 213-252). Reaktion Books.

Cullen, G. (1961). *The concise townscape*. Architectural Press.

Dondis, D. A. (1973). *A primer of visual literacy*. MIT Press.

Eisner, E. W. (2002). *The arts and the creation of mind*. Yale University Press.

Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. McGraw-Hill.

Kostera, M. (2006). The narrative collage as research method. *Storytelling, Self, Society, 2*(2), 5-27.

Lynch, K. (1960). *The image of the city*. MIT Press.

Ricoeur, P. (1984). *Time and narrative: Volume 1*. University of Chicago Press.

Rowe, C., & Slutzky, R. (1963). Transparency: Literal and phenomenal. *Perspecta, 8*, 45-54.

Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books.

Stafford, B. M. (1999). *Visual analogy: Consciousness as the art of connecting*. MIT Press.

Tschumi, B. (1996). *Architecture and disjunction*. MIT Press.

Vidler, A. (1992). *The architectural uncanny: Essays in the modern unhomely*. MIT Press.

DESİGN AND MANUFACTURİNG OF A RİNG TENSİLE TEST APPARATUS FOR FİLAMENT-WOUND COMPOSİTE PİPES

Durmuş Temiz[1*], Gültekin Basmacı[2], Lokman Gemi[3]

[1]Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Burdur, 15300, Türkiye

[3]Necmettin Erbakan University, Konya, Turkey

Orcid: D.Temiz ORCID (0000-0002-7350-7502), G. Basmacı (0000-0003-4818-3160), L. Gemi (0000-0002-9895-6574)

***Corresponding author: dtemiz@mehmetakif.edu.tr**

Abstract

Composite pipes are widely used in many engineering applications, including the energy, aerospace, automotive, and mechanical industries, due to their high specific strength, corrosion resistance, and low density. To ensure reliable structural design of these components, the accurate determination of their circumferential (hoop) mechanical behavior is of great importance. One of the most commonly used methods for determining the hoop tensile strength of composite pipes is the ring tensile test, as specified in ASTM D2290. In this study, a test fixture was designed and manufactured for performing ring tensile tests on composite pipes. The developed fixture was designed to be compatible with universal testing machines and to provide a geometry that ensures symmetrical and uniform load transfer to the specimen. During the design process, key criteria such as stable specimen positioning, proper load transfer, and reduction of bending effects and local stress concentrations during testing were considered. The fixture design was carried out in a computer-aided design environment, and the mechanical behavior was evaluated using numerical analysis methods. According to the analysis results, the fixture was found to operate safely under a load of 25 kN. The components of the fixture were manufactured by milling and assembled to form a functional ring tensile test apparatus. The proposed test setup provides a practical solution for reliably and repeatably testing composite pipe specimens.

Keywords: Composite pipe, ring tensile test, test fixture design, ASTM D2290.

Introduction

Composite materials are widely used in many engineering applications due to their superior properties, such as high specific strength, low density, and corrosion resistance. Fiber-reinforced polymer composites are particularly preferred as structural materials in sectors such as aerospace, automotive, energy, and mechanical manufacturing [1–4]. Compared to conventional metallic materials, these composites offer a higher strength-to-weight ratio, providing significant advantages in engineering design. Therefore, the use of composite materials has increased rapidly in recent years [5,6]. Filament-wound composite pipes represent an important application area of composite structures. These pipes are widely used in pressure vessels, pipelines, chemical transportation systems, energy infrastructures, and various mechanical systems [7–9]. The filament winding process allows fibers to be placed in controlled orientations, enabling the production of composite structures with desired mechanical properties. However, to ensure the safe and efficient design of such structures, their mechanical behavior must be accurately determined using appropriate experimental methods. Composite pipes are exposed to significant circumferential (hoop) stresses, particularly under internal pressure during service conditions [10,11]. These stresses in the pipe wall due to internal pressure are among the critical loading conditions affecting the pipe's structural integrity. Therefore, determining the hoop tensile strength of composite pipes is of great importance for evaluating material performance and ensuring safe design [12–14]. Several experimental methods have been developed to determine the circumferential mechanical behavior of composite pipes, among which the ring tensile test, as specified in ASTM D2290, is the most widely used. In this method, a pipe specimen is subjected to tensile loading using a special test fixture, and the axial load applied by the testing machine is converted into circumferential tensile stress on the specimen through the fixture [15,16]. Therefore, the geometry and load transfer mechanism of the test fixture directly influence the stress distribution on the specimen. In the literature, most studies on ring tensile testing of composite pipes focus on determining the material's mechanical behavior. However, studies related to the design and development of test fixtures are relatively limited. If the test fixture is not properly designed, bending stresses or local stress concentrations may develop on the specimen, potentially affecting the accuracy of the experimental results. For this reason, the development of an appropriate test fixture that ensures symmetric and uniform load transfer to the specimen is of great importance.

In this study, a test fixture compatible with universal testing machines was designed and manufactured for performing ring tensile tests on composite pipes. The fixture geometry was modeled in a computer-aided design environment, and its mechanical behavior was evaluated using the finite element method. According to the

analysis results, the fixture was found to operate safely under a load of 25 kN. The designed fixture was manufactured by milling processes and assembled to obtain a test setup suitable for ring tensile testing of composite pipe specimens. The main objective of this study is to design and manufacture a test fixture capable of providing reliable and repeatable results in ring tensile testing of composite pipes. The developed test apparatus provides a practical, applicable solution for determining the circumferential tensile behavior of composite pipe specimens.

Design and Methodology

In this study, a test fixture was designed and manufactured to perform ring tensile tests on composite pipes. In the first stage of the design process, the geometric model of the fixture was created in a computer-aided design (CAD) environment. For this purpose, all components of the fixture were modeled in 3D using SolidWorks, and the fixture's overall geometry was determined. During the design stage, a numerical analysis using the finite element method was performed to evaluate the mechanical behavior of the fixture. In these analyses, the stress distributions occurring under the loads applied to the fixture were examined, and the stress values in critical regions were evaluated. According to the analysis results, the fixture was found to operate safely under a load of 25 kN. During the design stage, the main criteria considered were the stable positioning of the specimen during testing, the symmetric and uniform transfer of the applied load to the specimen, and the development of a compatible connection system with the testing machine. The designed fixture primarily comprises specimen-holding elements, crescent-shaped load-transfer components, and upper and lower connection elements that enable attachment to the testing machine. The crescent-shaped components contact the inner surface of the specimen and ensure that the tensile load is distributed uniformly along the specimen. In this way, local stress concentrations that may occur during testing are reduced and a more homogeneous load transfer is achieved. In addition, a suitable holding system was developed to prevent the specimen from slipping and to maintain stability along the loading direction during testing. The fixture was also designed to be sufficiently rigid to minimize possible deformations during testing. After the design stage was completed, the fixture's manufacturing process began. Based on the SolidWorks model, the components of the fixture were prepared for manufacturing. The main components of the fixture, including the holder elements and crescent-shaped load-transfer parts, were manufactured by milling. After the manufacturing process, the produced parts were assembled to obtain a functional test fixture for ring tensile testing. The manufactured fixture was designed to be compatible with universal testing machines and enables composite pipe specimens to be tested safely and

stably in ring tensile tests. The CAD modeling, analysis, manufacturing, and assembly stages of the designed ring tensile test fixture are summarized in the process flow diagram given in Figure 1.

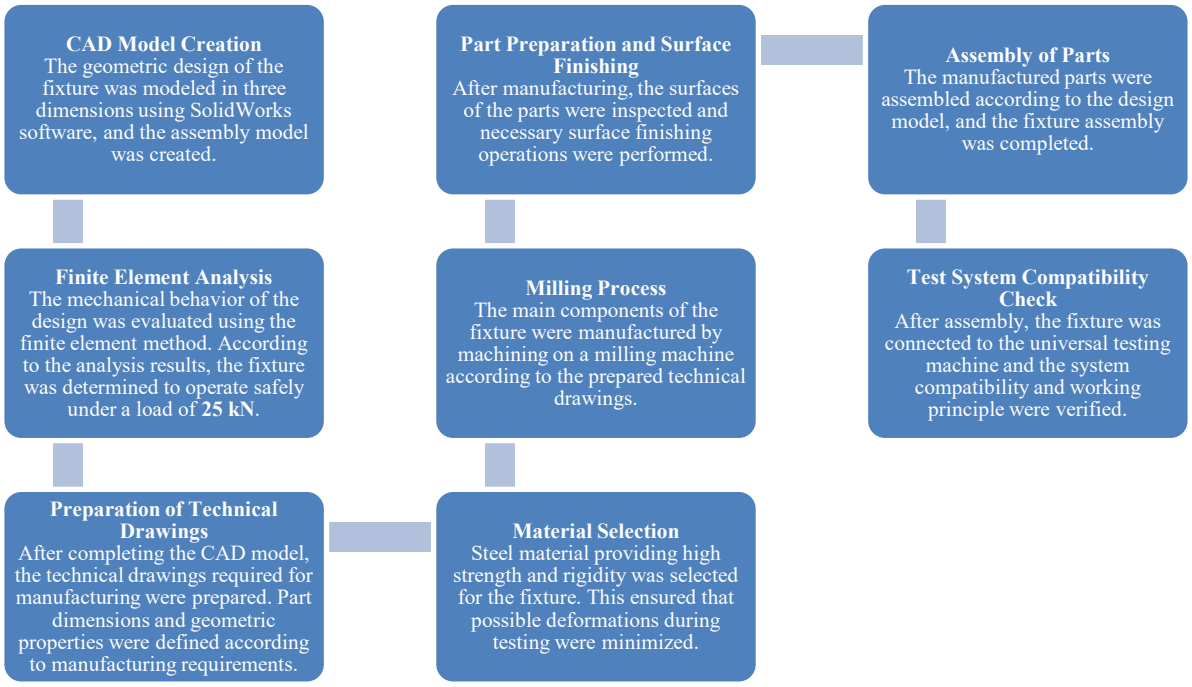


Figure 1. Process flow diagram showing the design and manufacturing stages of the ring tensile test fixture.

The ring tensile test is one of the commonly used experimental methods for determining the mechanical properties of pipes. Regardless of the manufacturing method, ring tensile tests of thermoset-resin-based pipes can be performed in accordance with ASTM D2290. To minimize bending moments in the specimen during the tensile test, the ASTM standard recommends a special test fixture. In this method, the axial load applied by the testing machine is transferred to the specimen via the fixture, generating circumferential tensile stress. Therefore, the geometric configuration and load transfer mechanism of the test fixture play an important role in the accuracy and reliability of the experimental results.

In this study, the ring tensile test fixture was designed in accordance with the principles specified in ASTM D2290. The geometric model of the fixture was created in a computer-aided design environment, and the necessary design calculations were performed according to the specimen dimensions. During the design process, the dimensions of the parts in contact with the specimen and the other components of the fixture were determined based on the specimen's geometry. The technical drawings and geometric details of the designed ring tensile test fixture are presented in Figure 2(a). During the design stage, numerical analysis methods were used to evaluate the fixture's mechanical behavior. In the analyses, the stress distributions under the applied loads on the fixture were examined, and the stress values in critical regions were evaluated. The results

indicated that the stress values generated under a load of 25 kN remained within the material's allowable limits and that the design had sufficient strength and rigidity. The stress distribution obtained from the analysis of the designed ring tensile test fixture is shown in Figure 2(b).

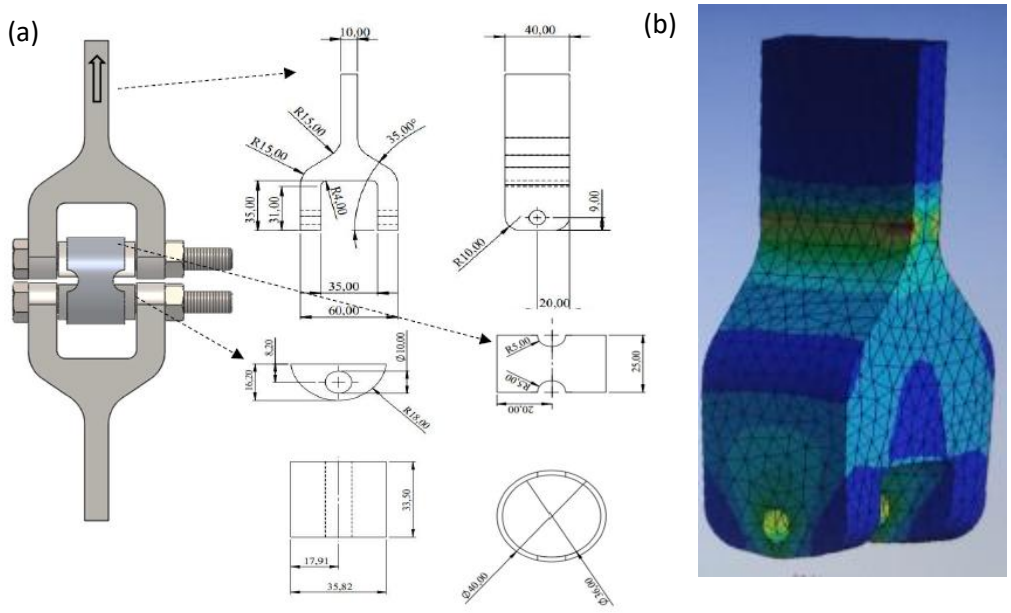


Figure 2. (a) Technical drawings and geometric details of the designed ring tensile test fixture, (b) stress distribution obtained from the analysis of the designed ring tensile test fixture.

After completing the design stage, the fixture's manufacturing process was initiated. In the fixture production, Ck45 heat-treated steel was preferred for its good machinability and sufficient mechanical strength. The crescent-shaped components that come into contact with the specimen were specially manufactured, and their contact surfaces were polished to ensure a smooth interface. In addition, appropriate clearance values were provided between the parts during fixture assembly. The general view of the manufactured ring tensile test fixture and the test specimen is shown in Figure 3.

Figure 3. General view of the manufactured ring tensile test fixture.

Conclusion

In this study, a test fixture compatible with universal testing machines was designed and manufactured for performing ring tensile tests on composite pipes. The geometric design of the fixture was modeled in a computer-aided design environment, and its mechanical behavior was evaluated using the finite element method. According to the analysis results, the fixture was found to operate safely under a load of 25 kN. During the design process, key criteria such as symmetric and uniform load transfer to the specimen, maintaining specimen stability during testing, and minimizing local stress concentrations were considered. The components of the designed fixture were manufactured by milling and assembled to form a functional ring tensile test apparatus. The developed test fixture provides a practical testing setup that enables reliable and repeatable determination of the circumferential tensile behavior of composite pipe specimens. The proposed design is also applicable to testing composite pipes with different diameters and geometries. The developed fixture provides an effective, practical solution for experimental characterization of filament-wound composite pipes.

References

[1] J. S. Jayan, S. Appukuttan, R. Wilson, K. Joseph, G. George, and K. Oksman, “An introduction to fiber reinforced composite materials,” in *Fiber reinforced composites*, Elsevier, 2021, pp. 1–24.

[2] B. Wang and H. Gao, “Fibre reinforced polymer composites,” in *Advances in machining of composite materials: conventional and non-conventional processes*, Springer, 2021, pp. 15–43.

[3] A. K. Chauhan, A. Singh, D. Kumar, and K. Mishra, “Properties of composite materials,” in *Composite materials*, CRC Press, 2021, pp. 61–78.

[4] M. Bhong *et al.*, “Review of composite materials and applications,” *Mater. Today Proc.*, 2023.

[5] C. Omoyi and D. D. Olodu, “A comparative analysis of advanced composite materials for lightweight and high-strength structural applications,” *Journal of Ceramics and Composites*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2025.

[6] H. Guo, X. Zhou, and Z. Liu, “Advanced lightweight structural materials for automobiles: properties, manipulation, and perspective,” *Sci. Adv. Mater.*, vol. 16, no. 5, pp. 563–580, 2024.

[7] R. Rafiee, R. Shahzadi, and S. Jafari, “Filament wound pipes optimization platform development: A methodological approach,” *Compos. Struct.*, vol. 297, p. 115972, 2022.

[8] S. Khan and A. Kumar, “Manufacturing Challenges in Advanced Cylindrical Composite Pressure Vessels for Hydrogen Storage: A Comprehensive Review,” *Energy Storage*, vol. 7, no. 7, p. e70263, 2025.

[9] M. Khajouei, S. Khamani, and K. Adavi, “Hybrid pipes for high performance and reliability,” in *Polymer Composite Systems in Pipeline Repair*, Elsevier, 2023, pp. 71–92.

[10] X. Yang, M. Ren, Q. Wang, L. Luo, and B. Wang, “Investigations on the mechanical behavior of composite pipes considering process-induced residual stress,” *Eng. Fract. Mech.*, vol. 284, p. 109122, 2023.

[11] A. Savari, G. Rashed, and H. Eskandari, “Failure pressure analysis of pipe repaired by composite sleeve subjected to thermal and mechanical loadings,” *SN Appl. Sci.*, vol. 4, no. 7, p. 200, 2022.

[12] M. Kara, M. Kirici, and S. C. Cagan, “Effects of the number of fatigue cycles on the hoop tensile strength of glass fiber/epoxy composite pipes,” *Journal of Failure Analysis and Prevention*, vol. 19, no. 4, pp. 1181–1186, 2019.

[13] H. Benyahia, M. Tarfaoui, A. El Moumen, and D. Ouinas, “Prediction of notched strength for cylindrical composites pipes under tensile loading conditions,” *Compos. B Eng.*, vol. 150, pp. 104–114, 2018.

[14] R. Rafiee and F. Abbasi, “Numerical and experimental analyses of the hoop tensile strength of filament-wound composite tubes,” *Mechanics of Composite Materials*, vol. 56, no. 4, pp. 423–436, 2020.

[15] L. Gemi, M. Azeem, Ş. Yazman, M. Kayrıcı, and O. Gök, “Investigation of mechanical properties and damage development of filament wound GFRP composite pipes by ring tensile test,” *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, vol. 6, no. 1, pp. 93–104, 2024.

[16] R. Rafiee, M. Maleki, and S. Rahnama, “Experimental study on the effect of hygrothermal environments combined with the sustained mechanical loads on the strength of composite rings,” *Compos. Struct.*, vol. 258, p. 113397, 2021.

HİBRİT ELYAF TAKVİYELİ FİLAMAN SARIMLI KOMPOZİT BORULARDA ELYAF HACİM ORANLARININ DENEYSEL ANALİZİ

Durmuş TEMİZ[1*], Gültekin BASMACI[2], Lokman GEMİ[3]

[1]Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Burdur, 15300, Türkiye, D.Temiz ORCID (0000-0002-7350-7502)

[2]Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Burdur, 15300, Türkiye, G. Basmacı (0000-0003-4818-3160)

[3]Necmettin Erbakan University, Konya, Turkey, L. Gemi (0000-0002-9895-6574)

Özet

Hibrit kompozit borular, farklı elyaf türlerinin birlikte kullanılması sayesinde yüksek dayanım, düşük yoğunluk ve geliştirilmiş yapısal performans özellikleri sunan ileri mühendislik malzemeleri arasında yer almaktadır. Bu tür kompozit yapıların mekanik performansının doğru şekilde değerlendirilebilmesi için elyaf hacim oranının (V_f) güvenilir yöntemlerle belirlenmesi önemli bir parametredir. Bu çalışmada filament sarım yöntemi ile üretilmiş hibrit kompozit borularda elyaf hacim oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneysel incelemelerde ±25° ve ±45° sarım açılarında üretilmiş hibrit kompozit boru numuneleri kullanılmıştır. Elyaf hacim oranlarının tespit edilmesi amacıyla ASTM D2584 standardına uygun olarak yakma testi yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde kompozit yapıyı oluşturan polimer matris yüksek sıcaklık altında uzaklaştırılmış ve geriye kalan elyaf miktarı ölçülerek elyaf hacim oranları hesaplanmıştır. Deney sürecinde her bir sarım açısı için birden fazla numune hazırlanmış ve numunelerin ağırlık ile hacim değerleri hassas ölçüm cihazları kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca numunelerin hacimleri Arşimet prensibi kullanılarak doğrulanmıştır. Elde edilen deneysel bulgular, sarım açısının hibrit kompozit boruların elyaf hacim oranı üzerinde belirli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, filament sarım yöntemi ile üretilen hibrit kompozit boruların yapısal özelliklerinin değerlendirilmesinde elyaf hacim oranının dikkate alınması gereken önemli bir parametre olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Filaman sarım yöntemi, hibrit kompozit borular, elyaf hacim oranı (V_f), yakma testi, sarım açısı etkisi

EXPERİMENTAL ANALYSİS OF FİBER VOLUME FRACTİONS İN HYBRİD FİBER-REİNFORCED FİLAMENT-WOUND COMPOSİTE PİPES

Durmuş TEMİZ[1*], Gültekin BASMACI[2], Lokman GEMİ[3]

[1]Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Burdur, 15300, Türkiye, D.Temiz ORCID (0000-0002-7350-7502)

[2]Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Burdur, 15300, Türkiye, G. Basmacı (0000-0003-4818-3160)

[3]Necmettin Erbakan University, Konya, Turkey, L. Gemi (0000-0002-9895-6574)

Abstract

Hybrid composite pipes are advanced engineering materials that offer high strength, low density, and improved structural performance by combining different fiber types. To accurately evaluate the mechanical performance of such composite structures, the reliable determination of the fiber volume fraction (V_f) is essential. In this study, the fiber volume fractions of hybrid composite pipes produced by the filament winding method were determined. In the experimental investigations, hybrid composite pipe specimens manufactured with ±25° and ±45° winding angles were used. To determine the fiber volume fractions, the burn-off test method was applied in accordance with ASTM D2584. In this method, the polymer matrix forming the composite structure was removed at high temperature, and the remaining fiber content was measured to calculate the fiber volume fractions. During the experiments, multiple specimens were prepared for each winding angle, and their weights were measured using a precision balance. The volumes of the specimens were calculated using cylindrical geometry based on the measured inner diameter, wall thickness, and specimen width. The experimental results indicate that the winding angle affects the fiber volume fraction in hybrid composite pipes. This study highlights that the determination of fiber volume fraction is an important parameter for evaluating the structural characteristics of hybrid composite pipes produced by the filament winding method.

Keywords: Filament winding method, hybrid composite pipes, fiber volume fraction (V_f), burn-off test, winding angle effect

Introduction

Composite materials are widely used in many engineering applications due to their superior properties, such as high specific strength, low density, and corrosion resistance [1,2]. Fiber-reinforced polymer composites are particularly preferred as structural materials across sectors such as aerospace, automotive, energy, and infrastructure [3,4]. Compared to conventional metallic materials, these materials offer a higher strength-to-weight ratio, providing significant advantages in engineering design. In addition, composite materials can exhibit reliable performance under harsh operating conditions due to their design flexibility and resistance to environmental effects [5,6].

Composite pipes produced by the filament winding method are widely used in various applications, particularly in pressure vessels, pipeline systems, chemical transportation systems, and energy infrastructures [7,8]. The filament winding method enables fibers to be placed in controlled orientations at specific angles, allowing the production of composite structures with desired mechanical properties [9–11]. In this manufacturing method, parameters such as winding angle, fiber orientation, fiber volume fraction, and matrix system play significant roles in determining the mechanical behavior of composite pipes. Among these parameters, the winding angle is considered one of the most important factors affecting the structural response of composite pipes under different loading conditions[12,13].

In recent years, hybrid composite structures that combine different fiber types have attracted considerable attention due to their improved mechanical performance and balanced structural properties. Hybrid composites can provide an optimized mechanical response by combining the advantageous characteristics of different fiber types within the same structure [14–16]. For instance, the high toughness and cost-effectiveness of glass fibers can be combined with the high stiffness and strength of carbon fibers in a single composite structure. This combination enables hybrid composite structures to offer advantages in terms of both mechanical performance and cost efficiency[17].

One of the key parameters affecting the mechanical performance of composite materials is the fiber volume fraction (Vf) [18,19]. The fiber volume fraction is considered a critical parameter that directly influences the strength, stiffness, and overall structural behavior of composite materials. Variations in fiber volume fraction can significantly affect the load-carrying capacity and deformation characteristics of composite structures [20]. Therefore, reliable experimental determination of the fiber volume fraction is essential for accurately evaluating the performance of composite materials [21,22].

One of the commonly used methods for determining fiber volume fraction is the burn-off test, as specified in ASTM D2584 [23,24]. In this method, the polymer matrix in the composite is removed at high temperature, and the remaining fiber content is measured to determine the fiber volume fraction. The burn-off test is widely used as an experimental technique to determine the fiber-to-matrix ratio in composite materials [25,26].

In this study, the fiber volume fractions of hybrid composite pipes produced by the filament winding method were experimentally determined. For this purpose, hybrid composite pipe specimens with winding angles of ±25° and ±45° were prepared, and the burn-off test was conducted in accordance with ASTM D2584. The experimental results were used to evaluate the fiber volume fractions of hybrid composite pipes with different winding angles and to relate them to the manufacturing parameters.

Materials and Methods

In this study, the burn-off test was performed in accordance with ASTM D2584 to determine the fiber volume fractions of hybrid composite pipes produced by filament winding. Hybrid composite pipe specimens with winding angles of ±25° and ±45° were used in the experiments. The specimens were prepared with a width of approximately 25 mm for each winding angle. Considering the anisotropic structure of hybrid composite pipes, three specimens were taken from different regions of the pipe for each winding angle. The prepared specimens were subjected to the burn-off test, in which the polymer matrix within the composite structure was removed at high temperature, and the remaining fiber content was measured to determine the fiber volume fraction. In the experimental study, three burn-off tests were performed at each winding angle, and the average results were used for evaluation. Based on the fiber content obtained after the burn-off process, the fiber-to-matrix ratios of the hybrid composite pipes were calculated. The process flow diagram illustrating the burn-off test procedure is presented in Figure 1.

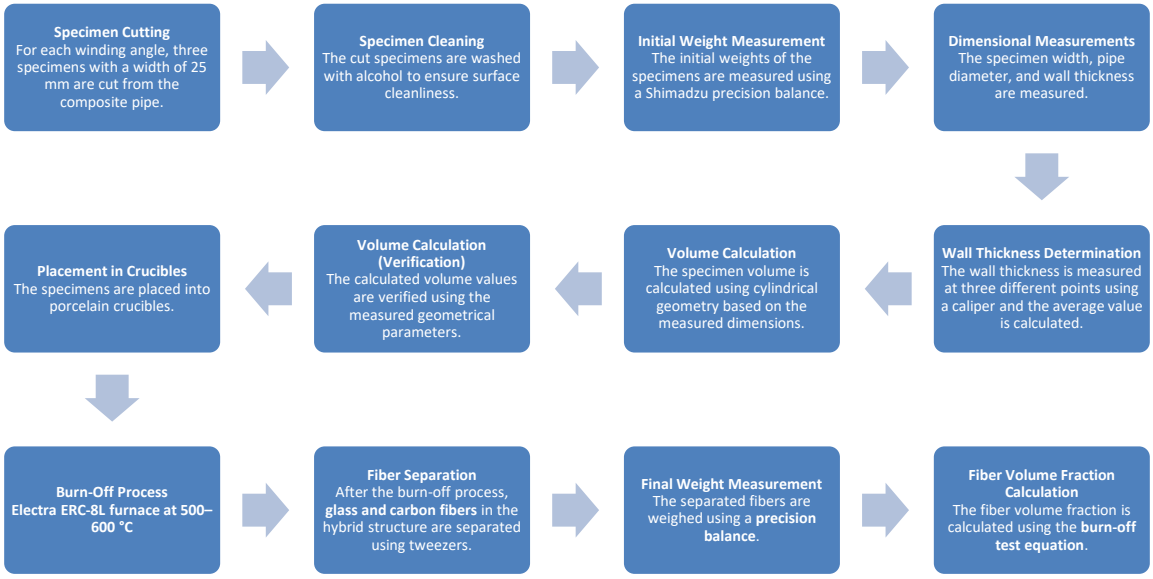


Figure 1. Flowchart illustrating the burn-off test procedure used for hybrid composite pipe specimens.

Preparation for Burn-Off Test

The burn-off test was used to determine the fiber-to-matrix ratios within the internal structure of hybrid composite pipes produced by the filament winding method. Test specimens were prepared by cutting sections from different regions of the pipes. The specimen cutting process was performed using the ceramic cutting machine shown in Figure 1a, ensuring smooth cross-sectional surfaces. After cutting, sandblasting was applied to remove potential matrix residues from the specimen surfaces. Subsequently, the specimens were cleaned with acetone to remove surface dirt and oil residues. After cleaning, the specimens' initial weights were measured using a precision balance before the burn-off test. Prepared specimen samples used for the burn-off test are presented in Figure 1b. To determine the specimen volumes, the inner diameter, wall thickness, and specimen width were measured with a caliper. The wall thickness was measured at three different points on each specimen, and the average value was used in the calculations.

(a)

(b)

Figure 1. (a) Ceramic specimen cutting machine (b) Specimens prepared for the burn-off test.

Volume Measurement

The weights of the specimens were measured using a Shimadzu precision balance with a sensitivity of 0.001 mg. The geometrical measurements of the specimens were carried out using a caliper. In the volume calculations, the inner diameter, wall thickness, and specimen width were taken into account. The wall thickness was measured at three different points on each specimen, and the average value was used in the calculations. Using the obtained measurement values, the specimen volumes were calculated theoretically using the cylindrical geometry relation. This calculation is given in Equation (1). The symbolic representation of the cylindrical composite pipe specimen used in the volume calculation is shown in Figure 2.

$$V = \pi(R_0^2 - R_i^2) \quad (1)$$

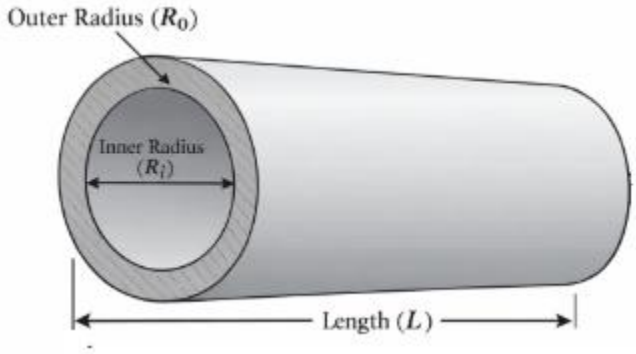


Figure 2. Schematic illustration of the cylindrical geometry used in the volume calculation of the composite pipe specimen.

Where Ro represents the outer radius, Ri the inner radius, and L the specimen width. The symbolic representation showing the geometric parameters of the pipe specimen used in the volume calculation is presented in Figure 2. The specimen weight measurements performed using the precision balance are shown in Figure 3.

Figure 3. Measurement of specimen weight using a Shimadzu precision balance.

The weights of the specimens were measured using a precision balance. The specimen dimensions were determined using a caliper, and the theoretical volumes were calculated using the cylindrical geometry relation with the measured inner diameter, wall thickness, and specimen width. The wall thickness was measured at different points of each specimen, and the average value was used in the calculations. The obtained measurement and calculation results are presented in Table 1.

Burn-Off Test

The prepared specimens were placed into porcelain crucibles capable of withstanding temperatures up to 1200 °C. The specimens were then subjected to the burn-off process in an Electra ERC-8L muffle furnace at approximately 500–600 °C until the matrix material was completely removed. During this process, the polymer matrix in the composite structure decomposed at high temperature, leaving only the fiber structure. After the burn-off process was completed, the specimens were removed from the furnace and allowed to cool. The glass and carbon fibers forming the hybrid composite structure were carefully separated, and the weights of the obtained fibers were measured using a precision balance. Based on the previously measured composite specimen weights, the fiber and matrix contents were calculated. The muffle furnace used in the burn-off process is shown in Figure 4.

Figure 4. (a) Electra brand muffle furnace.

After the burn-off process was completed, the specimens were removed from the furnace and allowed to cool to room temperature. The ash residues from the burned specimens were dried to remove moisture, then weighed in porcelain crucibles using a precision balance. The hybrid fiber residues obtained after the burn-off process are shown in Figure 5.

Hybrid 25° Hybrid 45°

Figure 5. Hybrid composite specimens after the burn-off process.

The fiber volume fraction was calculated from the fiber residues obtained after the burn-off process, in accordance with ASTM D2584. The equation used to determine the fiber volume fraction is given in Equation (2). In this equation, W_f represents the fiber weight, W_c the composite specimen weight, ρ_f the fiber density, and ρ_c the composite density.

$$V_f = \frac{W_f / \rho_f}{W_c / \rho_c} \quad (2)$$

In the experimental study, burn-off tests were conducted on three separate specimens for each winding angle, and the average results were used for evaluation. The volumes of the specimens were calculated using the cylindrical geometry relation based on the measurements of inner diameter, wall thickness, and specimen width. The fiber density values were obtained from the manufacturer's material properties. The calculated fiber volume fraction values and the experimental measurement results are presented in Table 1.

Table 1. Measured parameters of hybrid composite pipe specimens and results obtained after the burn-off test

Parameter	Hybrid 25-1	Hybrid 25-2	Hybrid 25-3	Hybrid 45-1	Hybrid 45-2	Hybrid 45-3
Width (mm)	25	25	25	25	25	25
Inner Diameter (mm)	36	36	36	36	36	36
Average Wall Thickness (mm)	1.8	1.9	1.933	2.1	2.0	2.0
Theoretical Volume (mm^3)	5444.8	5652.8	5757.016	6175.7	5861.4	5861.4
Initial Specimen Weight (mg)	8.530	8.585	8.543	9.744	9.646	9.563
Epoxy Weight (mg)	3.298	3.362	3.269	3.478	3.369	4.338
Ash (mg)	5.232	5.223	5.274	6.266	6.277	5.225
Specimen Density (g/mm^3)	1.50	1.52	1.49	1.58	1.49	1.54
Hybrid Density (g/mm^3)	2.17	2.17	1.78	2.17	2.17	2.56
Fiber Volume Fraction	0.42	0.43	0.52	0.41	0.47	0.45

The fiber volume fractions were approximately 46% for hybrid composite pipe specimens with ±25° winding angles and 44% for specimens with ±45° winding angles. The obtained values are close to each other, indicating that the fiber volume fractions of hybrid composite pipes with different winding angles fall within a similar range. The minor differences observed among the specimens may be attributed to variations in fiber placement, resin distribution, and manufacturing parameters that can occur during the filament winding process.

Conclusion

In this study, the fiber volume fractions of hybrid composite pipes produced by the filament winding method were determined using the burn-off test method in accordance with ASTM D2584. In the experimental investigations, hybrid composite pipe specimens with ±25° and ±45° winding angles were used, and burn-off tests were performed on three specimens for each winding angle. According to the experimental results, the average fiber volume fraction was approximately 46% for the ±25° specimens and approximately 44% for the ±45° specimens. The results indicate that the fiber volume fractions of hybrid composite pipes with different winding angles are relatively similar. The small variations observed among the specimens may be attributed to

factors such as fiber placement, resin distribution, and fiber tension applied during the filament winding process. In particular, the use of different fiber types in hybrid composite structures may lead to variations in fiber distribution and matrix content.

The obtained results demonstrate that the fiber volume fraction is an important parameter in the production characterization of hybrid composite pipes manufactured by the filament winding method. Such experimental studies are expected to contribute to the evaluation of production parameters and to a better understanding of the structural performance of composite pipes.

References

[1] Ali A, Andriyana A. Properties of multifunctional composite materials based on nanomaterials: a review. RSC Adv 2020;10:16390–403.

[2] Kong LB, Li ZW, Liu L, Huang R, Abshinova M, Yang ZH, et al. Recent progress in some composite materials and structures for specific electromagnetic applications. International Materials Reviews 2013;58:203–59.

[3] Samir S, Gewali JP, Singh T, Debbarma K, Mazumdar S, Lone F, et al. Introduction to polymer composites in aerospace. Curr Nat Sci Eng 2024;1:329–39.

[4] Chauhan V, Kärki T, Varis J. Review of natural fiber-reinforced engineering plastic composites, their applications in the transportation sector and processing techniques. Journal of Thermoplastic Composite Materials 2022;35:1169–209.

[5] Wu S, Li H, Futaba DN, Chen G, Chen C, Zhou K, et al. Structural design and fabrication of multifunctional nanocarbon materials for extreme environmental applications. Advanced Materials 2022;34:2201046.

[6] Ali A, Andriyana A. Properties of multifunctional composite materials based on nanomaterials: a review. RSC Adv 2020;10:16390–403.

[7] Trykoz L, Kamchatnaya S, Pustovoitova O, Atynian A. Reinforcement of composite pipelines for multipurpose transportation. Transport Problems 2018;13.

[8] Pop Metodieva B, Zhezhova S, Srebrenkoska V, Naseva S, Srebrenkoska S. Design of polymer composite pipes produced by filament winding technology. International Journal for Science, Technics and Innovations for the Industry MTM (Machines, Tecnologies, Materials) 2015:123–5.

[9] Sayam A, Rahman ANMM, Rahman MS, Smriti SA, Ahmed F, Rabbi MF, et al. A review on carbon fiber-reinforced hierarchical composites: mechanical performance, manufacturing process, structural applications and allied challenges. Carbon Letters 2022;32:1173–205.

[10] Früh N, Knippers J. Multi-stage filament winding: Integrative design and fabrication method for fibre-reinforced composite components of complex geometries. Compos Struct 2021;268:113969.

[11] Mindermann P, Müllner R, Dieringer E, Ocker C, Klink R, Merkel M, et al. Design of fiber-composite/metal–hybrid structures made by multi-stage coreless filament winding. Applied Sciences 2022;12:2296.

[12] Xia H, Shi C, Wang J, Bao X, Li H, Fu G. Effects of thickness and winding angle of reinforcement laminates on burst pressure capacity of thermoplastic composite pipes. Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering 2021;143:051802.

[13] Krishnan P, Majid MSA, Afendi M, Gibson AG, Marzuki HFA. Effects of winding angle on the behaviour of glass/epoxy pipes under multiaxial cyclic loading. Mater Des 2015;88:196–206.

[14] Swolfs Y, Verpoest I, Gorbatikh L. Recent advances in fibre-hybrid composites: materials selection, opportunities and applications. International Materials Reviews 2019;64:181–215.

[15] Chavhan GR, Wankhade LN. Improvement of the mechanical properties of hybrid composites prepared by fibers, fiber-metals, and nano-filler particles–A review. Mater Today Proc 2020;27:72–82.

[16] Li S, Cheng P, Ahzi S, Peng Y, Wang K, Chinesta F, et al. Advances in hybrid fibers reinforced polymer-based composites prepared by FDM: A review on mechanical properties and prospects. Composites Communications 2023;40:101592.

[17] Masud M, Mubashar A. Effect of hybridization on the mechanical performance and cost efficiency of carbon/flax bio-hybrid composites. Polym Compos 2024;45:9766–84.

[18] Gonabadi H, Chen Y, Bull S. Investigation of the effects of volume fraction, aspect ratio and type of fibres on the mechanical properties of short fibre reinforced 3D printed composite materials. Progress in Additive Manufacturing 2025;10:261–77.

[19] Abdulmajeed AA, Närhi TO, Vallittu PK, Lassila L V. The effect of high fiber fraction on some mechanical properties of unidirectional glass fiber-reinforced composite. Dental Materials 2011;27:313–21.

[20] Yoo D-Y, Kim S, Park G-J, Park J-J, Kim S-W. Effects of fiber shape, aspect ratio, and volume fraction on flexural behavior of ultra-high-performance fiber-reinforced cement composites. Compos Struct 2017;174:375–88.

[21] El Messiry M. Theoretical determination of the fiber volume fraction distribution for natural fiber fabric reinforced polymer composite. Journal of Industrial Textiles 2018;48:904–25.

[22] Chokshi S, Gohil P. Experimental investigation and mathematical modeling of longitudinally placed natural fiber reinforced polymeric composites including interphase volume fraction. Fibers and Polymers 2022;23:488–501.

[23] Morales CN, Claure G, Álvarez J, Nanni A. Evaluation of fiber content in GFRP bars using digital image processing. Compos B Eng 2020;200:108307.

[24] Mainenti E. Development and implementation of an alternative method for the determination of the fiber volume content of CFRP laminates n.d.

[25] Johnson NN. Shear Moduli Estimates of Thermoplastic Natural Fiber Composites via Off-Axis Tensile Tests 2022.

[26] An Q, Rider AN, Thostenson ET. Hierarchical composite structures prepared by electrophoretic deposition of carbon nanotubes onto glass fibers. ACS Appl Mater Interfaces 2013;5:2022–32.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF CUTTING SPEED AND FEED RATE ON MACHINE TOOL CURRENT DURING DRY TURNING OF TI6AL4V

Dr. Aslan AKDULUM[1]/ Asst. Prof. Dr. Yusuf SİYAMBAŞ[2]

[1] Hacettepe University, Başkent OSB Technical Sciences Vocational School, Department of Mechanical and Metal Technologies, aslanakdulum@hacettepe.edu.tr, 0000-0003-2030-3167

[2] Erzincan Binali Yıldırım University, Vocational School, Department of Mechanics and Metalworking, yusuf.siyambas@erzincan.edu.tr, 0000-0001-8360-5213

Abstract

This study experimentally and statistically investigates the effects of cutting speed and feed rate on machine tool current during dry turning of Ti6Al4V titanium alloy. The experiments were conducted on a CNC lathe, and the electrical current generated during the turning process was measured using a power analyzer connected to the main power input of the machine tool. Four cutting speeds of 30, 40, 50, and 60 m/min were employed to investigate the effect of cutting speed, while four feed rates of 0.06, 0.08, 0.12, and 0.16 mm/rev were considered to evaluate the effect of feed rate. The cutting length was set to 15 mm for each experiment, and the mean machine tool current during the cutting period was used for the analyses. The experimental data were evaluated using normality analysis, analysis of variance (ANOVA), regression analysis, and standardized effects analysis. The results showed that the machine tool current varied between 7.058 and 7.368 A, and that increasing the cutting speed and feed rate generally increased the machine tool current. According to the ANOVA results, the contributions of cutting speed and feed rate to the total variation were 72.90% and 23.88%, respectively. The developed regression model achieved an R^2 value of 96.79%. The findings indicate that cutting speed has a greater contribution to machine tool current within the investigated experimental conditions and that current measurements at the main power input can be used to monitor changes in the electrical load associated with machining conditions.

Keywords: Ti6Al4V, turning, machine tool current, cutting speed, feed rate, regression analysis

1. INTRODUCTION

Ti6Al4V is one of the most widely used α+β-type titanium alloys due to its high strength-to-weight ratio and superior corrosion resistance (Murakamı et al., 2011). However, the machinability of Ti6Al4V is more challenging compared with conventional engineering materials due to its low thermal conductivity, high chemical reactivity, high specific strength, and significant temperature increases occurring during deformation (Patil et al., 2023). This can result in high cutting loads and temperatures during machining, accelerated tool wear, and increased energy consumption. Reducing energy consumption in machining processes is important not only for lowering production costs but also for developing sustainable and energy-efficient manufacturing systems. The total energy consumption of a machining tool consists of the combined energy requirements of the spindle motor, feed motors, cooling system, and other auxiliary units (Zhao et al., 2017). Therefore, monitoring the electrical behavior of the machine during machining provides a directly measurable indicator for evaluating the process load and energy utilization (Adamolekun et al., 2025). In particular, the current measured at the machine's main electrical input can reveal how changes in cutting conditions are reflected in the machine's overall electrical load (Li & Feng, 2011). Cutting parameters are among the fundamental process variables that determine the mechanical and electrical loads generated during machining. Variations in cutting speed and feed rate can affect the chip cross-sectional area, material removal rate, cutting forces, deformation energy, and consequently the electrical power required by the machine tool (Akdulum, Sİyambaş, et al., 2026; Zhang et al., 2011). In general, increasing the feed rate can lead to an increase in the cutting load due to the increased material removal rate per unit time and chip cross-sectional area (El Rayes et al., 2023). The effect of cutting speed cannot be explained solely by changes in mechanical load; it requires the combined consideration of various factors, such as temperature in the cutting zone, material deformation behavior, tool–workpiece interaction, and the motor characteristics of the machine tool (Ibrahim et al., 2017). Therefore, particularly in the turning of Ti6Al4V, one of the difficult-to-machine materials, it is important to experimentally determine the relationship between cutting parameters and machine tool current. Monitoring machine tool current offers a process monitoring approach that can be more easily integrated into existing production systems compared with dynamometers used for cutting force measurements or sensors directly installed in the cutting zone. The electrical current signal is affected by variations in the loads encountered by the machine tool motors during the cutting process and can therefore be considered an indirect indicator of changes in process conditions. However, it should be taken into account that the measured machine tool current does not represent only the component resulting from the cutting process; factors such as the machine tool's idle power, auxiliary systems, and axis

movements also contribute to the total electrical load. From this perspective, experimentally investigating the relationship between machine tool current and cutting parameters is important for evaluating the applicability of electrical measurements in the characterization of machining processes. Although the machinability of Ti6Al4V has been investigated in the literature in terms of numerous performance indicators, such as cutting forces (Karolczak, 2023), tool wear (Airao et al., 2023), cutting temperature (Soori & Arezoo, 2024), Surface roughness (Aslantas et al., 2020), and energy consumption (Akdulum, Siyambaş, et al., 2026), the scope of studies in which the electrical current of the machine tool is directly considered as a process output and the effects of cutting speed and feed rate on this output are investigated using experimental and statistical methods together remains more limited. In particular, determining the electrical load behavior of a difficult-to-machine alloy such as Ti6Al4V under dry turning conditions is important for both process monitoring and the evaluation of energy efficiency.

The aim of this study is to experimentally investigate the effects of different cutting speeds and feed rates on machine tool current during the dry turning of Ti6Al4V alloy. Within this scope, machine tool current values obtained from turning experiments conducted at different cutting speeds and feed rates were evaluated. To examine the reliability of the experimental results, a normality analysis was performed, the statistical effects of cutting speed and feed rate on machine tool current were determined using ANOVA, and a regression model was developed using the experimental data. In addition, standardized effects were analyzed to reveal the relative effects of the process parameters. Thus, this study aims to experimentally and statistically elucidate the relationship between cutting parameters and the electrical load of the machine tool during the dry turning of Ti6Al4V and to investigate whether machine tool current can be used as an indicator for evaluating process conditions.

2. METHOD

In this study, the effects of cutting speed and feed rate on machine tool current during the dry turning of the titanium alloy Ti6Al4V were experimentally determined. The experimental study consisted of two different experimental groups. In the first experimental group, the effect of cutting speed was investigated while the feed rate was kept constant; in the second experimental group, the cutting speed was kept constant to determine the effect of feed rate. Thus, it was aimed to evaluate the effect of each cutting parameter on machine tool current as independently as possible. To investigate the effect of cutting speed on machine tool current, the feed rate and depth of cut were kept constant at 0.10 mm/rev and 0.5 mm, respectively. Under these conditions, the cutting speed was varied at four different levels: 30, 40, 50, and 60 m/min. In the second experimental group, in

which the effect of feed rate was investigated, the cutting speed and depth of cut were kept constant at 45 m/min and 0.5 mm, respectively, while the feed rate was varied at four different levels: 0.06, 0.08, 0.12, and 0.16 mm/rev. The cutting length was kept constant at 15 mm for each experiment.

The experiments were conducted on a Doosan CNC lathe equipped with a Fanuc control system. Electrical measurements were taken from the main power input of the machine tool to determine variations in its electrical load under the machining conditions. Thus, the measured electrical current values represent not only a signal associated with the spindle motor but also the behavior of the total machine tool current drawn from the main power input during the cutting process. This approach provides a directly applicable measurement method for monitoring the electrical load of the machine tool under actual production conditions. A Fluke power analyzer was used to determine the electrical current drawn by the machine tool during the turning process. During each experiment, the variation in machine tool current occurring upon the initiation of the cutting process was recorded, and the mean value of the current signal corresponding to the cutting duration was used in the analyses. Thus, it was aimed to reduce the effects of transient electrical variations that may occur at the beginning and end of cutting on the results and to obtain a single mean current value representing each experimental condition.

3. FINDINGS

The average machine tool current values obtained from the experiments conducted at different cutting parameters are presented in Table 1. According to the experimental results, the machine tool current values ranged between 7.058 and 7.368 A. In the experimental group in which the effect of cutting speed was investigated, the machine tool current was obtained as 7.058, 7.164, 7.273, and 7.368 A as Vc increased from 30 to 60 m/min, respectively. Accordingly, it was observed that the increase in cutting speed resulted in a consistent increasing trend in machine tool current. As Vc increased from 30 to 60 m/min, the machine tool current increased by approximately 0.310 A (4.39%). This result indicates that an increase in cutting speed increases the electrical load of the machine tool.

With an increase in cutting speed, the rate of the cutting process per unit time and, consequently, the load encountered by the motors during machining may vary (Dikshit et al., 2017; Nor et al., 2020). Considering the low thermal conductivity and high specific strength of Ti6Al4V, changes in cutting conditions can be expected to be reflected in the electrical load of the machine tool along with the mechanical and thermal loads in the cutting zone (Akdulum, Siyambaş, et al., 2026).

In the experiments investigating the effect of feed rate, the measured machine tool currents were determined as 7.190, 7.188, 7.287, and 7.342 A as the feed rate was varied to 0.06, 0.08, 0.12, and 0.16 mm/rev, respectively. It was observed that the current values between the first two feed rate levels were quite close to each other, whereas a distinct increasing trend emerged after 0.08 mm/rev. When the lowest and highest feed rates are compared, the total increase in machine tool current was calculated to be approximately 0.152 A (2.11%). These results indicate that an increase in both process parameters generally leads to an increasing trend in machine tool current. However, the magnitude of the variation in the experimental results appears to be more pronounced for cutting speed than for feed rate.

Table 2. Experimental results obtained based on cutting parameters

Run	Ap, mm	Vc, m/min	f, mm/rev	Machine tool current, A
1	0.5	30	0.1	7.058
2	0.5	40	0.1	7.164
3	0.5	50	0.1	7.273
4	0.5	60	0.1	7.368
5	0.5	45	0.06	7.190
6	0.5	45	0.08	7.188
7	0.5	45	0.12	7.287
8	0.5	45	0.16	7.342

The normal probability plot obtained to assess the conformity of the experimental machine tool current values to a normal distribution is presented in Figure 1. The plot shows that the experimental points generally exhibit a regular distribution around the reference line representing the normal distribution. In the Anderson–Darling normality test, the test statistic was obtained as AD = 0.226, with p = 0.729. Since $p > 0.05$, there is insufficient statistical evidence at the 95% confidence level to reject the hypothesis that the experimental machine tool current data are drawn from a normal distribution. Therefore, the experimental data were considered suitable for evaluation using parametric statistical methods such as ANOVA and regression analysis. The mean and standard deviation of the experimental data were determined as 7.234 A and 0.1027 A, respectively.

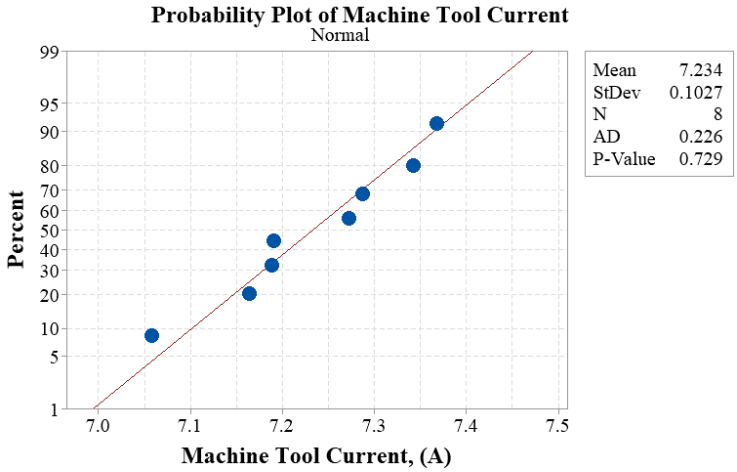


Figure 1. Probability plot of machine tool current.

The main effects plot presented in Figure 2 was generated to more clearly reveal the effects of cutting speed and feed rate on machine tool current. As shown in Figure 2, the mean machine tool current continuously increased as the cutting speed was increased from 30 to 60 m/min. The mean current value was approximately 7.058 A at a cutting speed of 30 m/min and reached approximately 7.368 A at 60 m/min. In the main effects plot for feed rate, the machine tool current remained at approximately 7.19 A at feed rate levels of 0.06 and 0.08 mm/rev, while the current increased to 7.287 A when the feed rate was increased to 0.12 mm/rev and to 7.342 A at 0.16 mm/rev. This indicates that the variation in machine tool current between the lower feed rate levels was limited, whereas the electrical load increased noticeably at higher feed rates. Overall, the trends shown in Figure 2 indicate that increasing the cutting speed and feed rate has an increasing effect on machine tool current.

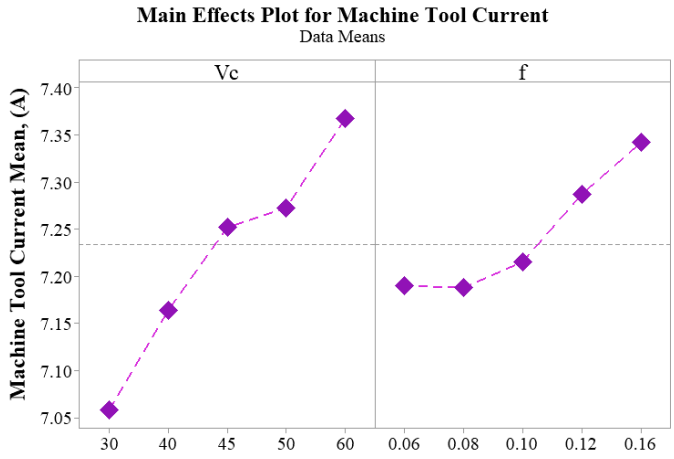


Figure 2. Main effects plot for machine tool current.

The ANOVA results obtained to determine the statistical effects of cutting speed and feed rate on machine tool current are presented in Table 2. According to the analysis results, the regression model explains 96.79% of the

total variation, and the model is statistically significant with F = 75.31 ($p < 0.001$). When the factors are evaluated separately, the effect of cutting speed on machine tool current was found to be statistically significant (F = 113.45, $p < 0.001$). The contribution of cutting speed to the total variation was calculated as 72.90%. Feed rate was also determined to be a statistically significant factor (F = 37.17, p = 0.002), with a contribution of 23.88% to the total variation. When the ANOVA results are evaluated together, both process parameters are observed to have statistically significant effects on machine tool current at the 95% confidence level. However, cutting speed was determined to have a higher effect, with a contribution of 72.90%, compared with feed rate (23.88%). Therefore, within the experimental range, cutting speed can be considered to have a greater contribution to explaining the variation in machine tool current.

Table 3. Analysis of variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	0.071527	96.79%	0.071527	0.035764	75.31	0.000
Vc	1	0.053877	72.90%	0.053877	0.053877	113.45	0.000
f	1	0.017650	23.88%	0.017650	0.017650	37.17	0.002
Error	5	0.002374	3.21%	0.002374	0.000475		
Total	7	0.073902	100.00%				

The standardized effects Pareto chart presented in Figure 3 was used to compare the relative effects of cutting speed and feed rate on machine tool current. In Figure 3, the reference value corresponding to the 95% confidence level is shown as 2.57. The standardized effect values for cutting speed and feed rate were obtained as 10.65 and 6.10, respectively. The fact that both values exceed the threshold value of 2.57 indicates that both process parameters have statistically significant effects on machine tool current. The higher standardized effect value of cutting speed compared with feed rate indicates that cutting speed has a greater effect on the variation in machine tool current within the experimental range. Similar results have been reported in the literature for different workpiece materials (Şahinoğlu & Güllü, 2020). This result is consistent with the contribution ratios of 72.90% and 23.88% obtained from the ANOVA, respectively. Thus, the experimental observations, ANOVA results, and standardized effects analysis provide mutually supportive findings.

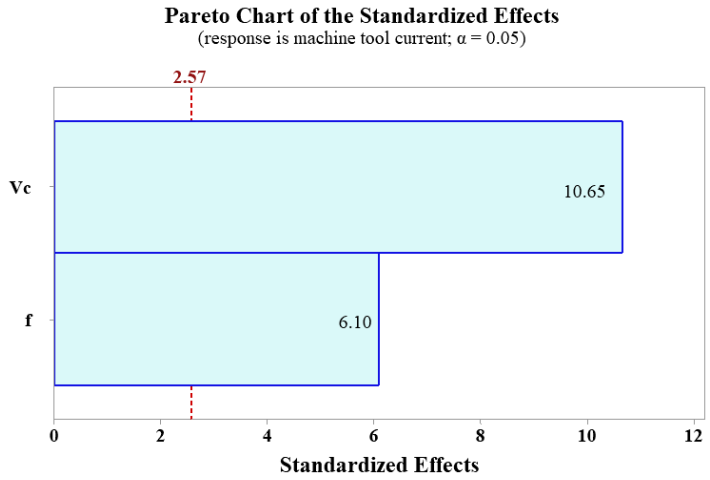


Figure 3. Pareto chart of the standardized effects.

Regression analysis was performed to mathematically express the relationship between cutting speed, feed rate, and machine tool current. The obtained model summary is presented in Table 3. The R^2 value of the model was calculated as 96.79%, while the adjusted R^2 value was calculated as 95.50%. Accordingly, the model can explain approximately 96.79% of the variation in the experimental machine tool current. In addition, the predicted R^2 value of 89.34% indicates that the predictive performance of the model for new observations is also at an acceptable level.

Table 4. Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)	AICc	BIC
0.0217922	96.79%	95.50%	0.0078809	89.34%	-20.94	-33.96

The regression equation obtained using cutting speed and feed rate is given in Equation (1). The positive regression coefficients indicate that an increase in both cutting speed and feed rate results in an increase in machine tool current.

$$\text{Machine tool current} = 6.5899 + 0.01038 \times Vc + 1.722 \times f \quad (1)$$

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

In this study, the effects of cutting speed and feed rate on machine tool current during the dry turning of Ti6Al4V alloy were investigated experimentally and statistically. The depth of cut and cutting length were kept constant, and the average machine tool current values obtained from experiments conducted at different cutting speeds and feed rates were evaluated. The main results obtained are presented below.

1. With the feed rate and depth of cut kept constant at 0.10 mm/rev and 0.5 mm, respectively, increasing the cutting speed from 30 to 60 m/min increased the machine tool current from 7.058 to 7.368 A. This result

indicates that, within the investigated experimental range, an increase in cutting speed tends to increase the electrical load of the machine tool.

2. With the cutting speed and depth of cut kept constant at 45 m/min and 0.5 mm, respectively, increasing the feed rate from 0.06 to 0.16 mm/rev increased the machine tool current from 7.190 to 7.342 A. In particular, the increase in current was more pronounced at feed rate levels above 0.08 mm/rev.
3. According to the ANOVA results, cutting speed and feed rate are statistically significant factors affecting machine tool current at the 95% confidence level. The contributions of cutting speed and feed rate to the total variation were determined as 72.90% and 23.88%, respectively. These results indicate that, within the current experimental range, cutting speed has a greater contribution to explaining the variation in machine tool current.
4. In the analysis of standardized effects, the effects of cutting speed and feed rate were determined as 10.65 and 6.10, respectively, and both effects were found to be above the reference value established at the 95% confidence level. Thus, the statistical significance of both cutting parameters on machine tool current was supported.
5. The relationship between machine tool current and the developed main effects regression model was mathematically expressed. The R^2 value of the model was obtained as 96.79%, while the adjusted R^2 and predicted R^2 values were determined as 95.50% and 89.34%, respectively. These results indicate that, within the current experimental range, cutting speed and feed rate can explain a large proportion of the variation in machine tool current.
6. When the obtained results are evaluated as a whole, it was observed that variations in the cutting parameters during the dry turning of Ti6Al4V were reflected in the machine tool current measured from the main power input. Therefore, current measurements performed at the main power input were considered to be a practical process indicator that can be used to monitor variations in cutting conditions and the electrical load behavior of the machine tool.

In conclusion, within the experimental conditions and parameter ranges used in this study, both cutting speed and feed rate showed significant effects on machine tool current; however, the contribution of cutting speed to the total variation was found to be higher. Nevertheless, it should be taken into consideration that the measured current includes not only the load resulting from the cutting process but also the electrical loads of the spindle, feed axes, and other machine tool components connected to the main power input. Therefore, the obtained

results should be evaluated within the scope of the CNC machine tool, Ti6Al4V material, dry cutting conditions, and cutting parameter ranges investigated in this study. In future studies, the relationship between machine tool current and machining load can be investigated more comprehensively by examining different depths of cut, wider cutting parameter ranges, and different tool/machine tool conditions.

REFERENCES

Adamolekun, T. M., Ogedengbe, T. I., Akindele, D. O., Ogunsemi, B. T., & Aliyu, S. J. (2025). Influence of Voltage Instability on the Functional Output of a Lathe Machine. *NIPES JSTR SPECIAL ISSUE-PREPRINT PLATFORM*, *7*(1), 2342–2346-2342–2346.

Airao, J., Kishore, H., & Nirala, C. K. (2023). Measurement and analysis of tool wear and surface characteristics in micro turning of SLM Ti6Al4V and wrought Ti6Al4V. *Measurement*, *206*, 112281.

Akdulum, A., Siyambaş, Y., Çakıroğlu, R., & Uzun, G. (2026). Development and analysis of machine learning-based hybrid optimization framework for cutting temperature-based energy consumption estimation in turning of titanium alloys. *Measurement*, 121390.

Akdulum, A., Siyambaş, Y., Çakiroğlu, R., & Uzun, G. (2026). Prediction of cutting forces in turning Ti6Al4V in different cooling environments using a multiple signal data fusion approach. *Sādhanā*, *51*(2), 59.

Aslantas, K., Danish, M., Hasçelik, A., Mia, M., Gupta, M., Ginta, T., & Ijaz, H. (2020). Investigations on surface roughness and tool wear characteristics in micro-turning of Ti-6Al-4V alloy. *Materials*, *13*(13), 2998.

Dikshit, M. K., Puri, A. B., & Maity, A. (2017). Analysis of rotational speed variations on cutting force coefficients in high-speed ball end milling. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, *39*(9), 3529-3539.

El Rayes, M. M., Abbas, A. T., Al-Abduljabbar, A. A., Ragab, A. E., Benyahia, F., & Elkaseer, A. (2023). Investigation and statistical analysis for optimizing surface roughness, cutting forces, temperature, and productivity in turning grey cast iron. *Metals*, *13*(6), 1098.

Ibrahim, M. R., Sreedharan, T., Fadhlul Hadi, N. A., Mustapa, M. S., Ismail, A. E., Hassan, M. F., & Tajul Arifin, A. M. (2017). The effect of cutting speed and feed rate on surface roughness and tool wear when machining machining D2 steel. Materials Science Forum,

Karolczak, P. (2023). Analysis of Cutting Forces with Application of the Discrete Wavelet Transform in Titanium Ti6Al4V Turning. *Manufacturing Technology*, *23*(4), 449-460.

Li, X., & Feng, D. F. (2011). Research on Modeling Mapping Relationship between Cutting Load and Spindle Motor Current. *Advanced Materials Research*, *305*, 353-356.

Murakamı, S., Ozakı, K., Ono, K., & Itsumı, Y. (2011). Effect of alloying elements on machinability and hot workability of α-β titanium alloy containing Fe and C. *Kobelco Technology Review*, *30*, 13-18.

Nor, N. A. M., Baharudin, B., Ghani, J., Leman, Z., & Ariffin, M. (2020). Effect of chip load and spindle speed on cutting force of Hastelloy X. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, *14*(1), 6497-6503.

Patil, A. S., Sunnapwar, V., S. Bhole, K., Ray, M., & More, Y. (2023). Effective cooling methods for Ti6Al4V CNC milling: a review. *Advances in Materials and Processing Technologies*, *9*(2), 457-506.

Soori, M., & Arezoo, B. (2024). The effects of coolant on the cutting temperature, surface roughness and tool wear in turning operations of Ti6Al4V alloy. *Mechanics Based Design of Structures and Machines*, *52*(6), 3277-3299.

Şahinoğlu, A., & Güllü, A. (2020). CuZn39Pb3 malzemenin torna tezgâhında işlenmesinde oluşan akım, ses şiddeti, titreşim ve yüzey pürüzlülük değeri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Politeknik Dergisi*, *23*(3), 615-624.

Zhang, X., Wu, S., Wang, H., & Liu, C. R. (2011). Predicting the effects of cutting parameters and tool geometry on hard turning process using finite element method.

Zhao, G., Liu, Z., He, Y., Cao, H., & Guo, Y. (2017). Energy consumption in machining: Classification, prediction, and reduction strategy. *Energy*, *133*, 142-157.

BİYODİZEL ÜRETİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER VE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Dr. Öğr. Üyesi Arif Hakan YALÇIN[1]

[1]Afyon Kocatepe Üniversitesi, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü,

ahyalcin@aku.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-7661-5296

Özet

Fosil kökenli yakıtların sınırlı rezervleri ve ulaştırma sektörünün çevresel etkileri, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen alternatif yakıtlara yönelik çalışmaları artırmıştır. Bu alternatifler arasında bitkisel yağlar, hayvansal yağlar ve atık yağlardan elde edilebilen biyodizel önemli bir yere sahiptir. Ancak bu hammaddelerin yüksek viskozitesi, düşük uçuculuğu ve yanma özellikleri, dizel motorlarında doğrudan kullanımlarını sınırlandırabilmektedir. Bu nedenle yağların yakıt özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik farklı üretim ve dönüşüm yöntemleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada, biyodizel ve bitkisel yağ esaslı alternatif yakıtların elde edilmesinde kullanılan doğrudan kullanım ve harmanlama, mikroemülsifikasyon, piroliz (termal kraking) ve transesterifikasyon yöntemleri literatür bilgileri doğrultusunda incelenerek avantaj ve sınırlılıkları açısından karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Doğrudan kullanım ve harmanlama, düşük proses gereksinimi ve uygulama kolaylığı açısından avantaj sağlamakla birlikte, yüksek viskozite, zayıf atomizasyon, karbon birikimi ve uzun süreli motor dayanımıyla ilişkili sorunlara neden olabilmektedir. Mikroemülsifikasyon, alkol ve uygun yüzey aktif maddelerin kullanılmasıyla yağın viskozitesinin düşürülmesini sağlarken faz kararlılığı, yakıt özellikleri ve motor birikintileri açısından sınırlılıklara sahiptir. Piroliz yönteminde yağlar yüksek sıcaklıklarda termal olarak parçalanarak daha düşük molekül ağırlıklı yakıt bileşenlerine dönüştürülmekte ancak yüksek enerji gereksinimi, ürün bileşiminin karmaşıklığı ve ilave iyileştirme işlemleri yöntemin başlıca dezavantajlarını oluşturmaktadır. Transesterifikasyonda ise trigliseritler kısa zincirli alkollerle reaksiyona sokularak yağ asidi alkil esterlerine dönüştürülmekte ve yağın viskozitesi önemli ölçüde azaltılmaktadır. Nispeten ılımlı reaksiyon koşulları, yüksek dönüşüm oranlarının elde edilebilmesi ve ürün özelliklerinin dizel yakıtına yaklaşması nedeniyle transesterifikasyon biyodizel üretiminde en yaygın kullanılan yöntemdir. Bununla birlikte katalizör türü, alkol/yağ oranı, serbest yağ asidi ve su içeriği, reaksiyon sıcaklığı ve ürün saflaştırma işlemleri proses performansını doğrudan etkilemektedir. Son yıllarda heterojen ve enzimatik katalizörlerin yanı sıra mikrodalga ve ultrason destekli prosesler ile süperkritik alkol uygulamaları, geleneksel transesterifikasyonun enerji tüketimi, reaksiyon süresi ve ayırma-saflaştırma gibi sınırlılıklarının azaltılmasına yönelik alternatif yaklaşımlar olarak araştırılmaktadır. Sonuç olarak, incelenen yöntemlerin her biri farklı teknik ve ekonomik avantajlara sahip olmakla birlikte, hammadde özellikleri, ürün kalitesi, enerji gereksinimi, proses karmaşıklığı ve uygulanabilirlik birlikte değerlendirildiğinde transesterifikasyon biyodizel üretiminde en yaygın yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Sürdürülebilir biyodizel üretimi açısından ise atık yağların değerlendirilmesi, yeniden kullanılabilir katalizörlerin geliştirilmesi ve düşük enerji gereksinimine sahip proseslerin uygulanması önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Biyodizel, transesterifikasyon, mikroemülsifikasyon, piroliz, alternatif yakıt.

METHODS AND CURRENT APPROACHES USED IN BIODIESEL PRODUCTION

Assist. Prof. Dr. Arif Hakan YALÇIN[1]

[1]Afyon Kocatepe University, Department of Transportation Services,

ahyalcin@aku.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-7661-5296

Abstract

The limited reserves of fossil fuels and the environmental impact of the transportation sector have increased research into alternative fuels derived from renewable sources. Among these alternatives, biodiesel, which can be obtained from vegetable oils, animal fats, and waste oils, holds a significant place. However, the high viscosity, low volatility, and combustion characteristics of these raw materials can limit their direct use in diesel engines. Therefore, different production and conversion methods have been developed to improve the fuel properties of oils. In this study, direct use and blending, microemulsification, pyrolysis (thermal cracking), and transesterification methods used in the production of biodiesel and vegetable oil-based alternative fuels were examined in light of the literature and evaluated comparatively in terms of their advantages and limitations. While direct use and blending offer advantages in terms of low process requirements and ease of application, they can cause problems related to high viscosity, poor atomization, carbon accumulation, and long-term engine durability. Microemulsification, while reducing oil viscosity through the use of alcohol and suitable surfactants, has limitations in terms of phase stability, fuel properties, and engine deposits. In pyrolysis, oils are thermally decomposed at high temperatures to convert them into lower molecular weight fuel components however, high energy requirements, complexity of product composition, and additional processing steps are the main disadvantages of this method. In transesterification, triglycerides are reacted with short-chain alcohols to convert them into fatty acid alkyl esters, significantly reducing the viscosity of the oil. Due to its relatively mild reaction conditions, high conversion rates, and product properties approaching those of diesel fuel, transesterification is the most widely used method in biodiesel production. However, catalyst type, alcohol/oil ratio, free fatty acid and water content, reaction temperature, and product purification processes directly affect process performance. In recent years, heterogeneous and enzymatic catalysts, as well as microwave and ultrasound-assisted processes and supercritical alcohol applications, have been investigated as alternative approaches to reduce the limitations of conventional transesterification, such as energy consumption, reaction time, and separation-purification. As a result, although each of the methods examined has different technical and economic advantages, transesterification stands out as the most common approach in biodiesel production when raw material properties, product quality, energy requirements, process complexity, and applicability are considered together. From the perspective of sustainable biodiesel production, the utilization of waste oils, the development of reusable catalysts, and the application of processes with low energy requirements are of great importance.

Keywords: Biodiesel, transesterification, microemulsification, pyrolysis, alternative fuels.

DEEPFAKE VİDEO TESPİTİNDE UZAMSAL VE ÇOK DALLI BİLSTM MODELLERİNİN VERİ KÜMELERİ ARASI GENELLENEBİLİRLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi, Zülfü ALANOĞLU [1]

[1]Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, zalanoglu@mku.edu.tr, 0000-0001-9710-5658

Özet

Deepfake tespitinde aynı veri kaynağında elde edilen yüksek başarı, farklı kaynaklardan gelen içeriklerde korunmayabilir. Bu çalışmada, EfficientNet-B0 tabanlı uzamsal bir dalı BiLSTM ile birleştiren model ile uzamsal, frekans, gürültü ve geometrik öznitelikleri öğrenilebilir ağırlıklarla birleştiren çok dallı model karşılaştırılmıştır. FaceForensics++ tabanlı koleksiyonda kaynak video kimlikleri bölmeler arasında ayrılarak 4.305 eğitim, 840 doğrulama ve 840 iç test örneği oluşturulmuş; böylece aynı kaynak videonun ve türevlerinin farklı bölmelere dağılmasından doğabilecek veri sızıntısı riski azaltılmıştır. Dış değerlendirme, Celeb-DF standart test listesindeki önceden işlenmiş 515 video üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kare tabanlı dallarda ilk sekiz hazır kare, geometri dalında ise önceden hesaplanmış video düzeyindeki özet kullanılmıştır. Uzamsal model iç ve dış testlerde sırasıyla 0,9679 ve 0,7058 ROC-AUC elde ederken, çok dallı model 0,9709 ve 0,7046 değerlerine ulaşmıştır. Veri kaynağı değiştiğinde mutlak AUC düşüşleri sırasıyla 0,2621 ve 0,2663 olmuştur. Çok dallı model iç testte küçük bir artış sağlasa da dış testte belirgin bir üstünlük göstermemiştir. Bulgular, yüksek veri kümesi içi başarının veri kümeleri arasında genellenebilirliği garanti etmediğini ve model performansının veri kaynağı ile değerlendirme protokolü birlikte dikkate alınarak yorumlanması gerektiğini göstermektedir. Bununla birlikte, tek eğitim tohumu, ilk sekiz karenin kullanılması, dolgu maskesinin bulunmaması ve geometri özetinin farklı zamansal kapsamı sonuçların temel sınırlılıklarıdır.

Anahtar kelimeler: Deepfake Tespiti, Derin Öğrenme, Video Sınıflandırma, Genellenebilirlik, Dijital Adli Bilişim

CROSS-DATASET GENERALIZABILITY OF SPATIAL AND MULTI-BRANCH BILSTM MODELS FOR DEEPFAKE VIDEO DETECTION

Abstract

High performance achieved in deepfake detection on a single data source may not be maintained when content from different sources is evaluated. This study compares a model combining an EfficientNet-B0-based spatial branch with a BiLSTM against a multi-branch model integrating spatial, frequency, noise, and geometric features through learnable weights. In the FaceForensics++-based collection, source video identities were separated across splits to create 4,305 training, 840 validation, and 840 internal test samples, reducing the risk of leakage caused by distributing the same source video and its derivatives across different splits. External evaluation was conducted on 515 preprocessed videos from the standard Celeb-DF test list. The first eight precomputed frames were used for the frame-based branches, whereas a precomputed video-level summary was used for the geometry branch. The spatial model achieved ROC-AUC scores of 0.9679 and 0.7058 on the internal and external test sets, respectively, while the multi-branch model achieved 0.9709 and 0.7046. When the data source changed, the corresponding absolute AUC decreases were 0.2621 and 0.2663. Although the multi-branch model provided a small improvement on the internal test set, it showed no clear advantage on the external test set. These findings indicate that high within-dataset performance does not guarantee cross-dataset generalizability and that model performance should be interpreted together with the data source and evaluation protocol. Main limitations include the use of a single training seed, only the first eight frames, no padding mask, and a geometry summary with different temporal coverage.

Keywords: Deepfake Detection, Deep Learning, Video Classification, Generalizability, Digital Forensics

1. INTRODUCTION

Artificial intelligence-based image generation and facial manipulation techniques can transfer a person's facial appearance or movements to another video (Korshunov & Marcel, 2022). Although deepfake content generated using these methods can serve legitimate purposes in fields such as entertainment, filmmaking, and education, its use for producing misleading news, impersonating individuals, and creating non-consensual content can undermine trust in visual evidence. (Cai et al., 2025). Therefore, automatically determining whether a video is authentic or manipulated constitutes an important research problem in digital media verification and multimedia forensics.

Deepfake detection systems typically learn spatial distortions in facial regions, irregularities in the frequency domain, temporal inconsistencies between frames, or low-level visual artifacts (Kim et al., 2025a; Kumar et al., 2026; Wang et al., 2024). While convolutional neural networks can extract discriminative patterns from individual frames, recurrent models can integrate temporal changes across a video sequence (Rashidi et al., 2026; Yadav & Mangalampalli, 2025). However, advances in generation methods and image-processing tools have reduced the prevalence of clearly visible artifacts. Operations such as resizing, compression, face cropping, color conversion, and frame sampling can also alter the cues used by detection models (Saga et al., 2025; Yadav & Mangalampalli, 2025). Therefore, high classification performance alone does not indicate whether the model has learned genuine manipulation artifacts or patterns specific to a particular data collection and processing pipeline.

This distinction highlights the importance of differentiating between within-dataset and cross-dataset evaluation. When the training, validation, and test samples originate from the same source, they may share similar recording conditions, compression formats, subject distributions, and manipulation pipelines. Even if a model performs well under these conditions, it may fail to maintain the same decision boundary when evaluated on a different data source (Sajjadi et al., 2026). Moreover, distributing authentic and manipulated content derived from the same source video across different splits may allow the model to exploit content similarities, resulting in overly optimistic test performance. For this reason, the separation of source video identities across the dataset splits was prioritized in this study.

FaceForensics++ provides authentic videos and versions manipulated using different methods for evaluating facial manipulation detection systems (Rossler et al., 2019). Celeb-DF is a separate evaluation dataset containing high-quality deepfake videos (Y. Li et al., 2020). Evaluating a model trained on a FaceForensics++-based collection using Celeb-DF makes it possible to examine how well its performance is maintained when the

data source changes. However, the difference in results between the two datasets cannot be attributed solely to the generation algorithm, as subject identities, scene characteristics, video quality, encoding, and local preprocessing procedures may also vary simultaneously. Therefore, the cross-dataset results in this study are regarded as an experimental assessment of a potential breakdown in generalizability rather than a comprehensive measure of real-world performance.

Two video classification configurations were investigated in this study. The first combines frame-level spatial features extracted using EfficientNet-B0 within a BiLSTM backbone. The second augments the same spatial input with wavelet-based frequency features, an image summary derived from low-order bit planes, and a geometric video summary based on facial landmarks. The spatial-only model and the model combining multiple signals through learnable weights were thus compared using the same dataset splits. This comparison was not designed as a comprehensive ablation study establishing the independent contribution of each additional branch under all conditions.

The primary research question of this study was formulated as follows: “To what extent is the performance of spatial and multi-branch BiLSTM models on the same data source maintained when they are evaluated on a different dataset?” To answer this question, training, validation, and test splits were created based on the official source identities; model selection was performed solely according to validation loss; and predictions on the internal and external test sets were recorded together with their corresponding video identities. The contributions of this study include using precomputed features within a reproducible splitting scheme that reduces the risk of data leakage, comparing the two models under the same experimental protocol, and reporting the cross-dataset change in ROC-AUC together with the study’s limitations. Rather than claiming the superiority of a new architecture, the study aims to demonstrate through empirical results that high within-dataset performance may not be representative of performance on external data.

2. RELATED WORK

The deepfake detection literature has largely focused on dataset development, artifact extraction from individual frames, modeling temporal inconsistencies in videos, and integrating information from different signal domains (Edwards et al., 2024). FaceForensics++ (Rossler et al., 2019) provides multiple manipulation types, including DeepFakes, Face2Face (Thies et al., 2016), FaceSwap ve NeuralTextures (Thies et al., 2019) , within a common evaluation framework and enables researchers to examine the effects of different compression levels on detection performance. Celeb-DF (Y. Li et al., 2020) provides a more challenging external evaluation dataset containing higher-quality face-swapping videos with fewer visual artifacts introduced during the synthesis

process. The differences in content, generation methods, and visual quality between these two datasets are important for assessing whether a model has learned patterns specific to the training distribution.

Frame-based approaches commonly use convolutional neural networks to learn color, texture, edge, and blending artifacts within facial regions. The EfficientNet family, developed by Tan and Le, provides an architecture that scales network depth, width, and input resolution in a balanced manner (Kim et al., 2025b). In this study, EfficientNet-B0 was used to extract spatial features from each frame. Some studies have focused on cues that may be shared across generation processes rather than on low-level artifacts specific to individual manipulation methods. The Face X-Ray approach aims to obtain a representation that can generalize to unseen manipulations by modeling the boundary at which a manipulated face is blended with the background (L. Li et al., 2020). Wang et al. demonstrated that, under appropriate data augmentation and preprocessing conditions, a standard classifier trained on images from a single generator could generalize to images produced by different CNN-based generators. However, they also noted that such shared artifacts may not persist as new generation techniques continue to evolve (Wang et al., 2020).

Video-level methods exploit motion and consistency issues that may not be visible within individual frames but emerge across consecutive frames. Sabir et al. investigated the use of temporal information in facial manipulation detection by combining convolutional feature extractors with recurrent neural networks (Sabir et al., 2019). LipForensics processes mouth-motion representations pretrained through lip-reading within a temporal network to reduce direct dependence on low-level synthesis artifacts, aiming to improve generalizability to unseen manipulations and degraded videos (Haliassos et al., 2021). These studies demonstrate the potential value of inter-frame patterns while also indicating that factors such as sampling strategy, sequence length, and compression can affect the cues learned by temporal models.

In addition to spatial information, frequency and noise domains are used to capture artifacts introduced during synthesis or re-encoding that may not be readily visible in RGB images. F3-Net combines decomposed frequency components with local frequency statistics in a two-stream architecture and investigates the complementary value of frequency information, particularly for compressed content (Qian et al., 2020). Similarly, multi-branch systems aim to reduce reliance on a single family of cues by jointly evaluating signals such as frequency information, sensor-noise-like residuals, and facial geometry alongside spatial representations. However, using multiple branches does not by itself guarantee generalizability, as the branches may jointly learn encoding, resolution, or preprocessing artifacts specific to the same dataset.

Despite the high performance reported in within-dataset evaluations, performance degradation on unseen manipulations and different data sources remains a major challenge in the literature (Haliassos et al., 2021; L. Li et al., 2020). Cross-dataset evaluation is therefore necessary to understand the cues on which a model relies, beyond its architectural complexity. Rather than reimplementing methods from the literature to produce an overall performance ranking, this study compares two controlled configurations using the same dataset splits and training conditions. Both configurations process the spatial sequence through a common BiLSTM backbone, while the multi-branch model additionally incorporates precomputed frequency, noise, and geometric signals. The comparison examines whether jointly using these additional signal groups reduces the performance gap between the internal test set and the external Celeb-DF test set. Because no comprehensive ablation study was conducted to isolate the independent contribution of each branch, the findings were not interpreted as evidence of the superiority of any particular branch.

3. MATERIALS AND METHODS

Figure 1 illustrates the experimental workflow, from the use of precomputed data to model selection and external evaluation.

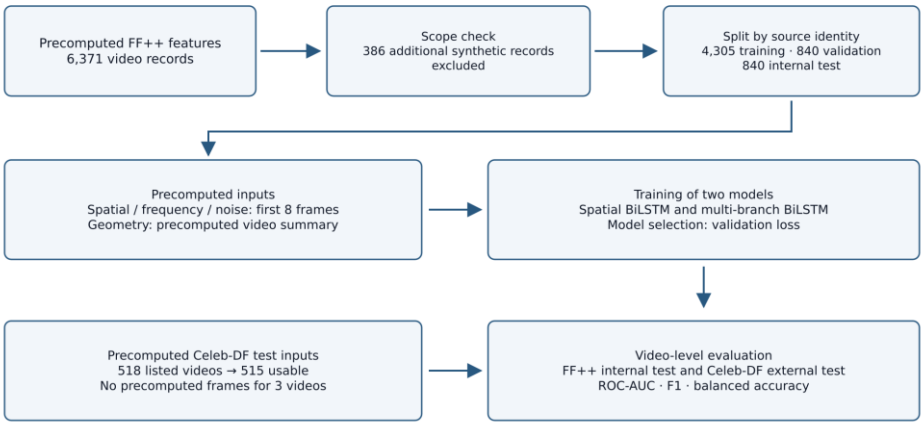


Figure 1. Experimental workflow

3.1. Data Coverage and Dataset Splits

The local FaceForensics++-based feature file contains 6,371 video records. Of these, 386 were categorized as additional synthetic content and were not included in the experimental scope defined using the official source identities. The remaining 5,985 records consist of 996 authentic videos and 4,989 manipulated videos from the DeepFakes, Face2Face, FaceShifter, FaceSwap, and NeuralTextures directories.

The training, validation, and test lists from the official FaceForensics repository were used. The source identity of each authentic video and the two source identities encoded in the filename of each manipulated video were assigned to the same split. The absence of overlapping source identities across the splits was verified programmatically. This procedure prevents an authentic video and its derivatives from being distributed across different splits; however, it does not rule out the presence of the same individual in different source videos.

Table 1. Number of samples used in the experiment

Data group	Use	Number of videos
FaceForensics++-based collection	Training	4,305
FaceForensics++-based collection	Validation	840
FaceForensics++-based collection	Internal test	840
Precomputed subset of the Celeb-DF test list	External test	515

The standard Celeb-DF test list contains 515 videos, comprising 177 authentic and 338 manipulated videos.

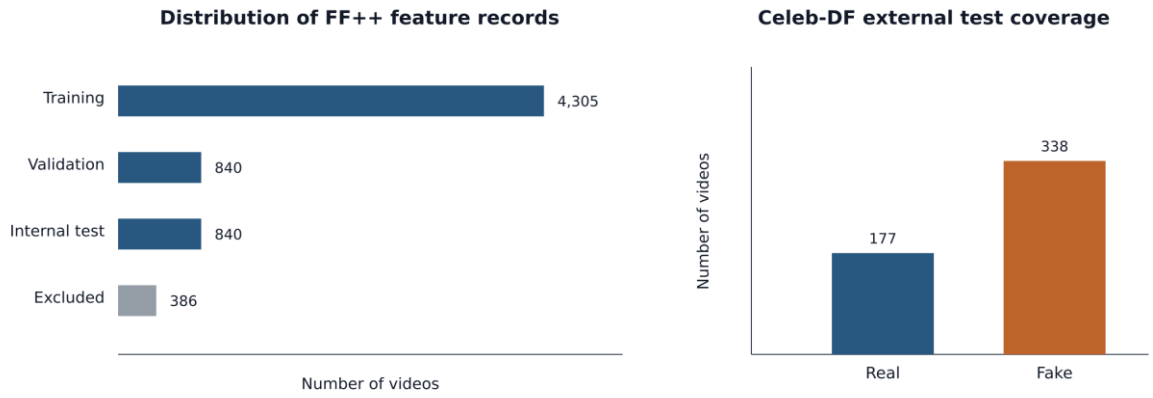


Figure 2. Data coverage and split results.

3.2. Use of Precomputed Data and Preprocessing

Face frames extracted from the videos and features stored in the resulting HDF5 files were used. The examined feature-extraction code crops the facial regions and resizes them to 224 × 224 pixels. In the experiment, the first eight precomputed frames of the spatial, frequency, and noise sequences were used, while shorter sequences were padded with zeros. No separate padding mask was applied to the sequences.

The existing spatial implementation divides the BGR channel values by 255 before feeding them into the network; neither RGB conversion nor normalization using the ImageNet mean and standard deviation was applied. This behavior was retained during controlled retraining. This choice is not presented as a best practice and is explicitly acknowledged as a limitation of the experiment.

The geometry input was not truncated on a frame-by-frame basis. Instead, the eight-dimensional summary generated for each video during feature extraction was used. Consequently, the geometry summary may represent a precomputed sequence extending beyond the first eight frames. Therefore, the multi-branch and spatial models do not cover exactly the same amount of temporal information.

3.3. Model Configurations

In the spatial model, an ImageNet-pretrained EfficientNet-B0 extracts features from each frame (Kim et al., 2025a). These features are projected into a 128-dimensional representation and passed to the BiLSTM backbone. The term "spatial model" refers only to the input branch; the model aggregates video-level information temporally.

The multi-branch model adds three supplementary inputs to the same spatial branch. The frequency branch uses 14-dimensional features comprising the detail subbands of a two-level Haar wavelet transform and the energy and standard deviation of the final approximation band. The noise branch produces a 32-dimensional summary using the means and variances of 4 × 4 blocks in a normalized map derived from the three lowest bit planes of the grayscale image. This summary should not be interpreted as a direct measurement of physical sensor noise. The geometry branch processes an eight-dimensional video-level summary containing changes in facial landmark positions, variations in depth coordinates, and the valid detection rate. These coordinates do not constitute actual depth measurements.

Each additional branch is projected into a 128-dimensional representation using a linear transformation, ReLU activation, and layer normalization. The geometry vector is replicated across the temporal steps. In the multi-branch model, learnable softmax weights are used to compute a weighted sum of the branch outputs. The shared fusion backbone is a two-layer bidirectional LSTM with a total output dimension of 256. After temporal mean pooling, a 64-unit ReLU layer, a dropout rate of 0.3, and a classifier producing a single logit are applied. The sigmoid output is interpreted as the probability of the manipulated class. This study limited video-sequence modeling to BiLSTM; future work could compare a Mamba-based backbone using the same dataset splits and preprocessing conditions.

3.4. Training and Evaluation

The experiments were conducted on a computer equipped with an NVIDIA RTX 5070 Ti GPU with 16 GB of memory. For both models, the random seed was set to 42, the batch size to 8, the AdamW learning rate to 0.0001, and the weight decay to 0.00001. BCEWithLogitsLoss was used as the loss function, and computations were performed using BF16 automatic mixed precision. Model weights from previous experiments were not

loaded. Training was limited to a maximum of 10 epochs and stopped when the validation loss failed to improve for three consecutive epochs. No learning-rate scheduler was applied.

The spatial model was trained for 10 epochs, and the weights from epoch 7 were selected. The multi-branch model stopped after epoch 7, and the weights from epoch 4 were selected. Model selection was not based on internal or external test scores. After training was completed, the video identity, ground-truth label, and predicted probability were recorded together for both test sets.

ROC-AUC was used as the primary ranking metric. For F1 and balanced accuracy, the decision threshold was set to 0.5, with the manipulated class designated as the positive class. Balanced accuracy was calculated as the mean of sensitivity and specificity. Because of class imbalance, F1 was not interpreted as a standalone indicator of overall performance.

4. RESULT

On the internal test set, the AUC of the multi-branch model was approximately 0.0030 higher than that of the spatial model. On the external test set, however, the AUC of the spatial model was approximately 0.0012 higher. These small differences, obtained from a single run, do not provide evidence of statistical superiority.

Table 2. Video-level internal and external test results

Model	Test set	ROC-AUC	F1	Balanced accuracy
Spatial BiLSTM	FF++ internal test	0.9679	0.9635	0.8950
Multi-branch BiLSTM	FF++ internal test	0.9709	0.9656	0.9029
Spatial BiLSTM	Celeb-DF subset	0.7058	0.7379	0.6101
Multi-branch BiLSTM	Celeb-DF subset	0.7046	0.6941	0.6455

The cross-dataset decrease in AUC was calculated as 0.2621 for the spatial model and 0.2663 for the multi-branch model. When AUC is expressed on a percentage-point scale, these decreases correspond to approximately 26.21 and 26.63 points, respectively. Although the multi-branch model achieved higher balanced accuracy on the external test set, it produced a lower F1 score. This finding indicates that the models exhibit different error trade-offs at the fixed decision threshold and does not support the conclusion that either model is superior across all metrics.

Figure 3 presents the internal and external test metrics of both models. The decrease in external-test AUC is evident for both models.

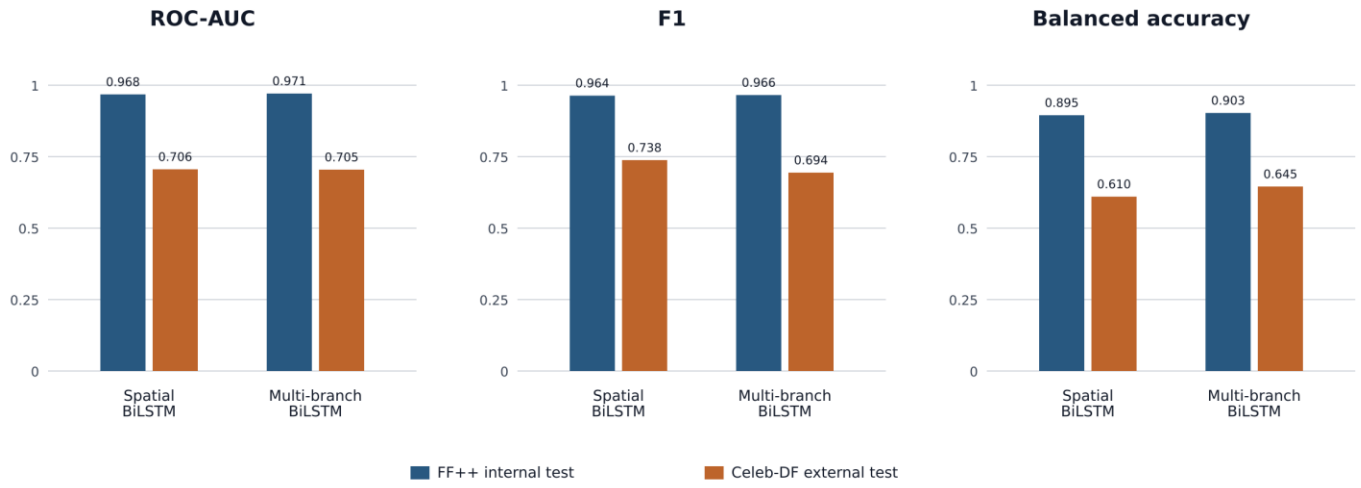


Figure 3. İnternal and external test metrics of both models.

5. DISCUSSION AND LIMITATIONS

Both models achieved a ROC-AUC of approximately 0.97 on the FaceForensics++ internal test set, in which source videos were separated across dataset splits. This separation reduced the risk of direct content similarity arising from the distribution of the same authentic video and its derived manipulations across the training and test sets. However, because the internal test samples may share similar collection, processing, and compression conditions with the training data, high internal test performance alone does not constitute evidence of generalizability to different data sources.

On the Celeb-DF subset, the ROC-AUC of the spatial model decreased from 0.9679 to 0.7058, while that of the multi-branch model decreased from 0.9709 to 0.7046. The corresponding absolute decreases were 0.2621 and 0.2663. The similar magnitude of these declines suggests that the problem cannot be explained solely by the fusion architecture. Because subject distribution, visual quality, encoding, face cropping, scene content, and the generation pipeline vary simultaneously across the datasets, the performance decrease cannot be causally attributed to a single factor.

On the external test set, the spatial model achieved an F1 score of 0.7379 and a balanced accuracy of 0.6101, whereas the multi-branch model achieved an F1 score of 0.6941 and a balanced accuracy of 0.6455. The higher balanced accuracy of the multi-branch model despite its lower F1 score indicates a change in the distribution of class-specific errors at the 0.5 threshold. The results should therefore not be interpreted using a single metric alone; an application-specific decision threshold should be determined on a separate validation set. The multi-branch architecture produced an AUC that was 0.0030 higher on the internal test set and 0.0012 lower on the external test set. These small differences, obtained using a single training seed, do not provide evidence of

statistical superiority. Although the additional branches did not improve external AUC, this may indicate that the summaries used were affected by the change in data source. Because the branches were not evaluated separately, it cannot be concluded that frequency, noise, or geometric information is generally uninformative.

The main implementation-related limitations include the BGR channel order and normalization choices, the use of only the first eight precomputed frames from each video, the absence of a padding mask for short sequences, and the potentially different temporal coverage of the geometry summary. The compression level and provenance of the local dataset copy were not fully verified, limiting direct comparisons with other studies. Although separating source videos prevents content derivatives from being distributed across different splits, it does not prevent the same individual from appearing in different videos; therefore, the experiment is not subject-independent. Under these conditions, model outputs should be regarded as signals supporting further examination rather than definitive judgments.

The models were trained using only random seed 42; confidence intervals, paired comparisons, and branch-level ablation analyses were not performed. Because precomputed features were unavailable for three videos in the Celeb-DF test list, the external evaluation was conducted on 515 videos rather than 518. The findings represent an exploratory comparison of generalizability and should be validated using additional training seeds and an independent dataset not previously used during the research process.

6. CONCLUSION

This study compared a spatial BiLSTM with a multi-branch BiLSTM that combines spatial, frequency, bit-plane, and geometric inputs using precomputed face frames and features. The dataset splits created according to FaceForensics++ source identities prevented the same source video and its associated manipulations from being distributed across the training and test sets. Both models were selected under the same training protocol, and video-level predictions were recorded together with their corresponding identities.

The models achieved a ROC-AUC of approximately 0.97 on the FaceForensics++ internal test set, but their performance declined to approximately 0.705 on the usable 515-video subset of Celeb-DF. The absolute AUC decrease of approximately 0.26 indicates that the high performance achieved within the original dataset was not maintained under different data conditions. The multi-branch model produced a small improvement in AUC on the internal test set but offered no clear advantage over the spatial model on the external test set. The small differences obtained using a single training seed do not support a claim of architectural superiority.

The main conclusion of this study is that model performance in deepfake detection should be interpreted in relation to the data source and evaluation protocol used. Separating source videos and jointly reporting within-

dataset and cross-dataset test results can reduce misleadingly optimistic assessments. In practical applications, detection scores should be incorporated into a decision-making process that has been validated under different data conditions, uses thresholds determined according to the costs of different errors, and is supported by human review when necessary, rather than being treated as definitive judgments.

Future work should first correct the RGB channel order and apply ImageNet normalization, compute all branches from the same frame range, and exclude zero-padded time steps using a mask. The contribution of each branch should be measured through controlled ablation studies that preserve source-level separation and use multiple training seeds. The results should be supported by confidence intervals, per-class error rates, calibration metrics, and evaluations under different compression conditions. A blind evaluation on an additional dataset not used at any stage of the research process would increase the reliability of the generalizability findings.

REFERENCES

Cai, Y., Li, J., Li, Z., Chen, W., Lan, R.-S., Xie, X.,…Li, G. (2025, 2025-10-19). DeepShield: Fortifying Deepfake Video Detection with Local and Global Forgery Analysis.

Edwards, P., Nebel, J.-C., Greenhill, D., & Liang, X. (2024). A Review of Deepfake Techniques: Architecture, Detection, and Datasets. IEEE Access, 12, 154718-154742. https://doi.org/10.1109/access.2024.3477257

Haliassos, A., Vougioukas, K., Petridis, S., & Pantic, M. (2021). Lips don't lie: A generalisable and robust approach to face forgery detection. 2021 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR),

Kim, T., Choi, J., Jeong, Y., Noh, H., Yoo, J., Baek, S., & Choi, J. (2025a, 2025-07-03). Beyond Spatial Frequency: Pixel-Wise Temporal Frequency-Based Deepfake Video Detection.

Kim, T., Choi, J., Jeong, Y., Noh, H., Yoo, J., Baek, S., & Choi, J. (2025b). Beyond spatial frequency: Pixel-wise temporal frequency-based deepfake video detection. 2025 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV),

Korshunov, P., & Marcel, S. (2022). Improving Generalization of Deepfake Detection With Data Farming and Few-Shot Learning. IEEE Transactions on Biometrics, Behavior, and Identity Science, 4, 386-397. https://doi.org/10.1109/tbiom.2022.3143404

Kumar, M., Kumar, A., Yadav, V., Shankar, A., & Chauhan, P. (2026). A hybrid spatial–frequency attention-based algorithm using efficientnet for robust and interpretable deepfake detection. Scientific Reports, 16. https://doi.org/10.1038/s41598-026-46086-9

Li, L., Bao, J., Zhang, T., Yang, H., Chen, D., Wen, F., & Guo, B. (2020). Face x-ray for more general face forgery detection. 2020 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR),

Li, Y., Yang, X., Sun, P., Qi, H., & Lyu, S. (2020). Celeb-df: A large-scale challenging dataset for deepfake forensics. 2020 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR),

Qian, Y., Yin, G., Sheng, L., Chen, Z., & Shao, J. (2020). Thinking in frequency: Face forgery detection by mining frequency-aware clues. European conference on computer vision,

Rashidi, M., Ali, R. H., & Rahman, U. (2026). Deepfake Detection in Social Media: A Temporal Artifact Analysis Using 3D Convolutional Neural Networks. ArXiv, abs/2605.17573. https://doi.org/10.48550/arxiv.2605.17573

Rossler, A., Cozzolino, D., Verdoliva, L., Riess, C., Thies, J., & Nießner, M. (2019). Faceforensics++: Learning to detect manipulated facial images. Proceedings of the IEEE/CVF international conference on computer vision,

Sabir, E., Cheng, J., Jaiswal, A., AbdAlmageed, W., Masi, I., & Natarajan, P. J. a. p. a. (2019). Recurrent convolutional strategies for face manipulation detection in videos.

Saga, A., A, L., Khalid, F., Sani, N., Abdalla, H., Syahputra, Z., & Wijaya, R. F. (2025). Detecting Low-Quality Deepfake Videos Using 3D Residual Vision Transformer. International Journal of Advanced Computer Science and Applications. https://doi.org/10.14569/ijacsa.2025.0161260

Sajjadi, A., Sarvar, S., Nekou, M., Fallah, M., Mehralizadeh, D., Jabbarzadeh, M. H., & Salehpour, P. (2026). A dual-domain spatio-temporal and frequency framework for robust deepfake detection. Scientific Reports. https://doi.org/10.1038/s41598-026-65079-2

Thies, J., Zollhofer, M., Stamminger, M., Theobalt, C., & Nießner, M. (2016). Face2face: Real-time face capture and reenactment of rgb videos. Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition,

Thies, J., Zollhöfer, M., & Nießner, M. (2019). Deferred neural rendering: Image synthesis using neural textures. Acm Transactions on Graphics (TOG), 38(4), 1-12.

Wang, F., Chen, Q.-L., Jing, B., Tang, Y., Song, Z., & Wang, B. (2024). Deepfake Detection Based on the Adaptive Fusion of Spatial-Frequency Features. Int. J. Intell. Syst., 2024. https://doi.org/10.1155/2024/7578036

Wang, S.-Y., Wang, O., Zhang, R., Owens, A., & Efros, A. A. (2020). CNN-generated images are surprisingly easy to spot… for now. 2020 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR),

Yadav, S., & Mangalampalli, S. (2025). Deepfake defense: Combining spatial and temporal cues with CNN–BiLSTM–transformer architecture. PLOS One, 20. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0334980

MÜHENDİSLİKTE HASAR ANALİZİ VE HASAR İNCELEME AŞAMALARI

Dr. Öğr. Üyesi Emin ÇENGELCİ[1]

[1] Afyon Kocatepe Üniversitesi, İscehisar Meslek Yüksekokulu, İş Makineleri Operatörlüğü Programı, ecengelci@aku.edu.tr, 0000-0001-5296-0685

Özet

Mühendislik yapıları, makine elemanları ve çeşitli mühendislik sistemleri; çalışma koşulları, çevresel etkiler, imalat kusurları ve işletme şartlarına bağlı olarak zamanla hasara uğrayabilmektedir. Meydana gelen hasarların sistematik bir yaklaşımla incelenmesi; yalnızca temel nedenin saptanması açısından değil, benzer arızaların önlenmesi ve sistem güvenilirliğinin artırılması açısından da kritik önem taşımaktadır. Bu çalışmada, mühendislikte hasar analizi ve inceleme sürecinin temel aşamaları bütünsel bir metodoloji çerçevesinde ele alınmaktadır.

Hasar inceleme metodolojisinin ilk aşamasında; olaya ilişkin saha verileri, işletme geçmişi, yükleme koşulları, malzeme özellikleri ile üretim ve bakım süreçleri bütüncül olarak değerlendirilmektedir. Ardından gerçekleştirilen makroskobik ve görsel incelemelerle; kırılma, çatlama, plastik deformasyon, aşınma ve korozyon gibi hasar modları tespit edilmektedir. Sürecin devamında, belirlenen kritik bölgelerden numuneler alınarak malzemenin kimyasal bileşimi, mikroyapısı ve mekanik davranışları incelenmektedir. Bu kapsamda; metalografik analizler, sertlik ölçümleri, mekanik testler ve Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) gibi gelişmiş karakterizasyon teknikleri kullanılarak hasarın başlangıç evresi ve ilerleme mekanizmaları araştırılmaktadır.

Elde edilen deneysel ve analitik bulguların sentezlenmesiyle hasarın temel nedeni ortaya konulmakta; tasarım, malzeme seçimi, imalat, montaj ve bakım süreçlerinin hasardaki payı derecelendirilmektedir. Çalışmanın son aşamasında ise benzer tekrarların önüne geçmek amacıyla; tasarım revizyonları, malzeme veya üretim prosesi iyileştirmeleri ve bakım stratejilerini içeren çözüm önerileri sunulmaktadır. Bu çalışma ile farklı mühendislik disiplinlerinde uygulanabilir, güvenilir ve sistematik bir hasar analizi metodolojisinin sunulması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hasar analizi, hasar inceleme metodolojisi, kırılma mekanizması, mühendislikte hasar

FAILURE ANALYSIS AND INVESTIGATION STAGES IN ENGINEERING

Asst. Prof. Emin ÇENGELCİ[1]

[1]Afyon Kocatepe University, Iscehisar Vocational School, Construction Equipment Operator Program, ecengelci@aku.edu.tr, 0000-0001-5296-0685

Abstract

Engineering structures, machine elements, and various engineering systems can suffer damage over time due to operating conditions, environmental effects, manufacturing defects, and operational requirements. Systematic investigation of the occurring damage is of critical importance not only for identifying the root cause but also for preventing the recurrence of similar failures and enhancing overall system reliability. This study addresses the fundamental stages of the failure analysis and investigation process in engineering within a holistic methodological framework.

In the initial stage of the failure investigation methodology, field data related to the incident, operational history, loading conditions, material properties, and manufacturing and maintenance processes are comprehensively evaluated. Subsequently, damage modes such as fracture, cracking, plastic deformation, wear, and corrosion are identified through macroscopic and visual examinations. In the following phase, samples are extracted from the determined critical regions to inspect the chemical composition, microstructure, and mechanical behavior of the material. Within this scope, the initiation phase and propagation mechanisms of the failure are investigated using advanced characterization techniques, including metallographic analysis, hardness testing, mechanical testing, and Scanning Electron Microscopy (SEM).

By synthesizing the obtained experimental and analytical findings, the root cause of the failure is elucidated, and the contributions of design, material selection, manufacturing, assembly, and maintenance processes are evaluated. In the final stage, recommendation strategies including design revisions, material or manufacturing process improvements, and predictive maintenance protocols are presented to prevent recurrence. This study aims to propose an applicable, reliable, and systematic failure analysis methodology across different engineering disciplines.

Keywords: Failure analysis, failure investigation methodology, fracture mechanism, root, engineering failure

ROADMAP OF BATANG CREATİVE HALAL HUB: INTEGRATİNG LOCAL ECONOMY, HALAL INDUSTRY, AND SUSTAİNABLE DEVELOPMENT

Sukma Fathimah Az-Zahro'[1], Meita Nadya Aulya[2], Nisa Amalia[3], Sari Aulia Rahmawati[4], Azizil Lichasanah[5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: sukma.fathimah.az-zahro24077@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Batang Regency is entering an important phase of economic development marked by increasing investment, industrial growth, improved logistics infrastructure, and the strengthening of local businesses. These developments provide an opportunity to establish the Batang Creative Halal Hub as an ecosystem that connects creative industries, micro, small, and medium enterprises (MSMEs), the halal industry, tourism, logistics, technology, and local economic potential. This paper aims to formulate a roadmap for developing the Batang Creative Halal Hub based on the existing economic potential and regional development direction. The proposed roadmap consists of several interconnected stages, including local potential mapping, business incubation, halal certification and capacity building, integration of MSMEs into industrial and tourism value chains, digitalization and logistics strengthening, and market expansion. The development of the ecosystem requires collaboration among local government, MSMEs, BUMDes, cooperatives, universities, industries, financial institutions, creative communities, and digital media. In addition, sustainability is considered an important foundation by incorporating spatial planning, environmental carrying capacity, responsible use of local resources, waste reduction, environmentally friendly packaging, and energy efficiency. The success of the Creative Halal Hub can be measured through indicators such as the number of assisted MSMEs, halal-certified products, MSME turnover growth, new creative businesses, MSMEs integrated into industrial supply chains, local employment, market expansion, and digital transactions. Therefore, the Batang Creative Halal Hub can serve as a bridge between modern industry and the local economy, supporting a more inclusive, competitive, and sustainable economic ecosystem in Batang Regency.

Keywords: Batang Creative Halal Hub; halal industry; creative economy; MSMEs; sustainable development; local economy; economic ecosystem.

COLLABORATION BETWEEN DESIGNERS AND CRAFTSMEN

Zahwa Aulia Khalimi Putri[1], Evelyn Halilah Faiqoh[2], Nala Dian Rosita[3], Nabilla Ayu Fitriyani[4], Laela Fazida[5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: zahwa.aulia.khalimi.putri24155@mhs.uingusdur.ac.id

ABSTRACT

The transformation of batik in the fashion industry cannot be achieved by a single actor alone, but requires synergy between designers and artisans. This section examines the collaborative model as a strategy to strengthen innovation and competitiveness of the batik industry, particularly in Central Java. Artisans act as guardians of traditional knowledge, possessing tacit skills in canting, dyeing, waxing, and material selection that are inherited generationally and cannot be learned solely from textbooks. Conversely, designers function as intermediaries with the market, capable of translating cultural elements, fashion trends, and consumer preferences into commercially viable products. The study discusses various forms of collaboration, including design co-creation, production partnership, co-branding, educational mentoring, and academic-community participatory models. Drawing on Andansari et al. (2024), it highlights challenges faced by batik SMEs such as limited skills, labor availability, and productivity, which underscore the urgency of collaboration. It also addresses key challenges in collaboration itself, such as differences in mindset between conceptual designers and technical artisans, as well as issues of profit-sharing, intellectual property rights, and cultural exploitation. Furthermore, collaboration is framed not only as a product-oriented activity but as a mutual learning process that enhances capacity on both sides and supports artisan regeneration. By making the artisan profession more valued among youth through its integration into modern fashion, collaboration can preserve local identity while driving innovation. Ultimately, this collaborative strategy is essential to meet global market demands for quality, consistency, and authenticity, ensuring that economic benefits return to the artisans as holders of cultural knowledge.

Keywords: batik, collaboration, designer-artisan partnership, traditional knowledge, fashion innovation, creative industry, Central Java

INNOVATİON İN TRADİTİONAL CULİNARY HERİTAGE OF BATANG: BALANCİNG AUTHENTİCİTY AND MODERN MARKET ADAPTATİON FOR CREATİVE HALAL PRODUCTS

Zahrotul Milatina[1], Naeza Fara Diba[2], Nabilatul Fauziyah[3], Anasta Nafsi[4], Muhammad Reza Kurniawan[5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Abstract

Traditional culinary heritage represents not merely a dietary pattern but also a symbol of regional identity and cultural wealth, facing challenges in remaining relevant amid shifting consumer preferences, particularly among younger generations. This study examines innovation strategies for traditional Batang cuisine including Lontong Lemprak, Soto Kebo, Soto Tauto, Serabi Kalibeluk, Nasi Megono, and other local specialties as pathways toward creative halal product development without compromising authentic flavor and cultural character. The discussion emphasizes that innovation should not replace original dishes but rather introduce selective modifications in presentation, portion size, packaging, and flavor variation while preserving core ingredients and distinctive taste profiles that define each dish's identity. Drawing on modification principles, the study illustrates how traditional foods can be adapted, such as transforming klepon into cake form or rendang into burger concepts, while maintaining signature flavors that resonate with contemporary consumer tastes. The halal dimension is identified as integral to this transformation, requiring that ingredient sourcing and processing methods remain compliant with halal principles throughout the innovation process. The research further highlights those digital marketing strategies including social media, marketplaces, delivery services, and influencer collaborations alongside physical presentation through restaurants, festivals, and culinary tourism, serve as essential complements to product innovation in expanding market reach, particularly toward younger digital-native consumers. Packaging innovation is shown to be closely interconnected with culinary modification, enhancing both souvenir potential and marketplace appeal. The study concludes that successful culinary innovation in Batang requires a balanced, bidirectional approach: preserving traditional recipes as cultural heritage while simultaneously developing modified products that meet modern market demands, ensuring that economic value creation does not come at the expense of culinary heritage preservation for future generations.

Keywords: Culinary innovation, traditional food, halal products, local heritage, Batang

E-COMMERCE AND DİGİTAL MARKETPLACE FOR DEVELOPİNG LOCAL PRODUCTS İN PEMALANG

Himmatul Aliyah[1], Indah Naela Zulfa[2], Nabilati Naela Makhasin[3], Rhessa Maulida[4], Mahya Akmelia[5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: himmatul.aliyah24036@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The development of digital technology has significantly transformed economic activities, particularly in the marketing and distribution of products. E-commerce and digital marketplaces provide opportunities for micro, small, and medium enterprises (MSMEs) to expand their market reach, improve transaction flexibility, and adapt to changing consumer behavior. This paper discusses the utilization of e-commerce and digital marketplaces as a strategy for developing local products in Pemalang Regency. The discussion focuses on the potential of digital platforms to support local MSMEs, particularly in the culinary, agricultural, fisheries, handicraft, and other local product sectors. Previous studies have shown that MSMEs in Pemalang have utilized e-commerce and social media platforms, such as WhatsApp and Instagram, to support sales and product promotion. In addition, local government programs, including e-commerce training for agricultural entrepreneurs and women farmer groups, demonstrate increasing efforts to strengthen digital marketing capabilities. Digital marketplaces enable business actors to establish online stores, provide product information, manage orders, process transactions, and reach consumers beyond geographical boundaries. However, the implementation of digital marketing also faces challenges, including limited digital skills, intense marketplace competition, product presentation, and the need for effective customer service. Therefore, digitalization should be accompanied by training, mentoring, and collaboration among local government, universities, communities, and business actors. For Pemalang's culinary heritage and other local products, the integration of social media and digital marketplaces can serve not only as a sales channel but also as a means of introducing local identity and cultural value to a wider market. Thus, sustainable utilization of e-commerce and digital marketplaces has considerable potential to strengthen the competitiveness of local products and support the development of the local economy in Pemalang.

Keywords: e-commerce, digital marketplace, digital marketing, MSMEs, local products, Pemalang

MOUNTAİN CULİNARY HERİTAGE OF PEMALANG: AGRİCULTURAL RESOURCES, CULTURAL IDENTİTY, AND SUSTAİNABLE DEVELOPMENT OPPORTUNİTİES

Mahya Akmelia[1], Indah Naela Zulfa[2], Nabilati Naela Makhasin[3], Rhessa Maulida[4], Himmatul Aliyah[5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: mahya.akmelia24037@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The mountainous region of Pemalang Regency, located in the southern part of Central Java, Indonesia, possesses a distinctive culinary identity shaped by its agricultural landscape, natural resources, and local cultural traditions. Unlike the coastal culinary traditions of the Pantura area, which are closely associated with marine products and trade activities, mountain cuisine in Pemalang is primarily rooted in agriculture, horticulture, plantations, and highland resources. This study aims to explore the characteristics, potentials, and development challenges of mountain-based culinary products as part of Pemalang's cultural and economic heritage. Using a descriptive qualitative approach based on government publications, regional development plans, and related literature, the study highlights key local products such as Gurilang Coffee, Cocong Tea, pineapple-based processed foods, ginger products, and other agricultural commodities. These products demonstrate how local communities transform raw agricultural resources into value-added culinary goods that support micro, small, and medium enterprises (MSMEs), tourism, and the creative economy. The Highland Agro-Culinary Experience concept introduced in the Pemalang Culinary Development Masterplan further illustrates the integration of culinary products with agricultural tourism and environmental experiences. In addition, cultural events such as the Wong Gunung Festival strengthen the connection between food, community identity, cultural preservation, and tourism promotion. Despite its significant potential, the sector faces challenges related to production capacity, product standardization, packaging quality, branding, certification, and market expansion. Therefore, sustainable development requires integrated strategies involving farmer empowerment, innovation, halal certification, digital marketing, institutional strengthening, and tourism-based promotion. Ultimately, mountain culinary heritage represents a valuable cultural asset that reflects the relationship between local communities and their natural environment while contributing to regional economic development and the preservation of local wisdom.

Keywords: Mountain Culinary Heritage, Pemalang Regency, Agro-Culinary Tourism, Local Food Products, Creative Economy, Cultural Identity, Sustainable Development.

THE POTENTIAL AND DEVELOPMENT OF THE HALAL INDUSTRY IN CENTRAL JAVA

Lia Fatra Nur Laili Kamalin, Diana Kristi, M Reza Fahrezi, Muhammad Romiz Assiddiqi, Ummu Kholil Prawesti

Universitas Islam Negeri K. H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The halal industry is an important component of sharia-based economic development and has significant growth opportunities in Indonesia, including Central Java. The potential of the halal industry in Central Java is supported not only by the large Muslim market, but also by the presence of micro, small, and medium enterprises (MSMEs), strong local culture, food and beverage businesses, modest fashion, handicrafts, and tourism. The diversity of these sectors indicates that the halal industry can develop through the integration of halal products, creativity, local culture, and market needs. The food and beverage sector represents one of the most promising areas because it is directly related to Muslim consumers' needs and tourism activities. The development of halal tourism is also supported by the availability of tourist destinations, certified halal products, infrastructure, and the growth of digital payment systems. In addition, MSMEs play an important role in connecting local resources, innovation, and consumer demand. Strengthening the halal industry also requires the development of a halal value chain involving government, business actors, consumers, investors, and other supporting stakeholders. Halal certification is an important element in building consumer trust; however, some business actors still perceive certification as an administrative burden rather than a means of strengthening brand identity and competitiveness. Along with the growth of the digital market, product packaging, technological literacy, communication strategies, and the involvement of creative communities are also important for improving the competitiveness of halal products. Despite its considerable potential, the development of the halal industry in Central Java still faces challenges related to halal literacy, MSME capacity, human resources, certification, and digital adaptation. Therefore, strengthening MSME capacity, halal certification and literacy, product innovation, digital marketing, and stakeholder collaboration is necessary to establish a more integrated and competitive halal industry ecosystem in Central Java.

Keywords: halal industry, Central Java, MSMEs, creative economy, digitalization

BATIK AS A CREATIVE ECONOMY PRODUCT

Nala Dian Rosita[1], Zahwa Aulia Khalimi Putri[2], Laela Fazida[3], Evelyn Halilah Faiqoh[4], Nabilla Ayu Fitriyani[5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: nala.dian.rosita24140@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Batik is an important cultural product that contributes to the development of Indonesia's creative economy, particularly in Central Java. Beyond its function as a traditional textile, batik embodies cultural knowledge, craftsmanship, creativity, and economic value that can be continuously developed according to changing consumer preferences. This study aims to examine the role of creativity, innovation, marketing, and digital technology in strengthening batik as a creative economy product in Central Java. The study employs a qualitative descriptive approach through a literature review of studies on batik enterprises, creative economy development, marketing innovation, and digitalization. The findings indicate that the economic value of batik is not derived solely from its raw materials and production processes, but also from ideas, designs, skills, cultural knowledge, and the ability of producers to create added value. Product diversification, design development, production technique innovation, and market-oriented strategies enable batik enterprises, particularly micro, small, and medium enterprises (MSMEs), to respond to changing consumer demands and strengthen their competitiveness. Evidence from batik enterprises in Boyolali demonstrates that innovation in production techniques, motifs, product characteristics, and collaborative design development can expand market opportunities and support business sustainability. Furthermore, marketing innovativeness has been shown to contribute positively to the marketing performance of Central Javanese batik MSMEs. Digitalization also provides opportunities to expand market reach and facilitate consumer participation in product creation through digital design platforms. However, technology should complement rather than replace the skills and cultural knowledge of artisans. Therefore, the sustainable development of batik as a creative economy product requires a balance between cultural preservation, creativity, innovation, market orientation, and technological utilization. This integration can strengthen the economic value, competitiveness, and long-term sustainability of Central Javanese batik while maintaining its cultural identity.

Keywords: Batik; Creative Economy; Product Innovation; Marketing Innovation; Digitalization; Central Java

Culinary Development as a Creative Economy Product through Creativity, Innovation, and Digitalization

Tsania Karima Khusna[1], Dela Puspita Sari[2], Khabibah Maria Ulfa[3], Melvi Neviza[4], Indi Mazaya[5]

[1,2,3,4,5] Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Ekonomi Syariah, Indonesia

Email: tsania.karima.khusna24027@mhs.uingusdur.ac.id, dela.puspita.sari24136@mhs.uingusdur.ac.id, khabibah.maria.ulfa24003@mhs.uingusdur.ac.id, melvi.neviza24044@mhs.uingusdur.ac.id, indi.mazaya24026@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Culinary businesses represent one of the important subsectors of the creative economy, with significant potential to create added value through creativity, innovation, the utilization of local resources, and digitalization. This study aims to examine the development of culinary products as part of the creative economy through creativity, innovation, and digitalization. The study employs a literature review approach by examining relevant studies on the creative economy, culinary micro, small, and medium enterprises (MSMEs), product innovation, marketing strategies, and digitalization. The findings indicate that the economic value of culinary products is not solely determined by raw materials but also by the ability of business actors to develop flavors, product presentation, packaging, marketing strategies, and customer experiences. Digitalization through social media, e-commerce, and food delivery platforms provides opportunities to expand market reach and strengthen the competitiveness of culinary businesses. However, its implementation remains constrained by limited digital literacy, human resources, managerial capabilities, and access to raw materials. Therefore, the development of culinary products as part of the creative economy requires the integration of creativity, continuous innovation, digitalization, effective business management, and the utilization of local potential. This approach can contribute not only to business competitiveness and sustainability but also to the enhancement of local economic potential and community welfare.

Keywords: creative economy, culinary, creativity, innovation, digitalization, MSMEs

GOVERNMENT AND BUSINESS PARTNERSHIPS

Nova Fitriana, Salsabilla, Erlin Nazila Aprilianti, Lisna Amira Fauziah, Alivia Pusdika Jenada

Universitas K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Government and business partnerships are essential for developing a sustainable halal creative economy. This collaboration combines the government's role as regulator, facilitator, and catalyst with the business sector's capacity for innovation, production, market access, and responsiveness to consumer demand. This subchapter discusses the strategic importance of government-business partnerships in strengthening the halal creative economy through regulation, halal certification, digitalization, infrastructure development, market expansion, and local economic ecosystem development. The discussion shows that effective partnerships can help overcome several challenges faced by creative halal MSMEs, including limited access to financing, low halal literacy, high certification costs, unequal digital capabilities, and limited market access. Government support is needed through simplified regulations, training, certification assistance, infrastructure provision, and the development of halal creative clusters. Meanwhile, businesses are expected to improve product quality, develop innovative products, strengthen branding, utilize digital technology, and expand domestic and international markets. Collaboration can also involve universities, financial institutions, communities, and other stakeholders to create a more inclusive and sustainable ecosystem. The partnership is particularly relevant for regions with strong local creative potential, such as batik, halal culinary products, Muslim fashion, and halal tourism. However, its implementation still faces challenges, including institutional coordination, differences in interests, bureaucratic procedures, and policy harmonization between central and local governments. Therefore, transparent communication, clear division of roles, and continuous collaboration are required. Ultimately, government-business partnerships can strengthen the competitiveness of halal creative MSMEs, create employment opportunities, preserve local cultural identity, and support sustainable regional economic development.

Keywords: *Government-Business Partnership; Halal Creative Economy; MSMEs; Halal Certification; Sustainable Development*

BƏDİİ NƏSRİN İNKİŞAF TARİXİ-XIX ƏSR FRANSA ƏDƏBİYYATI

Doçent Doktor, AYGUN AHMADOVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi, Edebiyat öğretim teknolojisi bölümü

(ahmadovaa708@gmail.com) **ORCID: 0000-0002-2464-2513**

Özet

Sefiller, yazar Viktor Hugo'nun 1892'de yayımlanan ve 19. yüzyılın en mükemmel düzyazısı olarak kabul edilen bir Fransız romanıdır. Roman, 19. yüzyılın başlarında (1815'ten 1832 Haziran Ayaklanması'na kadar) on yedi yıl boyunca çeşitli Fransız karakterlerin yaşamlarını ve etkileşimlerini konu alır. Viktor Hugo, Sefiller'in önsözünde romanın neden her zaman güncel kalacağını şöyle açıklamıştır: "Yeryüzünde sefalet ve cehalet olduğu sürece, bu tür kitaplar her zaman yaşayacaktır." Bu eser, tüm zamanların en uzun romanlarından biri olarak kabul edilir. Roman 510 bin kelimeden oluşmaktadır. Romandaki olaylar 1815'te başlar ve 1832 Haziran Ayaklanması ile sona erer. Yazar bu roman üzerinde 17 yıl boyunca, ara ara çalışarak çalışmıştır. Sefiller, edebiyat tarihinde bir çağrı, dünya edebiyatı için bir çağrı olarak değerlendirilmiştir. Sefiller, üçlemenin ilk romanıdır. Kahramanlar, vatanlarıyla bağlarını koparmış ve başka bir yere yerleşemeyen insanlardır. Büyük Fransız yazar Viktor Hugo birçok şiir, oyun ve düzyazı eseri yazmıştır. En ilgi çekici ve akılda kalıcı eserleri ise “Sefiller” ve “Notre Dame'ın Kamburu” romanlarıdır. Büyük Fransız yazar ve düşünür Viktor Hugo'nun ünlü romanı “Sefiller”, 19. yüzyılda Fransa'da yaşanan tarihi olayların ve insan kaderlerinin destansı bir tablosunu gerçekçi bir şekilde tasvir eden akılda kalıcı bir eserdir. Hugo'nun babası Napolyon'un ordusunda generaldi. Küçük Viktor çocukluğunu babasıyla birlikte Marsilya, Korsika, Elba ve İtalya ile İspanya'nın çeşitli şehirlerinde geçirdi. Bu, dünya görüşü üzerinde büyük bir etkiye sahipti. Büyük yazarın eserleri 19. yüzyılın sonlarından itibaren Azerbaycan diline çevrilmeye başlandı.

Leo Tolstoy, büyük yazar Hugo'nun ölümsüz eseri "Sefiller"i "Fransız edebiyatının en iyi romanı" olarak nitelendirdi. Bu başyapıt, yazarın sınırsız kederinin ayrılmaz bir parçasıdır. Dünyanın neredeyse tüm dillerine çevrilmiş ve yazarına sonsuz bir şöhret kazandırmıştır. L. Tolstoy'a göre, "Sefiller" romanı herkes için yazılmış bir eserdir. Bugün bile geniş bir okuyucu kitlesinin ilgisini çekmeye devam etmektedir. Çünkü insana her an manevi zenginlik kazandırma gücüne sahiptir. "Sefiller" olmasaydı, dünya edebiyatı gerçekten çok daha yoksul görünürdü."

Anahtar kelimeler: düzyazı, yoksul, manevi, sefalet, güncel

THE HİSTORY OF THE DEVELOPMENT OF FİCTİON İN 19TH-CENTURY FRENCH LİTERATURE

Associate Professor, Aygun Ahmadova

Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Literature Teaching Technology

(ahmadovaa708@gmail.com) ORCID: 0000-0002-2464-2513

Les Misérables is a French novel by Victor Hugo, published in 1862 and considered one of the greatest works of 19th-century prose. The novel follows the lives and interrelationships of several French characters over a seventeen-year period in the early 19th century (spanning from 1815 to the June Rebellion of 1832). In the preface to Les Misérables, Victor Hugo explained why the novel would remain timeless: "As long as there is misery and ignorance on earth, books of this nature will always endure." This work by Victor Hugo is regarded as one of the longest novels of all time; it comprises 510,000 words. The events within the novel begin in 1815 and conclude with the June Rebellion of 1832. The author worked on the novel intermittently over the course of 17 years. In the history of literature, Les Misérables has been hailed as a powerful cry for humanity within world literature. Les Misérables is the first novel of a trilogy. Its characters are individuals who have severed ties with their homelands yet find themselves unable to settle down anywhere else. The great French writer Victor Hugo authored numerous poems, plays, and prose works; however, his most compelling and memorable creations are the novels Les Misérables and The Hunchback of Notre-Dame. The famous novel Les Misérables by the great French writer and thinker Victor Hugo is a memorable work that realistically portrays an epic panorama of historical events and human destinies in 19th-century France. Hugo’s father was a general in Napoleon’s army. Young Victor spent his childhood accompanying his father to Marseille, Corsica, Elba, and various cities in Italy and Spain; these experiences profoundly shaped his worldview. Translations of the great author's works into Azerbaijani began appearing in the late 19th century.

Leo Tolstoy described Hugo’s immortal masterpiece, Les Misérables, as the finest novel in French literature. This work is inextricably linked to the author's own profound sorrow. Translated into virtually every language in the world, it earned its author enduring fame. In Tolstoy’s view, Les Misérables is a book written for everyone. It continues to captivate a vast readership today, possessing the power to enrich the human spirit at any time. Indeed, without Les Misérables, world literature would be significantly poorer.

Keywords: prose, poor, spiritual, destitution, current

Giriş

Bütövlükdə "Səfillər" bəşəriyyətin panoramasıdır və fərdi əzabları, cəmiyyətin vicdanını, ədalət anlayışının çürüməsini və insan ruhunun qaranlıq və işıq arasında geniş bir povest kainatı daxilindəki eniş-yoxuşunu araşdırır. Jan Valjanın obrazı sistem tərəfindən əzilən bütün insanları təmsil edən simvolik bir fiqurdur. Bir tikə çörək oğurladığı üçün illərlə kölə kimi yaşamağa məcbur olan Valjanın transformasiyası romanın psixoloji nüvəsini təşkil edir. Beləliklə, Hüqo cinayətin fərdi hərəkətlərdən deyil, cəmiyyətin yaratdığı bərabərsizliklərdən qaynaqlandığını göstərir. Jan Valjanın keçmişi ilə davamlı mübarizəsi, yaxşılıq etməyə çalışarkən belə özünü bağışlaya bilməməsi onun psixoloji dərinliyini fövqəladə bir səviyyəyə qaldırır. Yepiskop Mirielin ona qarşı mərhəməti ilə başlayan mənəvi qırılma romanın mənəvi əsasını təşkil edir; bu səhnədə Hüqo mərhəmətin qanunun cəzalandırdığı yerdə bəşəriyyəti necə yenidən doğura biləcəyini göstərir. Bunun əksinə olaraq, Javerin obrazı sərt, qurulmuş bir nizamın təcəssümüdür. Javer üçün qanun mütləq bir həqiqətdir; insanların dəyişə biləcəyi fikri onun bütün zehni sistemini sarsıdır. Javerin daxili münaqişəsi qanun və vicdan arasındakı tarixi münaqişənin psixoloji əksidir. Fantinanın obrazı cəmiyyət tərəfindən qadınların vəhşicəsinə zülmüdür. Yoxsulluq üzündən bədənini, saçlarını və nəticədə insanlığını itirməyə məcbur olan Fantinanın faciəsi, Hüqonun dövrün sosial quruluşuna qarşı ən sərt tənqidlərindən biridir. Kozettanın uşaqlıqdakı qorxulu tənhalığı sevginin insan ruhunu necə sağaltdığını, Mariusun obrazı isə gəncliyin idealizmini və inqilabi romantizmini təmsil edir.

Romanın fonunda Paris üsyanları tarixi bir hadisədir. Onlar xalqın boğulmuş qəzəbini simvollaşdırır. Hüqo inqilaba siyasi məsələ kimi deyil, insan ləyaqətinin yaşaması uğrunda mübarizə kimi yanaşır. Hekayə dili son dərəcə gərgin, poetik və fəlsəfidir; Hüqo yerləri uzun təsvirlərlə təsvir edir, eyni zamanda personajların əhval-ruhiyyəsini qurur. Kanalizasiya səhnələri, qaranlıq küçələr, xarabalıqlar və barrikadalar romanın simvolik atmosferini gücləndirir; xüsusən də Paris yeraltı dünyası insan ruhunun boğulmuş qaranlığını təmsil edir. Hüqonun dili bəzən epik, bəzən sərt sosial manifesto kimidir. Romanın alt mətnində ədalət anlayışı daim şübhə altına alınır. Qanunla həqiqət arasındakı fərq vurğulanır. Hüqoya görə, bəşəriyyəti xilas edən cəza deyil, anlayış və sevgidir. Buna görə də, "Səfillər" insan təbiəti, sosial tənəzzül, yoxsulluq, din, əxlaq və vicdan mövzularında monumental bir intellektual əsərdir.

"Səfillər" yazıçı Viktor Hüqonun 1892-ci ildə nəşr olunmuş və XIX əsrin ən mükəmməl nəsri hesab edilən fransız romanıdır. Yalnız fransız ədəbiyyatının deyil, dünya ədəbiyyatının da ən görkəmli simalarından sayılan Viktor Hüqo özünün parlaq istedadının məhsulu olan əsərləri ilə bəşər bədii fikri tarixini zənginləşdirmişdir. Romanda XIX əsrin əvvəllərində on yeddi il ərzində (1815-ci ildən başlayaraq 1832-ci il İyun qiyamına qədərki

dövrdə) bir neçə fransız obrazın həyatı və qarşılıqlı münasibələri izlənilir.Viktor Hüqo "Səfillər"ə yazdığı ön sözdə romanın həmişə aktual olacağının səbəbini belə izah etmişdi: "Yer üzündə səfillik və nadanlıq var olduqca belə kitablar da həmişə yaşayacaq". Viktor Hüqonun bu əsəri bütün dövrlərin həcmcə ən uzun romanlarından hesab olunur. Romanın 510 min sözdən ibarətdir. Romandakı hadisələr 1815-ci ildə başlayır və 1832-ci ilin iyun qiyamı ilə başa çatır. Yazıçı bu roman üzərində 17 il fasilələrlə işləyib. "Səfillər" əsəri ədəbiyyat tarixində, dünya ədəbiyyatının nidasıdır kimi qiymətləndirilmişdir.

"Səfillər" trilogiyanın ilk romanıdır. Qəhrəmanları öz doğma yurd-yuvası ilə bağını qıran, başqa yerdə də qərar tuta bilməyən insanlardır. Böyük fransız yazıçısı Viktor Hüqo bir çox şeirlər, pyeslər və nəsr əsərləri yazmışdır. Onun ən maraqlı və yadda qalan əsərləri isə "Səfillər" və "Paris Notr-Dam kilsəsi" romanlarıdır. Böyük fransız yazıçısı və mütəfəkkiri Viktor Hüqonun məşhur "Səfillər" romanı XIX əsrdə Fransada baş verən tarixi hadisələrin və insan talelərinin epik mənzərəsi reallıqla qələmə alınmış yadda qalan bir əsərdir.

Hüqonun atası Napoleon ordusunun general olmuşdur. Balaca Viktorun uşaqlığı atası ilə birlikdə Marseldə, Korsikada, Elbada, İtaliya və İspaniyanın müxtəlif şəhərlərində keçmişdir. Bu, onun dünyagörüşünə böyük təsir göstərmişdir. Böyük ədibin əsərləri Azərbaycan dilinə XIX əsrin sonlarından etibarən tərcümə olunmağa başlamışdır.

Dahi Hüqonun ölməz "Səfillər" əsərinə Lev Tolstoy onu "fransız ədəbiyyatının ən yaxşı romanı adlandırmışdı. Bu şah əsər ədibin sahilsiz kədərinin ayrılmaz parçasıdır. Demək olar, bütün dünya dillərinə tərcümə olunaraq müəllifinə əbədi şöhrət qazandırıb. L.Tolustoyun fikriycə, "Səfillər" romanı hamı üçün yazılmış bir əsərdir. O bu gün də böyük oxucu kütləsinin marağındadır. Çünki istənilən zaman insana mənəvi zənginlik qazandırmaq qüdrətinə malikdir. Əgər "Səfillər" olmasaydı, dünya ədəbiyyatı həqiqətən də xeyli yoxsul görünərdi".

Viktor-Mari Hüqo-fransız romantik şair, dramaturq, yazıçı, romançı və rəssamdır, 26 fevral 1802-ci ildə Bezansonda anadan olub və 22 may 1885-ci ildə Parisdə vəfat edib. Fransanın ən mühüm yazıçılarından biri hesab olunur. Eyni zamanda fransız XIX əsr ədəbiyyatı tarixində qəti fikirli vacib ideoloq və siyasi şəxsiyyət kimi tanınıb. Adı tarixdə 100-dən çox öyrənilmiş şəxsiyyətlər siyahısına daxil edilib. Hüqo başlıca olaraq özünün poetik və dramatik əsərləri ilə şöhrət qazanmışdır. Nəzm əsərləri arasında "Düşüncələr" (Les Contemplations) və "Əsrlərin əfsanəsi" (Légende des siècles) kimi poemaları daha məşhurdur. Dünya oxucularının isə ən çox bəyəndiyi əsərləri "Səfillər" (Les Misérables, epopeya) və "Notrdam kilsəsinin qozbeli"(Notre Dame de Paris), "Edam Məhkumunun Son Günü" romanlarıdır.

Onu məşhurlaşdıran ilk kitabı “Paris Notr-Dam kilsəsi” romanıdır. 1862-ci ildə isə dünya ədəbiyyatının incisi hesab olunan “Səfillər” romanı ərsəyə gəlib. 1851-1870-ci illərdə siyasi səbəblər üzündən sürgün həyatı yaşayıb. Viktor Hüqonun sürgün illərində qələmə aldığı və insan ruhunun heyrətamiz portretini çəkən “Dəniz zəhmətkeşləri” və “Gülən adam” romanlarını yazıb.

“Səfillər” romanı əski dustaq Jan Valjanın çarpışmaları və xilasolma sərgüzəştləri üzərində qurulmuşdur. Katorqadan min bir əzabla azadlığa çıxmış Jan Valjan gecələmək üçün döydüyü bütün qapılardan qovulan, rədd edilən bir səfildir. Ona öz mərhəmət qucağını açmış, qarnını doyuzdurub, gecələməyə yer vermiş olan yeganə adam yepiskop Miriel Benvenü olmuşdur. Əvəzində isə ona pənah gətirən səfil tərəfindən qarət olunmuş yepiskop oğurlanmış gümüş əşyaları ona bağışladığını söyləyərək, onu tutub gətirən polisdən azad buraxılmasını tələb edərək, Jan Valjana deyir: “Jan Valjan qardaşım, siz artıq şərə tabe deyilsiniz, xeyirin ixtiyarındasınız. Mən sizin ruhunuzu satın alıram. Mən sizin ruhunuzu qara fikirlərdən və zülmət dünyasından xilas edib Allaha tapşırıram.” “Səfillər” romanının qəhrəmanı Jan-Valjan insanların arasındadır, ancaq insansızdır. Çünki insanlarda ona qarşı mərhəmət duyğusu yoxdur. Çünki katorqalıda insanı görən yoxdur. Çünki insanlar üçün Jan-Valjan canlı şəxsiyyət yox, katorqalı anlayışının ifadəsidir. Soruşan yoxdur ki, nə üçün Jan-Valjan katorqaya düşüb, nə səbəbə cəzalanıb?

Həbsxanadan çıxıb azadlığa qovuşan Valjan artıq çox fərqli bir insandı. Yenidən həyata tutunmağa çalışsa da, keçmiş məhkum olduğundan cəmiyyət tərəfindən qəbul olunmur. Nə qarnını doydura biləcək çörək, nə də soyuq günlərdə qala biləcək yer tapır. Daha sonra yepiskop Miriel Benvenü qarşılaşan Valjan bir qədər ümidlənir. Yepiskop ona qalmağa yer və yemək verir. Fəqət həbsxanada yaşadıqları və azadlığa çıxandan sonra cəmiyyətin rəftarı onun bütün hiss və duyğularını itirməsinə səbəb olur. Yepiskop bu əşyaların hədiyyə olduğunu və oğurlanmadığını deyir və Valjanin sərbəst qalmasına yardım edir. Daha sonra yepiskop ona daha iki gümüş şamdan verir və bir tek şey: bütün bu gümüşləri yaxşı insan olmaq yolunda xərcləməyi istəyir. Bu hadise Jan Valjanin yox olan duyğularını yenidən geri qaytarır.

İllər sonra Jan Valjan saxta kimlik sənədi ilə iş həyatına başlayır və uğur qazanır. O artıq zəngindir və qəsəbənin ən sevilən insanlarından biridi. Amma keçmişi onu daim təqib edir. Onun əslində kim olduğundan sadəcə bir polis məmuru Javer şüphələnsə də, əlindən heç bir şey gəlmir. Daha sonra Jan Valjanin həyatına ciddi təsir edə bilən bir qadın girir. Fantina Valjanin fabrikində çalışan və kiçik qızı olan kasıb bir qadındı. Zamanının əxlaq anlayışı və atası bəlli olmayan bu qadın qızı üçün hər cür fədakarlığa hazırdı. Günlərin birində həbs olunma təhlükəsi ilə qarşılaşan Fantinanı Jan Valjan xilas edir və onu evinə gətirir. Evində qadını müalicə

etdirir. Lakin Fantina ölüm yatağında son vəsiyyətini kədərlə Valjana söyləyir. Jan Valjandan qızına sahib çıxmasını istəyir. Jan da öz növbəsində ona söz verir. Bu qara mühit, Fantinanı Valjandan alır.

Jan Valjanin həyatı yenidən dəyişişir. Özünə oxşayan və Jan Valjan iddiası ilə günahsız biri həbs olunur. Öz yerinə başqasının tutulmasını vicdanına sığdırmayan Valjan əslində kim olduğunu açıqlamaq qərarına gəlir. Amma Fantinaya verdiyi söz onu bu addımı atmasına mane olur. Onun qızı Kozettanı himayəsinə götürür və yeni həyata başlayır.

İllər keçir Kozetta artıq böyümüş və gözəl bir qız olmuşdu. Jan Valjan saxta kimlikli həyatına davam etsə də polis müfəttişi Javer onun izini buraxmır. Bu sırada Kozetta Marius adlı bir gəncə aşiq olur. Amma Javer Valjanin, əslində, kim olduğunu tapır və gənc sevgililər ayrılmaq məcburiyyətində qalırlar. Hadisələrin gedişatı bu cür davam edən anda qiyam baş verir.

Kozettanin sevgilisi və polis memuru Javer qiyamçılar sırasında olurlar. Onlara edam cəzası verilir. Bu sırada Jan Valjan yenidən ortaya çıxır və edam etmə vəzifəsi ona verilir. Lakin Jan polis memurunun qaçması üçün şərait yaradır. Bu sırada qarşıdurmalar yenidən başlayır və Marius ağır yaralanır. Onun həyatını xilas eden Jan Valjan Mariusu xəstəxanaya aparır.

Daha sonra Marius sağalır və Kozetta ilə evlənir. Jan Valjan da bir müddət sonra həyatdan köçür. Bir zamanlar yepiskopun ona verdiyi iki gümüş şamdanı heç vaxt yanından ayırmır və sonda da məzarının başına qoyulur. Jan Valjan yepiskopun bütün bu yaxşılıqlarının əvəzində tutmuş olduğu bu naqis hərəkətdən vicdan əzabı çəkmiş olur. Onun daxilində qəribə bir çevrilişin baş verdiyi hiss olunmaqdadır. O, sanki başqa bir adam olmuşdur. Onun qəlbində hər şey dəyişmiş, artıq o, yepiskopun onun qəlbinə toxunan sözlərinin təsirini puç etməyə qadir deyildi.

Onun sifətindəki nur isə mərhəmətin ifadəsidir. Mərhəmət isə onun daxilində ali inamdır. Mərhəmətin gördüyü işi heç nə görə bilməz. Həqiqət deyilməlidir. Jan-Valjan insanlara öz keçmişini bildirməlidir, özünü katorqalı olduğunu sübut etməlidir. Həmin məqamda Jan-Valjan öz şəxsiyyətini, insani ləyaqətini təsdiq edir. Ölür. Dirilməkçün.

Viktor Hüqonun roman-epopeyasını bir sözlə və ya bir cümlə ilə təsvir etmək mümkün deyil. Zalımlığın və mərhəmətin bütün sifətləri bir əsərdə toplanıb. Və əlbəttə, bütün bunların həddi-hüdudu yoxdur. Lakin zalımlığı fəth edən və insanın əzabına son verəcək bir ümid var. Viktor Hüqo inanılmaz ruhani və fiziki güclü bir insanı təsvir edib. Baş qəhrəmanın həyatı ağrı və əzabdan ibarətdir.

Əsərdə qanunun və xeyirxahlığın təbiəti tədqiq edilir, əsər Fransa tarixi, Paris memarlığı, siyasət, əxlaq fəlsəfəsi, hüquq, din, romantik məhəbbət və ailə sevgisinin təbiəti və tipləri kimi mövzularla genişləndirilir. Məzmun dəlillərə əsaslanmış və tarixi hadisələrlə zəngin olduğundan tarixi fiksiya hesab edilir. Belə güman edilsə də, romanın fonunda Fransa inqilabı dayanmır. Fransa inqilabı XVIII əsrdə baş vermiş, "Səfillər" isə XIX əsrdə yazılmışdır. Adı çəkilən "inqilab" isə tarixdə 1832-ci il tələbə üsyanı ilə yadda qalmışdır.

"Səfillər" Valjan adlı obrazın nifrət və kinlə dolu dünyadan inqilab edib çıxması və sevgi ilə qürub etməsindən bəhs edən bir əsərdir. Zalımlığın və mərhəmətin bütün sifətləri bir əsərdə toplanıb. Viktor Hüqo romanda inanılmaz ruhani və fiziki güclü bir insanı təsvir edib.

KAYNAKLAR

1.Viktor Hüqo. Səfillər: I-cilt Umut Matbaacılık-2004,səh.400

2.Viktor Hüqo. Səfillər: II-cild Umut Matbaacılık-2004,səh.767

3.Viktor Hüqo. Səfillər: III-cild Umut Matbaacılık-2004,səh.1136

4.Viktor Hüqo. Səfillər: IV-cild Umut Matbaacılık-2004,səh.1439

MƏHƏMMƏD FÜZULİNİN QƏSİDƏ YARADICILIĞI

MOHAMMED FIZULI'S GASİDA CREATİVİTY

Prof. Dr. Elman Guliyev

Azerbaycan, Bakü

Azerbaycan Dövlet Pedagoji Üniversitesi

Türkoloji merkezin Türk edebiyatı bölümünün başkanı

Orcid: 0000-0001-5413-9479

elman.guliyev1958@gmail.com

Özet

Məhəmməd Füzulinin lirikası janr baxımından yalnız qəzəl və qəsidələrlə məhdudlaşmır. Onun lirikası qitə, rübai, mürəbbe, müxəmməs, müsəddəs, tərcibənd, tərkibbənd, təxmis və s. kimi janrlar daxilində daha da zənginləşir. Məqalədə əsasən şairin qəsidə yaradıcılığı araşdırılmışdır. Füzulinin qəsidələrində ictimai səciyyə daşıyan problemlərə əhəmiyyətli dərəcədə münasibət bildirilmişdir. Şairin ictimai-fəlsəfi, əxlaqi-didaktik ruhlu qəsidələrində qoyulan əsas problem insanın cəmiyyətdə və həyatda rolu ilə bağlı düşüncələrdən ibarətdir.

Anahtar kelimeler: M.Füzuli, qəsidə, yaradıcılıq, xalq, şeir

Abstract

The lyrics of Muhammad Fuzuli are not limited to ghazals and qasidas in terms of genre. His lyrics are further enriched within genres such as qitas, rubai, murabbe, mukhammas, mu saddas, terjiband, taghbarband, takhmis, etc. The article mainly examines the poet's qasida creativity. Fuzuli's qasidas express a significant attitude to problems of a social nature. The main problem posed in the poet's socio-philosophical, moral-didactic qasidas consists of thoughts about the role of man in society and life.

Keywords: M. Fuzuli, gasida, creativity, people, poetry

GİRİŞ

Böyük Azərbaycan şairi Məhəmməd Füzulinin lirik yaradıcılığında qəzəl janrı mühüm yer tutmasına və qəzəl şairi adlandırılmasına baxmayaraq, onun yaradıcılığında qəsidə nümunələrinin də xüsusi yeri vardır. Füzuli Azərbaycan, fars və ərəb dillərində yüzdən çox qəsidə yazmışdır. O, qəsidə şəkilindən istifadə etməsinin səbəbini belə açıqlayır:

Məsnəvi üsuli, qəzəl sənəti
Qazanmış olsa da, aləmdə şöhrət
Lakin bir eybi var: ifratla, təfrit
Nə onda dad qoymuş, nə bunda ləzzət
Təkcə qəsidədir hər xeyir işdə,
Cilvələr saçaraq sayılır sənət

Füzulinin dünya, insan, cəmiyyət və s. problemlər barədə düşüncələri onun qəsidələrinin əsas mövzusunu təşkil edir. Füzuli yazmış olduğu qəsidələrdə bütün məsələlərə aşiq və filosof-şair gözü ilə baxır.

Füzulinin ana dilində yazılmış «Su» qəsidəsində Məhəmməd Peyğəmbərin tərifi yer alır. Şair Peyğəmbərin tərifindən ötrü sudan bir poetik obraz kimi istifadə edir. Bu da təsadüfü səciyyə daşımır. Füzuli suyu paklıq, saflıq, təmizlik rəmzi kimi götürür və Peyğəmbərin tərənnümü üçün bu əlamətlərdən lazımi formada istifadə edir:

Rövzeyi-kuyinə hərdəm durmayıb eylər güzar,
Aşiq olmuş, qaliba, ol sərvi-xoşrəftara su.
Su yolun ol kuydən torpaq olub tutsam gərək,
Çün rəqibimdir, dəxi ol kuyə qoyman varə su.
Dəstbusi arizusundan gər ölsəm, dustlar,
Kuzə eylin torpağım, sunun onunla yarə su.
Sərv sərkəşlik qılır qümri niyazından, məgər,
Damənin tuta, əyağinə düşə, yalvarə su.
İçmək istər bülbülün qanın, məgər bir rəng ilə
Gül budağının mizacına girə, qurtarə su.
Tinəti-pakini rövşən qılmış əhli-aləmə,
İqtida qılmış təriqi-Əhmədi-Muxtarə su.

Füzulinin qəsidələrində ictimai səciyyə daşıyan problemlərə əhəmiyyətli dərəcədə münasibət bildirilir:

Hökmdür hökm ki, dünyayə verər ziybi-nizam,
Hökmdür hökm ki, din rəsmini eylər əhya.
Hökm gər olmasa dünyayə salır zülm fəsad,
Hökm gər olmasa bulmaz nəsəqi-mülk bəqa.
Hakim oldur ki, müvafiq ola hökmünə qədər,
Hakim oldur ki, mütabiq ola əmrinə qəza.
Hakim oldur ki, onun olmaya zatında təmə',
Hakim oldur ki, onun olmaya felində riya.
Şəm'dən görsə ki, pərvanəyə bir zülm yetər
Kəsə başın, deməyə zaye olur nəfi-ziya.

«Ənisül-qəlb» («*Ürək dostu*») Füzulinin məşhur qəsidələrindən biridir. İctimai-fəlsəfi, əxlaqi-didaktik ruhlu qəsidədə qoyulan əsas problem insanın cəmiyyətdə və həyatda rolu ilə bağlı düşüncələrdən ibarətdir:

Gözü doymaz hərisin dəhrdə, çünki həris insan
Olarsa şahi-İran tutmaq istər mülki-Turani.
Tamahla odlanan bir qəlbin heç vaxt atəşi sönməz
Qızıldan ötrü şiddət kəsb edər hər ləhzə böhrani.

Qəsidədə hökmdar və xalq probleminə xüsusi diqqət ayırılır:

Olarsa şah zalım, xəlq xoş gün görməz aləmdə,
Xilas olmaz bəladən bir qoyun, qurd olsa çobani.
Sənin xeyrin üçün kəndli ağac əkmişdir, ey hakim,
Kəsib təxt qurma ondan, eyləmə məyus dehqani.

Müəllif hökmdarları əsas hədəf kimi seçərək onları ədalətə dəvət edir. O, göstərir ki, xalqın taleyi hökmdarlardan asılıdır. Hökmdar nə qədər ədalətli olsa, xalqın rifahı da bir o qədər xoş olar. Ona görə də,

Füzuli hökmdarlara üz tutaraq onlara taxt-taclarını zülm əməlləri ilə yox, ədalət fərmanları ilə bəzəmələrini məsləhət görür:

Çalış xəlqə xeyir ver, xoş sifətlərlə qazan hörmət,
Arı bal vermək ilə əldə etmiş şöhrəti, şani.
Bəzərsən cismini bica yerə əlvan libas ilə,
Gəlibsən lüt cəhanə, lüt edərsən tərk dünyani.

Füzulinin lirikası janr baxımından yalnız qəzəl və qəsidələrlə məhdudlaşmır. Onun lirikası qitə, rübai, mürəbbe, müxəmməs, müsəddəs, tərcibənd, tərkibbənd, təxmis və s. kimi janrlar daxilində daha da zənginləşir. Bu sırada şairin mövzu, məzmun və ideya baxımından fərqlənən qitələri önəmli yer tutur.

«Padişahi-mülk…» qitəsində ictimai-siyasi motiv olduqca güclüdür. Burada üz-üzə dayanan iki fateh qarşılaşır. Maddi aləmin sultanı ilə söz mülkünün sultanının qarşılaşdığı səhnədə ikincinin qalib obrazı canlandırılır. Füzuli haqlı olaraq maddiyatı keçici, mənəviyyatı əbədi hesab edir. Ona görə də, söz mülkünün sultanı kimi özünün əzəmət və qüdrətini nümayiş etdirməkdən çəkinmir. Şair maddi aləm fatehinin miskin və məğlub durumunu haqqın, mənəviyyatın qalibiyyət təntənəsi kimi nəzərə çatdırır. Çünki tamah, zülm hesabına qurulan səltənətlərin heç biri "dövranı-fələyin" tələtümləri qarşısında dözə bilmir. Füzuli qitədə bu məqamı xüsusi qabardır və onu ictimai-siyasi kontekstdə mənalandırılır:

Padişahi-mülk dinarü dirəm rişvət verib,
Fəthi-kişvər qılmağa eylər mühəyya ləşkəri.
Yüz fəsadü fitnə təhrikilə bir kişvər alır,
Ol dəxi asari-əmnü istiqamətdən bəri.
Göstərən səatdə dövrani-fələk bir inqilab,
Həm özü fani olur, həm ləşkəri, həm kişvəri.

Füzuli şeirdə fikirlərini tamahkar və qaniçən hökmdarla müqayisədə təqdim edir. Bu hissədə söz mülkünün sultanının əməl və aqibəti fərqli şəkildə diqqətə çatdırılır. Şair qəhrəmanına əməllərindən qürur duymasına haqq qazandırır. Çünki Füzuliyə görə könüllər mülkünün sultanını dünyanın heç bir "asibi-dövri-ruzigar"ı yıxa bilməz:

Payimal etməz onu asibi-dövri-ruzigar,
Eyləməz təsir ona dövrani-çərxi-çənbəri.
Qılmasın dünyadə sultanlar mənə təklifi-cud,
Bəsdürür başımda tovfiqi-qənaət əfsəri.

Füzulinin rübailərini həm Azərbaycan, həm də fars dilində yazmışdır. Füzuli rübailərinin mövzu dairəsi müxtəlif olsa da, onun məhəbbət tərənnümlü rübailəri çoxluq təşkil edir. Sevgi və çağırış Füzuli rübailəri üçün başlıca göstəricidir. Füzulidə sevgi Allaha olan sevgidır , çağırış isə Allaha qovuşmaq, ona doğru hərəkət etmək çağırışıdır. Füzuli rübailərində mənəvi kamilləşmə və mənəvi təkamül xətti inkişaf edərək bütün sərhədləri aşır və bəşəri dəyər qazana bilir :

Məcnun oda yandı şöleyi-ah ilə pak,
Vamiq suya batdı, eşqdən oldu həlak.
Fərhad həvəs ilə yelə verdi ömrün,
Xak oldular onlar, mənəm imdi ol xak.

KAYNAKLAR

- Əzizağa Nəcəfzadə. Füzuli–şairin yaradıcılıq psixologiyası Bakı, Mütərcim, 2012, 140 səh.
- Əlibəyzadə E. M. Azərbaycan dilinin tarixi. İki cilddə. II cild. Bakı: Azərnəşr, 2008, s. 152-215.
- M.Füzuli əsərləri .Altı cilddə .II cild. Bakı 2005

`NİZAMİ GƏNCƏVİNİN "SİRLƏR XƏZİNƏSİ" POEMASINDA XIV MƏQALƏT: "HAQSIZLIQ VƏ DOĞRULUQ"

Ulduz Fərhad Qəhrəmanova, filologiya üzrə fəlsəfə doktoru,

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, "Ədəbiyyat" kafedrasında dosent

ulduzkahraman1@gmail.com,

Orcid İD: 0009-0003-4418-9319

Abstrakt

Nizami Gəncəvinin "Sirlər xəzinəsi" poemasında XIV məqaləti olan "Haqsızlıq və doğruluq" adlı bölmənin ilk misralarında öküzə, ulağa, harınlığa tay olanlara müraciət edərək deyir ki, ömrü-günü qəflətdə keçirərək zay etmə! Batıb-çıxan Günəşin gərdişindən (həərəkətindən) xəbərsiz olma! Şairə görə, müdrik olmaq lazımdır. Müdriklərin əməli aləmdə ona şöhrət (insanın öz zəhməti, istedadı, məharəti ilə hamı tərəfindən tanınması, ad-san, məşhurluq qazanması) gətirər. Nadanlar isə qəflətdə yatmaqla aləmə möhnət (qəm-kədər) gətirər. Bu həyatda əbəs yatmaq olmaz, indi hünər-qeyrət dəmidir. Həyatda ülviyyətə çatmağa həvəs göstərmək lazımdır. İnsanoğlu aqiltək ayıq olmalıdır, axırını dərk etməlidir.

İnsanoğlunun dünyadakı şan-şöhrəti kamalına görədir. Adın, hünərin kamaalına görə ölçülər. Kamalsız insanın dünyada adı, hünəri çətin ki olar. İnsanoğlu qaranlığa nur saçan çıraq olmalıdır. Qaranlıqdan yaxanı işıqtək qurtarmalısan. Şair sual edir ki, insanoğlu nə üçün ömrü boyu qara fikir içində yaşamalıdır? Ömrünü hərisliyə bada vermə, tamahının odunda qaralma. Ədalətin mizanı ürəyinin düzlüyü olmalıdır. Şair Nizami İnsanoğluna tövsiyə edir ki, bu dünyada nafilə bada getmək istəmirsənsə, düzlüyünü həmişə qorumalısan.

Açar sözlər: kamal, düzlük, dünya, nadan, müdrik

Ulduz Farhad Kahramanova, PhD in Philology,

Associate Professor at the Department of Literature, Azerbaijan State Pedagogical University

Abstract:

In the section titled "Injustice and Truth"—which constitutes the fourteenth *maqalat* (discourse) of Nizami Ganjavi's poem *Makhzan al-Asrar* (The Treasury of Mysteries)—the poet addresses those who resemble oxen, donkeys, or the insolent, urging them not to squander their lives in a state of heedlessness. He calls upon them not to remain oblivious to the cycle of the rising and setting sun. According to the poet, one must possess wisdom. The deeds of the wise bring them renown in the world—recognition by all through one's own labor, talent, and skill, as well as the attainment of fame and a good name. Conversely, the ignorant, by slumbering in heedlessness, bring only sorrow and grief to the world. One cannot simply sleep away this life; now is the time for virtuous action and noble endeavor. One must strive to attain spiritual sublimity. Human beings must remain vigilant like the wise and comprehend the ultimate consequences of their actions.

A person's worldly renown is a reflection of their perfection and excellence. One's reputation and talents are measured by the depth of one's wisdom and virtue; indeed, a person lacking such qualities is unlikely to possess any true renown or skill. A human being ought to be a lamp that sheds light upon the darkness, breaking free from obscurity just as light pierces the gloom. The poet asks: why should a person spend their entire life dwelling in dark thoughts? Do not squander your life on greed, nor let yourself be blackened by the fires of avarice. The scales of justice must be balanced by the integrity of your heart. Nizami advises that if one wishes not to waste one's life in vain, one must always uphold one's integrity.

Keywords: wisdom, virtue, integrity, world, the ignorant, the wise

Nizami Gəncəvinin "Sirlər xəzinəsi" poemasında XIV məqaləti olan "Haqsızlıq və doğruluq" adlı bölmənin ilk misralarında öküzə, ulağa, harınlığa tay olanlara müraciət edərək deyir ki, ömrü-günü qəflətdə keçirərək zay etmə! Batıb-çıxan Günəşin gərdişindən (həərəkətindən) xəbərsiz olma! Şairə görə, müdrik olmaq lazımdır. Müdriklərin əməli aləmdə ona şöhrət (insanın öz zəhməti, istedadı, məharəti ilə hamı tərəfindən tanınması, ad-san, məşhurluq qazanması) gətirər. Nadanlar isə qəflətdə yatmaqla aləmə möhnət (qəm-kədər) gətirər. Bu həyatda əbəs yatmaq olmaz, indi hünər-qeyrət dəmidir. Həyatda ülviyyətə çatmağa həvəs göstərmək lazımdır. İnsanoğlu aqiltək ayıq olmalıdır, axırını dərk etməlidir.

İnsanoğlunun dünyadakı şan-şöhrəti kamalına görədir. Adın, hünərin kamaalına görə ölçülər. Kamalsız insanın dünyada adı, hünəri çətin ki olar:

"Kamalına görədir şan-şöhrətin dünyada,

Onsuz adın, hünərin olar çətin dünyada” (5, s.109)

Səni yaradan səni inan ki, ulaq görmək istəməz. İnsanoğlu ya ağlı ilə ucalıb al Günəşə qovuşmalıdır, ya da kamalı ilə uca dərgahın qapısından sovuşmalıdır (uzaqlaşmalıdır). İnsanoğlunun huşyarını (ağlını) əlindən alan şərabdır. Şərab, mey səni ağıllı etməz, əyyaş edər. Şərab səni key edər, varlığını unutdurar:

“İçmə, huşyar eyləməz o içdiyin mey səni,

Yaddan çıxar varlığın, şərab eylər key səni”. (5, s.109)

Şairə görə, sərxoşluğa uyan kəs ömürlük ələm (qəm) çəkər, ömürlük aqilliyin üstünə qələm çəkər:

“Sərxoşluğa uyan kəs ələm çəkər ömürlük

Aqilliyin üstünə qələm çəkər ömürlük” (5. s.109)

Qamətin əlif kimi düzdürsə, öyünmə, lovğalanma. Bir gün gələr fələk əlif qamətini əyər:

“Əlif kimi öyünmə düzdür deyə qamətin,

Lovğalıqdan əyilər bu fələyə qamətin” (5, s.109)

İnsanoğlu qaranlığa nur saçan çıraq olmalıdır. Qaranlıqdan yaxanı işıqtək qurtarmalısan. Şair sual edir ki, insanoğlu nə üçün ömrü boyu qara fikir içində yaşamalıdır? Ömrünü hərisliyə bada vermə, tamahının odunda qaralma. Ədalətin mizanı ürəyinin düzlüyü olmalıdır:

“Doğruluğun harda ki, ucalıbdır bayrağı,

Haqq əliylə fələkdən öc alıbdır bayrağı” (5, s.110)

Poemanın XIV məqalətinə aid olan “Zalım şahla düz danışan qocanın hekayəti” adlı hekayədə də düzlük, doğruluqla bağlı şairin nəsihətlərinə rast gəlirik :

“Öz düzlüyü kimsəni verməz bada dünyada,

Düz sözüylə kimsəyə yetməz qada dünyada” (5, s.113)

Misralardan da göründüyü kimi, şair Nizami İnsanoğluna tövsiyə edir ki, bu dünyada nafilə bada getmək istəmirsənsə, düzlüyünü həmişə qorumalısan.

Ədəbiyyat:

1. Azərbaycan ədəbiyyatı tarixi. 1 c. Bakı, Elm, 1960.

2. Azərbaycan ədəbiyyatı tarixi. VI cilddə, 2 c., Bakı, Elm, 2007

3. Ə.Səfərli, X.Yusifov. Qədim və orta əsrlər Azərbaycan ədəbiyyatı. Bakı, Maarif, 1982, 1998

4. Əlibəyzadə E. Azərbaycan ədəbiyyatı tarixi. Ən qədim dövrlər. Bakı, Qarabağ, 2009

5. Nizami Gəncəvi, “Sirlər xəzinəsi”, Çaşıoğlu, 2004, 167 s.

BİOLOGİYANIN TƏDRİSİNDƏ RƏQƏMSAL TEXNOLOGİYALARIN TƏTBİQİNİN ŞAGİRDLƏRİN ELMİ-İDRAK FƏALİYYƏTİNƏ TƏSİRİ

Abdullayeva Təranə Qeyis

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

Bakı, Azərbaycan

Biologiya və onun tədrisi texnologiyası kafedrasının dosenti

Orcid:0000-0002-9151-8950

XÜLASƏ

Məqalədə biologiyanın tədrisində rəqəmsal texnologiyaların tətbiqinin şagirdlərin elmi-idrak fəaliyyətinə təsiri araşdırılmışdır. Tədqiqatın əsas məqsədi rəqəmsal tədris vasitələrinin şagirdlərin bioloji bilikləri mənimsəməsi, məlumatların təhlili və interpretasiyası, müşahidə aparması, müqayisə etməsi, problem həll etməsi, elmi fərziyyələr irəli sürməsi və əsaslandırılmış nəticələr çıxarması prosesində rolunu müəyyənləşdirməkdən ibarətdir. Tədqiqat zamanı pedaqoji müşahidə, sorğu, testləşdirmə, pedaqoji eksperiment, müqayisəli təhlil və statistik qiymətləndirmə metodlarından istifadə edilmişdir. Biologiya təlimində interaktiv təqdimatlar, animasiyalar, virtual laboratoriyalar, simulyasiyalar, elektron resurslar və rəqəmsal qiymətləndirmə vasitələrinin tətbiqi nəzərdən keçirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, rəqəmsal texnologiyaların məqsədyönlü və metodik cəhətdən əsaslandırılmış istifadəsi şagirdlərin fəal idrak fəaliyyətinin təşkilinə, mürəkkəb bioloji proseslərin vizuallaşdırılmasına, elmi məlumatlarla işləmə və tədqiqat bacarıqlarının inkişafına imkan yaradır. Rəqəmsal texnologiyaların xüsusilə probleməsaslı və tədqiqatəsaslı təlimlə inteqrasiyası şagirdlərin analitik və tənqidi düşünmə, məlumatların qiymətləndirilməsi, səbəb-nəticə əlaqələrinin müəyyənləşdirilməsi və elmi nəticələrin əsaslandırılması bacarıqlarının inkişafı baxımından əhəmiyyətli hesab edilmişdir. Bununla yanaşı, rəqəmsal vasitələrin effektivliyinin onların mövcudluğundan deyil, təlim məqsədinə uyğun seçilməsindən, müəllimin rəqəmsal-pedaqoji kompetensiyasından və şagirdin fəal fəaliyyətinə yönəldilməsindən asılı olduğu müəyyən edilmişdir. Nəticə etibarilə, rəqəmsal texnologiyaların biologiya təliminə inteqrasiyası müasir, şagirdyönümlü və tədqiqatəsaslı təlim mühitinin formalaşdırılması üçün mühüm metodik imkanlar yaradır.

Açar sözlər: biologiya tədrisi, rəqəmsal texnologiyalar, rəqəmsal təlim, elmi-idrak fəaliyyəti, tədqiqat bacarıqları, rəqəmsal savadlılıq, interaktiv təlim, virtual laboratoriya, simulyasiya, probleməsaslı təlim, tədqiqatəsaslı öyrənmə, elmi düşünmə.

THE IMPACT OF THE APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN BIOLOGY TEACHING ON STUDENTS' SCIENTIFIC AND COGNITIVE ACTIVITY

Abdullayeva Tarana Geyis

Azerbaijan State Pedagogical University

Baku, Azerbaijan

Associate Professor, Department of Biology and Teaching Technologies

ORCID: 0000-0002-9151-8950

ABSTRACT

This article investigates the impact of the application of digital technologies in biology teaching on students' scientific and cognitive activity. The main objective of the study is to determine the role of digital teaching tools in students' acquisition of biological knowledge, analysis and interpretation of information, observation, comparison, problem-solving, formulation of scientific hypotheses, and development of evidence-based conclusions. The study employed pedagogical observation, questionnaire surveys, testing, a pedagogical experiment, comparative analysis, and statistical evaluation methods. The application of interactive presentations, animations, virtual laboratories, simulations, electronic resources, and digital assessment tools in biology education was examined. The findings indicate that the purposeful and methodologically grounded use of digital technologies facilitates the organization of students' active cognitive engagement, visualization of complex biological processes, and development of scientific information processing and research skills. In particular, the integration of digital technologies with problem-based and inquiry-based learning was found to be important for developing students' analytical and critical thinking, information evaluation, identification of cause-and-effect relationships, and ability to substantiate scientific conclusions. At the same time, the effectiveness of digital tools was found to depend not merely on their availability, but on their appropriate selection according to instructional objectives, teachers' digital pedagogical competence, and their integration into activities that promote students' active participation. Consequently, the integration of digital technologies into biology education creates significant methodological opportunities for developing a modern, student-centered, and inquiry-based learning environment.

Keywords: biology teaching, digital technologies, digital learning, scientific and cognitive activity, research skills, digital literacy, interactive learning, virtual laboratory, simulation, problem-based learning, inquiry-based learning, scientific thinking.

GİRİŞ

Müasir təhsil sistemində baş verən fundamental dəyişikliklər təlim prosesinin məzmunu, təşkili və metodoloji əsasları ilə yanaşı, tədrisdə istifadə olunan vasitələrin də yenidən nəzərdən keçirilməsini zəruri edir. Rəqəmsallaşma prosesinin cəmiyyətin bütün sahələrinə, o cümlədən təhsil sisteminə sürətlə inteqrasiyası şagirdlərin bilik əldə etmə, məlumatı emal etmə, təhlil və tətbiqetmə imkanlarının genişlənməsinə şərait yaradır. Bu baxımdan rəqəmsal texnologiyaların təlim prosesinə məqsədyönlü və pedaqoji baxımdan əsaslandırılmış şəkildə inteqrasiyası müasir məktəbin qarşısında duran mühüm vəzifələrdən biri kimi çıxış edir. Xüsusilə təbiət elmlərinin, o cümlədən biologiyanın tədrisində rəqəmsal texnologiyalardan istifadə şagirdlərin yalnız nəzəri biliklərinin artırılmasına deyil, həm də onların elmi dünyagörüşünün, tədqiqat bacarıqlarının və elmi-idrak fəaliyyətinin inkişafına mühüm imkanlar yaradır.

Biologiya canlı sistemlərin quruluşunu, funksiyalarını, inkişaf qanunauyğunluqlarını, canlı orqanizmlərin bir-biri və ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqələrini öyrənən mürəkkəb və çoxşaxəli elm sahəsidir. Fənnin məzmununda mikroskopik səviyyədən biosfer səviyyəsinə qədər müxtəlif iyerarxik təşkilatlanma səviyyələrinin, mürəkkəb bioloji proseslərin, zaman və məkan baxımından birbaşa müşahidəsi çətin olan hadisələrin öyrənilməsi mühüm yer tutur. Bu xüsusiyyətlər biologiyanın tədrisində ənənəvi verbal və reproduktiv təlim yanaşmaları ilə yanaşı, vizuallaşdırma, modelləşdirmə, interaktiv müşahidə, virtual eksperiment və rəqəmsal məlumatların təhlili kimi imkanlardan istifadəni də aktuallaşdırır. Rəqəmsal texnologiyalar məhz bu baxımdan bioloji proseslərin daha aydın, dinamik və qarşılıqlı əlaqəli şəkildə təqdim edilməsinə imkan verən mühüm didaktik vasitələrdən biri hesab edilə bilər[1].

Müasir rəqəmsal təhsil mühiti yalnız kompüter və elektron resursların istifadəsi ilə məhdudlaşmır. Buraya interaktiv təqdimatlar, elektron dərsliklər, rəqəmsal laboratoriyalar, virtual mikroskoplar, simulyasiyalar, təhsil platformaları, onlayn məlumat bazaları, mobil tətbiqlər, sensor texnologiyaları, verilənlərin vizuallaşdırılması vasitələri, rəqəmsal xəritələr və süni intellekt əsaslı təhsil alətləri kimi müxtəlif texnologiyalar daxildir. Bu vasitələrin hər biri biologiyanın konkret məzmun sahəsinə uyğun şəkildə tətbiq edildikdə şagirdin təlim obyektinə münasibətini dəyişə, onun müşahidə, müqayisə, təsnifləndirmə, hipotez irəli sürmə, səbəb-nəticə əlaqələrini müəyyənləşdirmə və nəticə çıxarma kimi idrak əməliyyatlarının fəallaşmasına şərait yarada bilər.

Şagirdlərin elmi-idrak fəaliyyəti biologiyanın tədrisinin əsas nəticələrindən biri kimi xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Elmi-idrak fəaliyyəti yalnız hazır biliklərin mənimsənilməsi deyil, həm də elmi məlumatların axtarılması, seçilməsi, sistemləşdirilməsi, müqayisəli təhlili, interpretasiyası, problemin müəyyənləşdirilməsi,

fərziyyələrin formalaşdırılması, müşahidə və eksperimentlərin aparılması, əldə edilmiş nəticələrin əsaslandırılması və yeni nəticələrin çıxarılması ilə xarakterizə olunur. Bu baxımdan müasir biologiya dərsinin əsas məqsədi şagirdə faktları və terminləri əzbərlətməklə məhdudlaşmamalı, onda elmi düşünmə və tədqiqat aparma bacarıqlarının formalaşdırılmasına istiqamətlənməlidir. Rəqəmsal texnologiyalar isə belə fəaliyyətin təşkili üçün əlavə imkanlar təqdim edir.

Biologiyanın tədrisində rəqəmsal texnologiyaların tətbiqinin mühüm üstünlüklərindən biri mürəkkəb və abstrakt bioloji proseslərin vizuallaşdırılmasıdır. Məsələn, hüceyrə bölünməsi, fotosintez, hüceyrə tənəffüsü, DNT replikasiyası, zülal biosintezi, genetik irsiyyət, ekosistemlərdə maddələr və enerji dövranı, populyasiya dinamikası və təkamül prosesləri kimi hadisələrin statik təsvirlərlə izahı şagird üçün müəyyən idrak çətinlikləri yarada bilər. Animasiya, üçölçülü modellər, interaktiv simulyasiyalar və virtual laboratoriyalar isə bu proseslərin dinamikasını mərhələli şəkildə müşahidə etməyə imkan verir. Beləliklə, şagird yalnız hazır təsviri qəbul edən subyekt deyil, prosesin ayrı-ayrı mərhələlərini müşahidə edən, dəyişənləri müqayisə edən və onların qarşılıqlı əlaqəsini müəyyənləşdirən fəal öyrənənə çevrilə bilər.

Rəqəmsal texnologiyaların digər mühüm imkanlarından biri eksperimental və tədqiqat fəaliyyətinin genişləndirilməsidir. Məktəb şəraitində bütün bioloji eksperimentlərin real laboratoriyada həyata keçirilməsi hər zaman mümkün olmur. Bunun səbəbləri laboratoriya avadanlıqlarının məhdudluğu, təhlükəsizlik tələbləri, vaxt və resurs çatışmazlığı, canlı materialla işləmənin çətinliyi və bəzi proseslərin uzunmüddətli müşahidə tələb etməsi ola bilər. Virtual laboratoriyalar və simulyasiya mühitləri bu məhdudiyyətlərin müəyyən hissəsini aradan qaldıraraq şagirdlərə müxtəlif dəyişənləri idarə etmək, eksperimentin gedişini müşahidə etmək, nəticələri müqayisə etmək və təkrar sınaqlar aparmaq imkanı verir. Bu isə onların eksperimental düşünmə və elmi problem həll etmə bacarıqlarının inkişafına xidmət edə bilər[2].

Rəqəmsal texnologiyalar həmçinin biologiya üzrə məlumatların toplanması və emalında yeni imkanlar yaradır. Şagirdlər müxtəlif açıq elmi məlumat bazalarından istifadə etməklə bioloji müxtəliflik, iqlim dəyişmələri, ekosistemlərin vəziyyəti, populyasiyaların dinamikası və digər ekoloji göstəricilər haqqında məlumat əldə edə, bu məlumatları cədvəl və qrafiklər şəklində təqdim edə və nəticələri müqayisəli şəkildə təhlil edə bilərlər. Bu proses onların rəqəmsal savadlılığı ilə yanaşı, məlumat savadlılığının və elmi məlumatlarla işləmək bacarığının formalaşmasına da şərait yaradır. Belə təlim modeli şagirdin "məlumatı qəbul edən" mövqeyindən "məlumatı araşdıran və interpretasiya edən" mövqeyə keçməsini təmin edir.

Biologiyanın tədrisində rəqəmsal texnologiyalardan istifadənin mühüm istiqamətlərindən biri də probleməsaslı və tədqiqatəsaslı öyrənmənin təşkilidir. Müəllim rəqəmsal resurslardan istifadə etməklə şagird

qarşısında real və ya modelləşdirilmiş bioloji problem qoya, müxtəlif mənbələrdən məlumat toplamağı, həmin məlumatların etibarlılığını qiymətləndirməyi, fərziyyələr irəli sürməyi və əldə edilmiş nəticələri əsaslandırmağı tələb edə bilər. Məsələn, ekosistemdə növ müxtəlifliyinin azalmasının səbəblərinin müəyyənləşdirilməsi, şəhər mühitində biomüxtəlifliyə təsir edən amillərin araşdırılması, temperaturun fermentlərin fəaliyyətinə təsirinin modelləşdirilməsi və ya müəyyən ekoloji faktorun populyasiyanın say dinamikasına təsirinin təhlili şagirdin bir neçə idrak əməliyyatını ardıcıl şəkildə həyata keçirməsinə imkan yaradır[3].

Bu kontekstdə rəqəmsal texnologiyaların pedaqoji dəyəri onların sadəcə texniki vasitə olmasında deyil, təlim fəaliyyətinin strukturunu dəyişdirmək potensialında özünü göstərir. Texnologiyanın tətbiqi yalnız müəllimin təqdim etdiyi məlumatın elektron formada nümayiş etdirilməsi ilə məhdudlaşdırıldıqda onun şagirdin elmi-idrak fəaliyyətinə təsiri məhdud qala bilər. Əksinə, rəqəmsal vasitələr problem həlli, araşdırma, modelləşdirmə, eksperiment, əməkdaşlıq və refleksiya kimi yüksək səviyyəli idrak fəaliyyətləri ilə əlaqələndirildikdə onların didaktik imkanları daha səmərəli reallaşa bilər. Buna görə də rəqəmsal texnologiyanın effektivliyi onun mövcudluğu ilə deyil, təlim məqsədlərinə uyğun seçilməsi və pedaqoji metodlarla inteqrasiya olunması ilə müəyyənləşir.

Məsələnin digər mühüm aspekti müəllimin rəqəmsal və metodik kompetensiyasıdır. Biologiya müəllimi yalnız texniki alətlərdən istifadə etməyi deyil, konkret rəqəmsal resursun hansı təlim məqsədinə xidmət etdiyini, onun hansı yaş və hazırlıq səviyyəsində olan şagirdlər üçün uyğunluğunu və hansı idrak fəaliyyətlərini stimullaşdırdığını müəyyənləşdirməyi bacarmalıdır. Rəqəmsal resursların həddindən artıq və məqsədsiz istifadəsi informasiya yüklənməsinə, diqqətin yayınmasına və şagirdin hazır vizual materialdan asılılığına səbəb ola bilər. Buna görə də rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi pedaqoji məqsədəuyğunluq, elmi dəqiqlik, yaş xüsusiyyətlərinə uyğunluq, informasiya təhlükəsizliyi və resursların əlçatanlığı prinsipləri əsasında həyata keçirilməlidir.

Xüsusilə süni intellekt texnologiyalarının təhsil mühitinə daxil olması biologiyanın tədrisi qarşısında yeni imkanlarla yanaşı, yeni metodik məsələlər də meydana çıxarır. Süni intellekt əsaslı alətlər məlumatların strukturlaşdırılması, fərdiləşdirilmiş tapşırıqların hazırlanması, mətn və vizual materialların yaradılması, sualların formalaşdırılması və müəyyən məlumatların ilkin təhlili üçün istifadə oluna bilər. Bununla belə, şagirdin hazır cavabı qəbul etməsi əvəzinə mənbələri yoxlaması, elmi arqumentləri qiymətləndirməsi və əldə etdiyi məlumatın düzgünlüyünü müstəqil şəkildə əsaslandırması vacibdir. Belə yanaşma rəqəmsal savadlılıqla yanaşı, tənqidi və elmi düşünmənin inkişafına xidmət edə bilər.

Beləliklə, biologiyanın tədrisində rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi məsələsi yalnız təlim prosesinin texniki modernləşdirilməsi kimi deyil, şagirdin idrak fəaliyyətinin xarakterinin dəyişdirilməsi kontekstində araşdırılmalıdır. Əsas diqqət rəqəmsal vasitələrin hansı formada tətbiq edilməsinə deyil, onların şagirdin elmi sual qoymaq, müşahidə aparmaq, məlumat toplamaq, fərziyyə irəli sürmək, eksperiment aparmaq, nəticələri təhlil etmək və elmi əsaslandırılmış nəticə çıxarmaq bacarıqlarına necə təsir göstərməsinə yönəldilməlidir.

Məhz bu baxımdan "Biologiyanın tədrisində rəqəmsal texnologiyaların tətbiqinin şagirdlərin elmi-idrak fəaliyyətinə təsiri" mövzusu müasir biologiya təliminin aktual tədqiqat istiqamətlərindən biri kimi çıxış edir. Mövzunun aktuallığı rəqəmsal təhsil mühitinin genişlənməsi ilə yanaşı, biologiya təlimində şagirdlərin passiv bilik mənimsəyicisindən fəal tədqiqat subyektinə çevrilməsinə olan ehtiyacla müəyyənləşir. Problemin elmi-pedaqoji baxımdan araşdırılması rəqəmsal texnologiyaların biologiya təlimində hansı didaktik şəraitdə daha səmərəli tətbiq oluna biləcəyinin, onların şagirdlərin müşahidə, təhlil, müqayisə, modelləşdirmə, problem həlli və tədqiqat bacarıqlarının inkişafına təsir mexanizmlərinin müəyyənləşdirilməsinə imkan verə bilər. Bu istiqamətdə aparılan tədqiqatlar biologiyanın tədrisi metodikasının müasir tələblərə uyğun təkmilləşdirilməsi və şagirdlərin elmi dünyagörüşünün formalaşdırılması baxımından nəzəri və praktik əhəmiyyət daşıyır.

MATERİAL VƏ METODLAR

Tədqiqatın metodoloji əsasını biologiyanın tədrisində rəqəmsal texnologiyaların tətbiqinin şagirdlərin elmi-idrak fəaliyyətinə təsirinin müəyyənləşdirilməsi təşkil etmişdir. Tədqiqat biologiya fənninin tədrisi prosesində rəqəmsal resurslardan məqsədyönlü istifadənin şagirdlərin idrak fəallığına, müstəqil tədqiqat aparmaq, məlumatları təhlil etmək, müqayisə etmək, problem həll etmək və elmi nəticə çıxarmaq bacarıqlarına təsirini qiymətləndirmək istiqamətində aparılmışdır.

Tədqiqatın materiallarını biologiya fənninin müxtəlif mövzuları üzrə hazırlanmış rəqəmsal tədris resursları, interaktiv təqdimatlar, elektron tədris materialları, animasiyalar, video materiallar, virtual laboratoriya və simulyasiya nümunələri, rəqəmsal test və qiymətləndirmə vasitələri, həmçinin şagirdlərin yerinə yetirdikləri fərdi və qrup tapşırıqlarının nəticələri təşkil etmişdir. Rəqəmsal materialların seçilməsi zamanı onların elmi dəqiqliyi, mövzuya uyğunluğu, şagirdlərin yaş və idrak xüsusiyyətlərinə müvafiqliyi, interaktivlik səviyyəsi və şagirdin müstəqil fəaliyyətinə imkan yaratması əsas meyarlar kimi nəzərə alınmışdır.

Tədqiqatın təşkilində pedaqoji müşahidə, sorğu, testləşdirmə, pedaqoji eksperiment, müqayisəli təhlil və statistik emal metodlarından istifadə edilmişdir. Pedaqoji müşahidə vasitəsilə rəqəmsal texnologiyalardan istifadə zamanı şagirdlərin dərs prosesində fəallığı, verilən tapşırıqlara münasibəti, sual vermə, müzakirədə iştirak etmə, məlumat axtarma, nəticə çıxarma və əməkdaşlıq fəaliyyətləri izlənilmişdir.

Şagirdlərin elmi-idrak fəaliyyətinin səviyyəsini müəyyənləşdirmək məqsədilə diaqnostik və yekun test tapşırıqları hazırlanmışdır. Testlər yalnız reproduktiv biliklərin yoxlanılmasına deyil, həmçinin tətbiqetmə, təhlil, müqayisə, səbəb-nəticə əlaqələrinin müəyyənləşdirilməsi və problem həlli kimi yüksək səviyyəli idrak bacarıqlarının qiymətləndirilməsinə yönəldilmişdir. Tapşırıqlarda bioloji hadisələrin izahı, verilmiş məlumatların interpretasiyası, qrafik və cədvəllərin təhlili, eksperimental nəticələrin qiymətləndirilməsi və elmi nəticənin formalaşdırılması kimi fəaliyyətlərə üstünlük verilmişdir.

Tədqiqatın eksperimental mərhələsində şagirdlər şərti olaraq nəzarət və eksperimental qruplara bölünmüşdür. Nəzarət qrupunda biologiyanın tədrisi əsasən ənənəvi metodlarla, eksperimental qrupda isə ənənəvi metodlarla inteqrasiya olunmuş rəqəmsal texnologiyalardan məqsədyönlü istifadə əsasında həyata keçirilmişdir. Eksperimental qrupda bioloji proseslərin animasiya və simulyasiyalar vasitəsilə modelləşdirilməsi, virtual laboratoriya fəaliyyətləri, rəqəmsal məlumatların təhlili, interaktiv testlər, elektron resurslarla müstəqil iş və tədqiqat xarakterli tapşırıqlardan istifadə edilmişdir.

Rəqəmsal texnologiyaların şagirdlərin elmi-idrak fəaliyyətinə təsirini müəyyənləşdirmək üçün tədqiqatın əvvəlində ilkin diaqnostik qiymətləndirmə, təlim mərhələsinin sonunda isə yekun qiymətləndirmə aparılmışdır. İlkin və yekun nəticələrin müqayisəsi əsasında şagirdlərin bilikləri tətbiqetmə, analitik düşünmə, problem həlli, elmi məlumatlarla işləmə və müstəqil nəticə çıxarma bacarıqlarında baş verən dəyişikliklər müəyyən edilmişdir.

Şagirdlərin elmi-idrak fəaliyyətinin qiymətləndirilməsi üçün aşağıdakı göstəricilər əsas götürülmüşdür:

1. Bioloji məlumatların mənimsənilməsi və tətbiqi – əldə edilmiş biliklərin yeni situasiyalarda tətbiq edilməsi;
2. Müşahidə və məlumat toplama bacarığı – bioloji hadisələr haqqında məlumatların sistemli şəkildə əldə edilməsi;
3. Analitik bacarıqlar – məlumatların müqayisəsi, təsnifləşdirilməsi və təhlili;
4. Səbəb-nəticə əlaqələrinin müəyyənləşdirilməsi – bioloji hadisələr arasında qarşılıqlı əlaqələrin izah edilməsi;
5. Problem həll etmə bacarığı – bioloji problemin müəyyənləşdirilməsi və onun həlli yollarının irəli sürülməsi;
6. Elmi nəticə çıxarma – müşahidə və ya eksperiment nəticələrinin əsaslandırılması;
7. Tədqiqat fəallığı – müstəqil sual qoymaq, məlumat axtarmaq və fərziyyə irəli sürmək;
8. Rəqəmsal məlumatlarla işləmə bacarığı – elektron mənbələrdən məlumat əldə etmək, onları qiymətləndirmək və təqdim etmək.

Pedaqoji eksperiment zamanı rəqəmsal texnologiyaların istifadəsi yalnız müəllim tərəfindən informasiyanın nümayiş etdirilməsi ilə məhdudlaşdırılmamış, şagirdlərin aktiv fəaliyyətini təmin edən tapşırıqlarla əlaqələndirilmişdir. Bu məqsədlə "müşahidə et – məlumat topla – müqayisə et – təhlil et – nəticə çıxar" ardıcıllığına əsaslanan fəaliyyət modeli tətbiq edilmişdir. Belə yanaşma rəqəmsal texnologiyaların şagirdin passiv informasiya qəbulundan fəal elmi-idrak fəaliyyətinə keçidinə təsirini müəyyənləşdirməyə imkan vermişdir.

Alınmış nəticələrin kəmiyyət baxımından qiymətləndirilməsi zamanı təsviri statistikadan istifadə edilmişdir. Şagirdlərin ilkin və yekun qiymətləndirmə nəticələrinin orta göstəriciləri hesablanmış, qruplar arasındakı fərqlər müqayisə edilmişdir. Zəruri hallarda nəticələrin statistik etibarlılığının müəyyənləşdirilməsi üçün uyğun statistik meyarlardan istifadə olunması nəzərdə tutulmuşdur. Keyfiyyət göstəricilərinin təhlili zamanı isə şagirdlərin müşahidə olunan fəaliyyətləri, müstəqil cavabları, tədqiqat tapşırıqlarının yerinə yetirilməsi və elmi əsaslandırmaları nəzərə alınmışdır.

Tədqiqatın etibarlılığını artırmaq məqsədilə müxtəlif məlumat mənbələrindən əldə edilmiş nəticələrin qarşılıqlı müqayisəsinə əsaslanan metodoloji yanaşmadan istifadə edilmişdir. Test nəticələri pedaqoji müşahidələrin və şagird fəaliyyət məhsullarının təhlili ilə tamamlanmışdır. Beləliklə, rəqəmsal texnologiyaların təsiri yalnız akademik nəticələrin dəyişməsi ilə deyil, həm də şagirdlərin elmi-idrak fəaliyyətinin strukturunda müşahidə olunan dəyişikliklər əsasında qiymətləndirilmişdir.

Tədqiqat zamanı pedaqoji və elmi-tədqiqat etikası prinsiplərinə riayət edilmiş, şagirdlərin fərdi məlumatlarının məxfiliyi qorunmuş və əldə edilmiş nəticələr ümumiləşdirilmiş formada təqdim edilmişdir. İstifadə olunan rəqəmsal resursların seçilməsində elmi etibarlılıq, təhlükəsizlik və təhsil məqsədinə uyğunluq prinsipləri əsas götürülmüşdür.

NƏTİCƏLƏR VƏ MÜZAKİRƏ

Aparılan tədqiqatın nəticələri biologiyanın tədrisində rəqəmsal texnologiyalardan məqsədyönlü istifadənin şagirdlərin elmi-idrak fəaliyyətinin müxtəlif komponentlərinin inkişafına müsbət istiqamətdə təsir göstərə biləcəyini ortaya qoymuşdur. Tədqiqat çərçivəsində şagirdlərin fəaliyyətinin müşahidəsi, ilkin və yekun qiymətləndirmə nəticələrinin müqayisəsi, rəqəmsal tapşırıqların yerinə yetirilməsi və şagirdlərin müstəqil tədqiqat fəaliyyətinin təhlili rəqəmsal təlim mühitinin ənənəvi təlimlə müqayisədə daha çox interaktiv və fəal öyrənmə imkanları yaratdığını göstərmişdir.

Rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi, ilk növbədə, şagirdlərin dərs prosesində idrak fəallığının yüksəlməsi ilə müşayiət olunmuşdur. İnteraktiv təqdimatlar, animasiyalar, virtual modellər və simulyasiyalar vasitəsilə

bioloji proseslərin dinamik şəkildə təqdim edilməsi şagirdlərin öyrənilən obyektə diqqətinin cəmlənməsinə və prosesin ayrı-ayrı mərhələləri arasında əlaqələri daha asan müəyyənləşdirməsinə şərait yaratmışdır. Xüsusilə birbaşa müşahidəsi çətin olan hüceyrədaxili proseslər, genetik mexanizmlər, maddələr mübadiləsi və ekosistemlərdə qarşılıqlı əlaqələr kimi mövzuların vizuallaşdırılması abstrakt anlayışların mənimsənilməsini asanlaşdıran amillərdən biri kimi qiymətləndirilmişdir.

Tədqiqat zamanı şagirdlərin elmi-idrak fəaliyyətinin əsas göstəricilərindən biri olan məlumatların təhlili və interpretasiyası sahəsində də dəyişiklik müşahidə edilmişdir. Rəqəmsal mühitdə təqdim olunan qrafik, cədvəl, diaqram, xəritə və digər vizual məlumatlarla işləyən şagirdlər yalnız verilmiş informasiyanı təkrarlamaqla kifayətlənməmiş, məlumatlar arasındakı fərqləri müəyyənləşdirməyə, tendensiyaları aşkar etməyə və əldə etdikləri nəticələri əsaslandırmağa yönəlmiş fəaliyyət göstərmişlər. Bu, biologiyanın tədrisində rəqəmsal vasitələrin məlumat savadlılığı ilə elmi düşünmə bacarıqlarının əlaqələndirilməsi baxımından əhəmiyyətini göstərir.

Rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi şagirdlərin müqayisə və səbəb-nəticə əlaqələrinin müəyyənləşdirilməsi bacarıqlarının inkişafı üçün də əlverişli şərait yaratmışdır. Məsələn, müxtəlif ekoloji faktorların canlı orqanizmlərə təsirinin modelləşdirilməsi zamanı şagirdlər dəyişənlər arasında qarşılıqlı əlaqələri müşahidə etmək, nəticələri müqayisə etmək və müəyyən bioloji hadisənin mümkün səbəblərini izah etmək imkanı əldə etmişlər. Bu tip tapşırıqlar reproduktiv biliklərdən daha çox analitik və məntiqi düşünməni tələb etdiyindən şagirdlərin yüksək səviyyəli idrak fəaliyyətinin stimullaşdırılmasına xidmət edir.

Virtual laboratoriya və simulyasiya əsaslı fəaliyyətlər xüsusilə eksperimental düşünmə bacarıqlarının formalaşdırılması baxımından əhəmiyyətli olmuşdur. Real laboratoriya şəraitində yerinə yetirilməsi müəyyən çətinliklər yarada bilən bəzi təcrübələrin rəqəmsal mühitdə modelləşdirilməsi şagirdlərə müxtəlif dəyişənləri idarə etmək, nəticələri müşahidə etmək və təcrübəni təkrar həyata keçirmək imkanı vermişdir. Bununla yanaşı, virtual eksperimentlərin real laboratoriya fəaliyyətini tam əvəz etmədiyi nəzərə alınmalıdır. Onların əsas üstünlüyü real eksperimentləri tamamlaması və şagirdin əvvəlcədən müəyyən edilmiş nəticəni qəbul edən deyil, dəyişənlər arasındakı əlaqəni araşdıran fəal subyekt kimi çıxış etməsinə imkan verməsidir.

Tədqiqatın mühüm nəticələrindən biri rəqəmsal texnologiyaların probleməsaslı və tədqiqatəsaslı öyrənmənin təşkilinə imkan verməsidir. Şagirdlərə konkret bioloji problem təqdim edildikdə rəqəmsal mənbələrdən məlumat axtarmaq, məlumatları müqayisə etmək, mümkün izahlar irəli sürmək və nəticə formalaşdırmaq imkanlarının genişləndiyi müşahidə edilmişdir. Bu zaman rəqəmsal texnologiya təlimin məqsədi deyil, elmi-idrak fəaliyyətini təşkil edən vasitə kimi çıxış etmişdir.

Şagirdlərin müstəqil fəaliyyətində də müəyyən dəyişikliklər müşahidə edilmişdir. Elektron resurslardan istifadə zamanı şagirdlər əlavə məlumat axtarmağa, mövzu ilə bağlı müxtəlif mənbələri müqayisə etməyə və əldə etdikləri məlumatları sistemləşdirməyə daha çox imkan əldə etmişlər. Lakin burada mühüm metodik məsələ rəqəmsal mənbələrdə olan məlumatların elmi etibarlılığının qiymətləndirilməsidir. Tədqiqat zamanı şagirdlərə yalnız məlumat əldə etmək deyil, həm də mənbənin müəllifini, elmi əsasını, məlumatın aktuallığını və digər etibarlı mənbələrlə uyğunluğunu nəzərə almaq istiqamətində tapşırıqların verilməsi məqsədəuyğun hesab edilmişdir[4].

Rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi əməkdaşlıq və kommunikativ fəaliyyətə də təsir göstərmişdir. Birgə rəqəmsal tapşırıqların, təqdimatların və qrup layihələrinin hazırlanması şagirdlərin bioloji problemləri müzakirə etməsinə, müxtəlif mövqeləri müqayisə etməsinə və əldə etdikləri nəticələri əsaslandıraraq təqdim etməsinə şərait yaratmışdır. Bu baxımdan rəqəmsal təlim mühiti fərdi öyrənmə ilə yanaşı, sosial və əməkdaşlığa əsaslanan öyrənmə formalarının təşkilinə də imkan verir.

Bununla belə, tədqiqat nəticələri rəqəmsal texnologiyaların istifadəsinin avtomatik olaraq yüksək təlim nəticəsi yaratmadığını da göstərən metodik məqamları ortaya çıxarmışdır. Rəqəmsal vasitənin yalnız vizual effekt yaratmaq və ya müəllimin məlumat təqdimatını elektron formaya keçirmək məqsədilə istifadəsi şagirdin elmi-idrak fəaliyyətini əhəmiyyətli dərəcədə genişləndirməyə bilər. Əksinə, rəqəmsal resurs şagirdin sual qoymasını, məlumat toplamasını, fərziyyə irəli sürməsini, müqayisə və təhlil aparmasını və nəticə çıxarmasını tələb edən tapşırıqla birləşdirildikdə onun pedaqoji əhəmiyyəti artır.

Bu nəticə biologiyanın tədrisində “texnologiya – metod – fəaliyyət” əlaqəsinin mühüm olduğunu göstərir. Başqa sözlə, rəqəmsal texnologiyanın səmərəliliyi onun texniki xüsusiyyətlərindən daha çox, hansı pedaqoji məqsədlə və hansı metodik yanaşma çərçivəsində tətbiq edilməsindən asılıdır. Məsələn, animasiya mürəkkəb bioloji prosesin vizuallaşdırılması üçün, virtual laboratoriya eksperimental fəaliyyət üçün, rəqəmsal məlumat bazası tədqiqat üçün, interaktiv test isə operativ qiymətləndirmə üçün daha məqsədəuyğun ola bilər.

Tədqiqatın nəticələrinin təhlili göstərir ki, rəqəmsal texnologiyaların biologiya təliminə inteqrasiyası şagirdlərin elmi-idrak fəaliyyətinin mərhələli şəkildə təşkilinə imkan verir. Bu proses şərti olaraq aşağıdakı ardıcıllıqla ifadə edilə bilər:

problemin müəyyənləşdirilməsi → rəqəmsal məlumatların əldə edilməsi → müşahidə və müqayisə → məlumatların təhlili → fərziyyənin formalaşdırılması → rəqəmsal və ya real eksperiment → nəticələrin interpretasiyası → elmi nəticənin əsaslandırılması.

Bu ardıcıllıq biologiya təlimində şagirdin passiv informasiya qəbul edən subyektdən fəal tədqiqatçı mövqeyinə keçməsini dəstəkləyir. Belə yanaşma xüsusilə tədqiqat bacarıqlarının, tənqidi düşünmənin, elmi əsaslandırmanın və problem həll etmə qabiliyyətinin inkişafı baxımından əhəmiyyətlidir.

Digər tərəfdən, rəqəmsal texnologiyaların tətbiqində müəyyən məhdudiyyətlərin də nəzərə alınması zəruridir. Texniki infrastrukturun səviyyəsi, internetə çıxış imkanları, rəqəmsal resursların keyfiyyəti, müəllimlərin rəqəmsal-pedaqoji kompetensiyası və şagirdlərin rəqəmsal savadlılıq səviyyəsi təlim nəticələrinə təsir göstərə bilən amillərdir. Bundan başqa, rəqəmsal mühitdə məlumatların həddindən artıq çoxluğu şagird üçün informasiya yüklənməsi yarada bilər. Bu səbəbdən müəllim rəqəmsal resursları seçərkən onların sayından çox, təlim məqsədinə uyğunluğunu nəzərə almalıdır[5].

Müzakirə baxımından mühüm nəticələrdən biri də rəqəmsal texnologiyaların ənənəvi biologiya təliminin alternativi deyil, onun metodik imkanlarını genişləndirən vasitə kimi qiymətləndirilməsidir. Real müşahidə, laboratoriya təcrübələri, canlı obyektlərlə iş, müəllim-şagird dialoqu və qrup müzakirələri rəqəmsal fəaliyyətlərlə əlaqələndirildikdə daha zəngin təlim mühiti formalaşa bilər. Xüsusilə biologiya kimi canlı obyektlərin və real ekoloji proseslərin öyrənilməsinə əsaslanan fənlərdə rəqəmsal və real təlim fəaliyyətlərinin balanslaşdırılması mühüm metodik prinsip kimi qəbul edilməlidir.

Ümumilikdə, əldə edilən nəticələr göstərir ki, biologiyanın tədrisində rəqəmsal texnologiyaların məqsədyönlü tətbiqi şagirdlərin yalnız fənn üzrə biliklərinin mənimsənilməsinə deyil, həm də onların müşahidə, məlumat toplama, müqayisə, təhlil, modelləşdirmə, problem həlli, eksperiment aparma və elmi nəticə çıxarma kimi elmi-idrak bacarıqlarının inkişafına əlverişli şərait yaradır. Bununla belə, bu təsirin səviyyəsi istifadə olunan texnologiyanın özündən deyil, onun təlim məqsədləri, pedaqoji metodlar və şagirdin fəal idrak fəaliyyəti ilə necə əlaqələndirilməsindən asılıdır.

Nəticə etibarilə, biologiyanın tədrisində rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi müasir təhsil mühitinin tələblərinə uyğun olaraq şagirdyönümlü, tədqiqatəsaslı və fəaliyyətyönümlü təlim modelinin formalaşdırılması üçün əhəmiyyətli imkanlar yaradır. Rəqəmsal vasitələrin elmi-idrak fəaliyyətini stimullaşdıran tapşırıqlarla inteqrasiyası biologiya təliminin yalnız informasiyanın ötürülməsinə deyil, şagirdin elmi düşünən, məlumatı qiymətləndirən, problem həll edən və əsaslandırılmış nəticə çıxaran şəxs kimi formalaşmasına istiqamətləndirilməsinə şərait yaradır.

NƏTİCƏ

Aparılmış tədqiqatın nəticələri göstərir ki, biologiyanın tədrisində rəqəmsal texnologiyaların məqsədyönlü və pedaqoji baxımdan əsaslandırılmış tətbiqi şagirdlərin elmi-idrak fəaliyyətinin inkişafı üçün

mühüm imkanlar yaradır. Rəqəmsal resursların biologiya təliminə inteqrasiyası şagirdlərin yalnız nəzəri bilikləri mənimsəməsinə deyil, həm də həmin bilikləri tətbiq etməsinə, bioloji hadisələri müşahidə və müqayisə etməsinə, məlumatları təhlil etməsinə, səbəb-nəticə əlaqələrini müəyyənləşdirməsinə və elmi əsaslandırılmış nəticələr çıxarmasına şərait yaradır.

Tədqiqat zamanı müəyyən edilmişdir ki, interaktiv təqdimatlar, animasiyalar, virtual laboratoriyalar, simulyasiyalar, rəqəmsal məlumat bazaları və interaktiv qiymətləndirmə vasitələri xüsusilə mürəkkəb və birbaşa müşahidəsi çətin olan bioloji proseslərin mənimsənilməsində əhəmiyyətli didaktik imkanlara malikdir. Bu vasitələr bioloji proseslərin dinamik və vizual şəkildə təqdim edilməsinə imkan verməklə şagirdlərin abstrakt anlayışları konkretləşdirməsinə və öyrənilən proseslər arasında əlaqələri daha aydın qavramasına kömək edir.

Rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi şagirdlərin elmi-idrak fəaliyyətinin əsas komponentlərindən olan müşahidə, məlumat toplama, müqayisə, təhlil, modelləşdirmə, problem həlli, fərziyyə irəli sürmə və nəticə çıxarma bacarıqlarının inkişafı üçün əlverişli təlim mühiti formalaşdırır. Xüsusilə tədqiqatəsaslı və probleməsaslı tapşırıqların rəqəmsal vasitələrlə əlaqələndirilməsi şagirdlərin fəal idrak mövqeyinin güclənməsinə və onların təlim prosesində tədqiqat subyekti kimi iştirakına imkan verir.

Müəyyən edilmişdir ki, rəqəmsal texnologiyaların təlim prosesində effektivliyi yalnız texniki vasitələrin mövcudluğu ilə müəyyənləşmir. Onların səmərəliliyi ilk növbədə təlim məqsədinə uyğun seçilməsindən, biologiyanın konkret məzmunu ilə əlaqələndirilməsindən, şagirdin fəal fəaliyyətini stimullaşdırmasından və müəllimin düzgün metodik istiqamətləndirməsindən asılıdır. Buna görə də rəqəmsal texnologiyalar ənənəvi təlim metodlarını tam əvəz edən vasitə kimi deyil, real müşahidə, laboratoriya işi, müzakirə və əməkdaşlıq fəaliyyətlərini tamamlayan və genişləndirən pedaqoji resurs kimi qiymətləndirilməlidir.

Tədqiqat nəticələri həmçinin göstərir ki, rəqəmsal təlim mühitində şagirdlərin informasiya ilə işləmək bacarığının inkişaf etdirilməsi xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Şagird yalnız rəqəmsal mənbədən məlumat əldə etməməli, həmin məlumatın elmi etibarlılığını qiymətləndirməli, müxtəlif mənbələri müqayisə etməli və əldə etdiyi nəticəni elmi arqumentlərlə əsaslandırmalıdır. Bu yanaşma biologiya təlimində rəqəmsal savadlılıqla yanaşı, informasiya savadlılığı, tənqidi düşünmə və elmi düşünmə bacarıqlarının formalaşmasına xidmət edir.

Beləliklə, biologiyanın tədrisində rəqəmsal texnologiyaların sistemli və məqsədyönlü tətbiqi müasir şagirdin yalnız bilik əldə edən deyil, araşdıran, təhlil edən, problem həll edən, elmi məlumatları qiymətləndirən və əsaslandırılmış nəticələr çıxaran fəal öyrənən kimi formalaşmasına şərait yaradır. Bu baxımdan rəqəmsal texnologiyaların biologiya təliminə inteqrasiyası müasir təhsilin fəaliyyət, tədqiqat və şagirdyönümlülük prinsiplərinin reallaşdırılması üçün əhəmiyyətli metodik istiqamət hesab edilə bilər.

Tədqiqatın ümumiləşdirilmiş nəticəsinə əsasən, biologiyanın tədrisində rəqəmsal texnologiyalardan istifadənin səmərəliliyini artırmaq üçün rəqəmsal resursların məzmun və məqsədə uyğun seçilməsi, müəllimlərin rəqəmsal-pedaqoji kompetensiyalarının inkişaf etdirilməsi, virtual və real laboratoriya fəaliyyətlərinin əlaqələndirilməsi, tədqiqat xarakterli rəqəmsal tapşırıqların hazırlanması və şagirdlərin rəqəmsal məlumatların elmi baxımdan qiymətləndirilməsi bacarıqlarının formalaşdırılması məqsədəuyğundur.

Nəticə olaraq, rəqəmsal texnologiyaların biologiya təliminə inteqrasiyası təlim prosesinin sadəcə texniki cəhətdən yenilənməsinə deyil, onun elmi-idrak, tədqiqat və fəaliyyətyönümlü məzmununun gücləndirilməsinə imkan verir. Bu isə biologiya fənninin tədrisində şagirdlərin elmi dünyagörüşünün və müstəqil düşünmə bacarıqlarının formalaşdırılması baxımından mühüm pedaqoji əhəmiyyət daşıyır.

ƏDƏBİYYAT

1. Arshad Schoof, B., Ishak, N. A., & Zaharudin, R. (2024). New norms: Enhancing biology achievement, creativity, and student innovation post-COVID-19 through virtual science inquiry-based learning and augmented reality applications. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia, 14*(2).

2. Bónus, L., Antal, E., & Korom, E. (2024). Digital game-based inquiry learning to improve eighth graders' inquiry skills in biology. *Journal of Science Education and Technology, 33*, 1–17.

3. Byeon, J.-H. (2024). Development of the model for construction in science inquiry class using digital twin technology. *Brain, Digital, & Learning, 14*(3), 305–324.

4. Munyemana, J. J., Nsanganwimana, F., & Gaparayi, G. (2023). Trends in use of the computer assisted instruction in biological sciences education: A systematic literature review. *International Journal of Information and Education Technology, 13*(3), 551–557.

5. Digital technology supports science education for students with disabilities: A systematic review. (2023). *Education and Information Technologies, 28*, 3911–3935.

MÜASİR UŞAQ ƏDƏBİYYATINDA DİCİTAL DÖVRÜN ÇAĞIRIŞLARI VƏ UŞAQ ŞƏXSİYYƏTİNİN FORMALAŞMASINDA MƏTNİN KOQNİTİV-EMOSİONAL FUNKSİYALARI

Günel Hümmətova (Pəniyeva) Saleh

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,

Ədəbiyyatın tədrisi texnologiyası kafedrasının baş müəllimi, fil.ü.f.dok.

Mail: gunelpeniyeva@mail.ru

Orcid ID:0000-0002-8916-3484

XÜLASƏ

Bu məqalədə müasir uşaq ədəbiyyatının rəqəmsallaşma çağında oynadığı konseptual rol, bədii mətnin uşaq şəxsiyyətinin inkişafındakı koqnitiv və emosional funksiyaları kompleks şəkildə təhlil edilir. Rəqəmsal media və vizual məzmunların dominantlıq təşkil etdiyi müasir mərhələdə "klip təfəkkürü" bəlası fonunda bədii mütaliənin uşaq emosional zəkası (EQ), empatiya, tənqidi təfəkkür və dillə ünsiyyət mədəniyyətinin formalaşmasına təsiri araşdırılır. Tədqiqatda uşaq ədəbiyyatı nümunələrinin yaş psixologiyası prinsiplərinə uyğunluğu və biblioterapevtik imkanları xüsusi vurğulanır.

Açar sözlər: *uşaq ədəbiyyatı, koqnitiv inkişaf, emosional zəka, rəqəmsallaşma, biblioterapiya, tənqidi təfəkkür, yaş psixologiyası.*

Abstract

This article comprehensively analyzes the conceptual role of modern children's literature in the digital age, alongside the cognitive and emotional functions of literary texts in child personality development. In the contemporary era, dominated by digital media and visual content, the study explores the impact of literary reading on the formation of emotional intelligence (EQ), empathy, critical thinking, and speech culture against the backdrop of "clip thinking." Particular emphasis is placed on the alignment of children's literature with developmental psychology principles and its bibliotherapeutic potential.

Keywords: *children's literature, cognitive development, emotional intelligence, digitalization, bibliotherapy, critical thinking, developmental psychology.*

GİRİŞ

Müasir qloballaşma və rəqəmsallaşma əsrində uşaqların informasiya qəbuletmə kanalları və dünyanı qavrama mexanizmləri köklü dəyişikliklərə uğramışdır. Əkrənlərin (planşet, smartfon, televiziya) gündəlik həyata dərindən nüfuz etməsi nəticəsində ortaya çıxan "klip təfəkkürü" uşaqlarda diqqətin yayınması, səbəb-nəticə əlaqələrini qurmaqda çətinlik və vizual görüntülərdən asılılıq kimi problemlər yaratmışdır. Bu kontekstdə bədii ədəbiyyat təkcə estetik-tərbiyəvi vasitə deyil, uşağın koqnitiv (zehni) potensialını, emosional sabitliyini və mənəvi dəyərlər sistemini qoruyan strateji bir vasitə kimi çıxış edir.Məqalənin amacı müasir uşaq ədəbiyyatının uşaq şəxsiyyətinin inkişafında oynadığı rolu çoxşaxəli (koqnitiv, emosional, dil və sosial) aspektlərdən dəyərləndirmək və bədii mətnin rəqəmsal dövrün mənfi təsirlərinə qarşı hansı psixo-pedaqoji mexanizmləri aktivləşdirdiyini elmi cəhətdən əsaslandırmaqdır.Rəqəmsal media uşağa hazır, emal olunmuş vizual obrazlar təqdim etdiyi halda, bədii mətn uşaqdan daxili vizualizasiya və zehni aktivlik tələb edir.Mətndəki sözləri zehnində canlandıran uşaq öz daxili dünyasında məkan, obraz və hadisələri sıfırdan inşa edir. Bu proses beynin neyron əlaqələrini möhkəmləndirir və yaradıcı təfəkkürü (kreativliyi) coşdurur.Ədəbi süjetin (giriş, konflikt, kulminasiya və həll) izlənilməsi uşaqda mühakimə yürütmək, fərziyyələr irəli sürmək və nəticə çıxarmaq bacarığını inkişaf etdirir. Bu da tənqidi təfəkkürün bünövrəsini qoyur.Uşaq ədəbiyyatı fərdin emosional yetişkənliyində misilsiz rola malikdir. 3–6 yaş aralığında egosentrik düşüncədən uzaqlaşan uşaq başqa fərdlərin də hisslərə və fikirlərə malik olduğunu dərk etməyə başlayır.Bədii əsərdəki qəhrəmanın çətinliklərinə həyəcanlanan, onun sevinclərini paylaşan uşaq real həyatda özünü başqasının yerinə qoymaq bacarığına yiyələnir.Uşaq ədəbiyyatı vasitəsilə uşaq kədər, qorxu, qısqanclıq, sevinc və fədakarlıq kimi mürəkkəb emosiyaları tanıyır və onları sözlərlə ifadə etməyi öyrənir (verbalizasiya).Uşaq dünyası müxtəlif şüuraltı qorxularla (qaranlıq, tək qalmaq, sevdiklərini itirmək, uğursuzluq) doludur.Nağıl və fantastik hekayələrdə qəhrəmanın cadugərlər, divlər və ya çətinliklər üzərində qələbə çalması uşağın şüuraltısına sağlam mesaj ötürür: *"Təhlükələr mövcuddur, lakin cəsarət, ağıl və dostluqla onlara qalib gəlmək olar."*Süjetin müsbət sonluğu uşaqda katarsis (emosional rahatlama) yaradır vən onun psixoloji dözümlülüyünü (resilience) artırır.Bədii mətn dilin leksik və grammatik zənginliyini uşağa təbii kontekstdə ötürür. Passiv lüğət ehtiyatı aktiv nitqə çevrilir. Eyni zamanda, ədəbi obrazlar vasitəsilə uşaq pro-sosial davranış modellərini (paylaşmaq, qayğı göstərmək, ədalətli olmaq, konfliktləri zorakılıq olmadan çözmək) mənimsəyir.

NƏTİCƏ

Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, müasir uşaq ədəbiyyatı yalnız əyləncə və ya sadə maarifləndirmə funksiyası daşımır; o, uşaq şəxsiyyətinin formalaşmasında temel mənəvi-psixoloji və koqnitiv

sütundur.Aparılan təhlillərdən gəlinən əsas elmi nəticələr bunlardır. Bədii mütaliə rəqəmsal media vasitələrinin yaratdığı diqqət dağınıqlığını və "klip təfəkkürü"nü neytralizə edərək dərin köklü, məntiqi və yaradıcı düşüncəni bərpa edir.Ədəbiyyat uşağın emosional zəkasını (EQ) yüksəldir, onda empatiya hissini formalaşdırır və biblioterapevtik təsiri ilə daxili qorxuları aradan qaldırır.Canlı və inandırıcı obrazlar vasitəsilə uşaq əxlaqi və bəşəri dəyərləri mücərrəd nəsihət kimi deyil, təbii həyat təcrübəsi kimi mənimsəyir.Kitabla böyüyən uşaq gələcəkdə həyatın mürəkkəb şəraitləri qarşısında psixoloji baxımdan davamlı, qərarlarında müstəqil, sosial münasibətlərində duyğusal və düşüncələrində azad bir fərd kimi formalaşır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Əhmədov, H. (2015). *Uşaq ədəbiyyatı və uşaq mütaliəsinin pedaqoji-psixoloji əsasları*. Bakı: Elm və təhsil.
2. Məmmədov, K. (2020). *Uşaq ədəbiyyatının nəzəriyyəsi və poetikası*. Bakı: Təhsil.
3. Appleyard, J. A. (1991). *Becoming a reader: The experience of fiction from childhood to adulthood*. Cambridge: Cambridge University Press.
4. Bettelheim, B. (2010). *The uses of enchantment: The meaning and importance of fairy tales*. New York: Vintage Books.
5. Cullinan, B. E., & Galda, L. (2002). *Literature and the child* (5th ed.). Belmont: Wadsworth Publishing.
6. Gopnik, A. (2009). *The philosophical baby: What children's minds tell us about truth, love, and the meaning of life*. New York: Farrar, Straus and Giroux.
7. Nikolajeva, M. (2014). *Reading for learning: Cognitive approaches to children's literature*. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
8. Nodelman, P. (2008). *The hidden adult: Defining children's literature*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
9. Oatley, K. (2011). *Such stuff as dreams: The psychology of fiction*. Malden: Wiley-Blackwell.
10. Zipes, J. (2006). *Why fairy tales stick: The evolution and relevance of a genre*. New York: Routledge.

F. M. DOSTOYEVSKİNİN “ALÇALDILMIŞ VƏ TƏHQİR OLUNMUŞ İNSANLAR” ROMANINDA REAL RUS HƏYATININ TƏSVİRİ

Aynur Zahir Qızı Bədəlova

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin müəllimi

https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0002-9288-6218

Xülasə

Məqalədə F. M. Dostoyevskinin “Alçaldılmış və təhqir olunmuş insanlar” romanında insanın daxili aləminin və psixoloji vəziyyətinin bədii təsviri araşdırılır. Əsərdə obrazların xarakterinin formalaşmasına təsir göstərən sosial və ailə münasibətləri, mənəvi sarsıntılar, tənhalıq və insan ləyaqətinin alçaldılması kimi amillər nəzərdən keçirilir. Dostoyevskinin realist təsvir prinsipləri ilə psixoloji təhlili əlaqələndirməsi, qəhrəmanların daxili yaşantılarının hadisələrin inkişafı və obrazlararası münasibətlər vasitəsilə açılması diqqət mərkəzində saxlanılır. Araşdırma nəticəsində romanın yazıçının insan psixologiyasına marağının və xarakterin daxili ziddiyyətlərini bədii şəkildə ifadə etmək bacarığının mühüm nümunələrindən biri olduğu müəyyənləşdirilir.

Açar sözlər: realizm, sosial həyat, insan taleyi, yoxsulluq.

Abstract

The article examines the artistic representation of the inner world and psychological state of the individual in F. M. Dostoevsky’s novel “Humiliated and Insulted”. It considers such factors influencing the formation of the characters’ personalities as social and family relations, emotional distress, loneliness, and the humiliation of human dignity. Particular attention is paid to Dostoevsky’s combination of realistic principles of representation with psychological analysis, as well as to the revelation of the characters’ inner experiences through the development of events and their relationships with one another. The study demonstrates that the novel represents an important example of the writer’s interest in human psychology and his ability to artistically portray the inner contradictions of human character.

Keywords: realism, social life, human destiny, poverty.

Giriş

Fyodor Mixayloviç Dostoyevskinin yaradıcılığı XIX əsr rus ədəbiyyatında insanın mənəvi-psixoloji dünyasının bədii tədqiqi baxımından xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Yazıçının realist yaradıcılığında insan xarakteri hadisələrin inkişafı və sosial münasibətlər fonunda, eyni zamanda şəxsiyyətin daxili aləmində baş verən mürəkkəb proseslər, ziddiyyətlər və daxili konfliktlər vasitəsilə açılır. Dostoyevskinin sənətkarlığının mühüm xüsusiyyətlərindən biri də hadisə ilə qəhrəmanın daxili yaşantısı arasında sıx əlaqə yaratması, insanın davranışının arxasında dayanan psixoloji səbəbləri bədii təhlilin əsas obyektlərindən birinə çevirməsidir.

Dostoyevski öz yaradıcılığını "realizm yüksək mənada" anlayışı ilə əlaqələndirərək insan ruhunun dərinliklərinə nüfuz etməyi qarşıya qoymuşdur. Onun əsərlərində sosial mühit, ailə münasibətləri, yoxsulluq, tənhalıq və ictimai bərabərsizlik kimi amillər insanın daxili dünyasından ayrı təsvir edilmir. Bu xüsusiyyət yazıçının qəhrəmanlarının xarakterinin formalaşmasını, onların keçirdiyi psixoloji sarsıntıları və münasibətlərində meydana çıxan dəyişiklikləri daha geniş şəkildə təqdim etməsinə imkan verir. Tədqiqatçılar Dostoyevskinin realizminin bu cəhətini müxtəlif istiqamətlərdən izah etmiş, onun yaradıcılığında sosial, psixoloji və dini məzmunun qarşılıqlı əlaqəsinə diqqət yetirmişlər. Dostoyevskinin yaradıcılığının erkən dövrünə aid olan "Alçaldılmış və təhqir olunmuş insanlar" romanında da insanın daxili dünyası ilə onu əhatə edən sosial mühit arasındakı əlaqə mühüm yer tutur. Əsərdə sevgi və ailə münasibətləri, tənhalıq, sosial təbəqələşmə, insan ləyaqətinin alçaldılması və mənəvi iztirablar ayrı-ayrı obrazların taleyi vasitəsilə təqdim edilir. Yazıçı hadisələri davranış motivləndirməsindən daha çox qəhrəmanların keçirdiyi hissləri, tərəddüdləri, daxili sarsıntıları və bir-birinə münasibətdə meydana çıxan mənəvi böhranda ardıcıl şəkildə izləyir. Bu baxımdan roman Dostoyevskinin insan xarakterinin psixoloji mahiyyətini açmaq istiqamətindəki yaradıcılıq axtarışlarının mühüm nümunələrindən biri kimi diqqəti cəlb edir. Əsər yazıçının Sibir sürgünündən sonra yaratdığı ilk iri həcmli əsər kimi diqqəti cəlb edir. Roman 1860–1861-ci illərdə yazılmış, ilk dəfə 1861-ci ildə "Vremya" jurnalının yanvar-iyul nömrələrində dərc edilmişdir. Həmin ildə əsər ayrıca kitab şəklində də nəşr olunmuşdur. Romanın yazıldığı dövr Dostoyevskinin yaradıcılığında yeni mərhələnin başlanğıcı ilə səciyyələnir. Yazıçı Sibir sürgünündən sonra Peterburqa qayıtdıqdan etibarən əvvəlki yaradıcılıq təcrübəsinə yeni müşahidələr əlavə etmiş və insan həyatına daha mürəkkəb münasibət göstərməyə başlamışdır. "Alçaldılmış və təhqir olunmuş insanlar" romanında da onun diqqəti cəmiyyətin müxtəlif təbəqələrində yaşayan insanların taleyinə yönəlmişdir. Əsərin hadisələri əsasən Peterburqda cərəyan edir və yazıçı şəhərin küçələrini, prospektlərini, körpülərini və yaşayış məkanlarını konkret şəkildə təqdim etməklə dövrün şəhər həyatını canlandırır. Tədqiqatçı N. F. Budanova da

romanın Peterburq məkanının real topoqrafiyasının geniş şəkildə təsvir edildiyini və şəhərin dövrün sosial ziddiyyətləri ilə birlikdə təqdim olunduğunu qeyd edir. [2.]

Dostoyevskinin real rus həyatını təsvir etməsində əsas xüsusiyyətlərdən biri sosial hadisələri ayrı-ayrı insan taleləri vasitəsilə göstərməsidir. Yazıçı cəmiyyət daxilində mövcud olan fərqləri yalnız ümumi şəkildə təsvir etmir, bu fərqlərin konkret insanların həyatına necə təsir etdiyini göstərir. İxmenyev ailəsinin qarşılaşdığı hadisələr, Nataşanın ailəsindən ayrılması, knyaz Valkovskinin öz maraqlarını insan münasibətlərindən üstün tutması və Nelli obrazının faciəli taleyi bu baxımdan diqqəti cəlb edir. Romanda sosial vəziyyət insanın gündəlik həyatına, ailə münasibətlərinə və mənəvi aləminə təsir edən əsas amillərdən biri kimi çıxış edir.

Əsərdə insan ləyaqətinin alçaldılması problemi xüsusilə İxmenyev obrazının timsalında özünü göstərir. Nikolay Sergeyeviç İxmenyev əvvəllər imkanlı ailədən çıxmasına baxmayaraq, sonradan maddi vəziyyəti zəifləmiş bir mülkədar kimi təqdim olunur. Onun knyaz Valkovski ilə münasibətləri eyni zamanda sosial imkanların və maddi gücün insan taleyinə təsirini göstərən hadisədir. İxmenyevin hüquqi mübarizədə müdafiəsiz qalması da bunu aydın şəkildə göstərir. Yazıçı qeyd edir ki, *"o, nə himayədarı, nə də bu cür məsələləri həll etmək təcrübəsi olmadığı üçün dərhal işini uduzmağa başladı"* [1, s. 98]. Bu hadisədə Dostoyevski insanın yalnız öz haqqına malik olmasının onun həmin haqqı müdafiə edə bilməsi üçün kifayət etmədiyini göstərir. İxmenyevin qarşısında maddi imkanları və sosial əlaqələri daha geniş olan Valkovski dayanır. Beləliklə, məhkəmə prosesi vasitəsilə yazıçı cəmiyyətdə insanlar arasındakı sosial fərqləri və bu fərqlərin insan həyatına təsirini göstərir. İxmenyevin əmlakının əlindən alınması təhlükəsi onun ailəsinin gələcəyinə də təsir edir. Bu baxımdan əsərdə sosial münasibətlər insan taleyindən ayrılmır və real həyatın mühüm xüsusiyyətlərindən biri kimi təqdim olunur.

Dostoyevskinin əsərdə insanın sosial vəziyyətinə münasibəti isə İvan Petroviçin yazdığı romanın İxmenyev ailəsində oxunması səhnəsində daha aydın ifadə olunur. İxmenyev əsərdə təsvir edilən insanların həyatını öz həyatına yaxın hiss edir və belə insanların da insan ləyaqətinə sahib olduğunu vurğulayır: *"...sonra ətrafda baş verənlər aydın və yaddaqalan olur; sonra məlum olur ki, ən əzilən, sonuncu insan da bir insandır və ona mənim qardaşım deyilir!"* [1, s. 42]. Bu sözlər romanın əsas humanist istiqamətini müəyyənləşdirən fikirlərdən biridir. İxmenyevin söylədiyi bu ifadədə cəmiyyətin aşağı təbəqəsində yaşayan insanların da digər insanlar kimi diqqətə, hörmətə və anlayışa layiq olduğu fikri ifadə edilir. Dostoyevski bununla sosial vəziyyətindən asılı olmayaraq insanın öz dəyərini qoruduğunu göstərir. Əsərin real rus həyatını əks etdirməsi də məhz burada daha aydın görünür. Yazıçı cəmiyyətdə sosial baxımdan zəif insanların mövcudluğunu göstərməklə kifayətlənmir, onların həyatını, düşüncələrini və keçirdikləri hissləri də bədii şəkildə təqdim edir.

Beləliklə, “Alçaldılmış və təhqir olunmuş insanlar” romanında real rus həyatı yalnız dövrün məişət mənzərələrinin təsviri ilə məhdudlaşmır. Dostoyevski Peterburqun küçələrini, yaşayış məkanlarını, müxtəlif sosial təbəqələrə mənsub insanların həyatını və onların bir-biri ilə münasibətlərini təsvir etməklə yanaşı, bu mühitin insan taleyinə təsirini də göstərmişdir. Əsərdə yoxsulluq, sosial asılılıq, ailə münasibətlərində yaranan ziddiyyətlər və insan ləyaqətinin alçaldılması bir-biri ilə əlaqəli şəkildə təqdim olunur. Bu xüsusiyyətlər romanı XIX əsr rus həyatının sosial və mənəvi reallıqlarını əks etdirən bədii nümunələrdən birinə çevirir.

Əsərdə xüsusilə alçaldılan və cəmiyyətin sosial baxımdan zəif təbəqəsində dayanan insanların həyatı ön plana çəkilir. İxmenyev və Nelli kimi obrazların taleyi göstərir ki, maddi və sosial imkanların məhdudluğu insanın həyatında ciddi nəticələr yarada bilər. Bununla yanaşı, yazıçı bu insanları yalnız əzab çəkən şəxslər kimi təqdim etmir, onların sevgi, qürur, mərhəmət və insan ləyaqətini qorumaq istəyini də göstərir. Romanın realist xüsusiyyəti də məhz burada – həyatın mürəkkəbliyinin, ictimai fərqlərin və insan talelərinin bir-biri ilə əlaqəli şəkildə təsvir edilməsində özünü göstərir.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1. Достоевский, Ф. М. Униженные и оскорбленные. — М.: Художественная литература, 1981. — 376 с.
2. Буданова Н. Ф. Комментарии: Ф. М. Достоевский. “Униженные и оскорбленные” // Достоевский Ф. М. Собрание сочинений: в 15 томах. Т. 4. — Ленинград: Наука, 1989. — С. 726–745.
3. Бахтин М. М. Проблемы поэтики Достоевского. — Москва: Советский писатель, 1963. — 363 с.
4. Гроссман Л. П. Достоевский. — Москва: Молодая гвардия, 1962.
5. Фридлендер Г. М. Достоевский и мировая литература. — Ленинград: Советский писатель, 1979.

AESTHETIC IDEAL, THEME, CONTENT, AND IDEA IN LITERARY ART

Leyla Ziyafat Hasanova

Azerbaijan State Pedagogical University,

Faculty of Philology, Lecturer

Email: leylamuzi@gmail.com

ORCID ID: 0009-0006-9057-9205

Abstract. Aesthetic ideal, theme, content, and idea are among the fundamental categories of literary theory and aesthetics. These concepts determine the ideological and artistic structure of a literary work and reveal the ways in which reality is transformed into artistic reality. An aesthetic ideal represents the writer's conception of beauty, perfection, and the ideal human being or society. It becomes concrete in a literary work through the artistic idea. The theme constitutes the sphere of life material selected and represented by the writer, whereas content encompasses not only the events and phenomena depicted but also the author's intellectual, emotional, and aesthetic attitude toward them. The idea emerges organically from the interaction of the characters, events, conflicts, and artistic images rather than existing as an externally imposed statement. This article examines the interrelationship between aesthetic ideal, life truth, artistic truth, theme, content, and idea, emphasizing the unity of objective reality and subjective artistic perception. The study also considers the views of major literary theorists on the nature of artistic content and demonstrates the importance of the unity of content and form in achieving artistic integrity.

Keywords: aesthetic ideal, literary theory, artistic truth, life truth, theme, content, idea, artistic image, authorial position, literary work

Literary art is a specific form of understanding and representing reality. Unlike ordinary description, literature does not merely reproduce events and facts. It transforms life material through the creative imagination, intellectual perception, aesthetic experience, and worldview of the writer. Therefore, the artistic value of a literary work depends not only on what is represented but also on how reality is understood, evaluated, generalized, and transformed into an artistic structure.

Among the central categories of literary theory are aesthetic ideal, theme, content, and idea. Although these concepts are closely interconnected, each performs a distinct function within the structure of a literary work. Their relationship becomes especially significant when examining the transformation of life truth into artistic truth.

A literary work begins with the writer's perception of reality. The writer selects particular events, human characters, conflicts, emotions, and social phenomena from the surrounding world and subjects them to artistic interpretation. As a result, objective reality becomes inseparable from the author's creative consciousness. The final artistic product therefore represents both reality and the writer's individual way of understanding that reality.

An ideal can generally be understood as a goal or conception toward which an individual or society aspires. Before an ideal becomes a reality, it exists in human consciousness as an imagined possibility. The aesthetic ideal is a particular form of such aspiration. It embodies the human conception of beauty, harmony, perfection, and the ideal individual or society.

The aesthetic ideal acquires its most concrete and expressive form in art. Every historical period and social environment develops particular conceptions of beauty and perfection. These conceptions are reflected in artistic works through characters, conflicts, images, landscapes, relationships, and systems of values.

The aesthetic ideal is therefore neither completely detached from reality nor identical with reality. Art draws simultaneously upon existing life and upon imagination. The writer observes the present but may also envision what does not yet exist. In this sense, artistic creation is situated between reality and possibility.

The aesthetic ideal enters the literary work primarily through the artistic idea. Social, moral, philosophical, and aesthetic aspirations are transformed into an artistic form and acquire concrete meaning through characters and events. Thus, the aesthetic ideal does not remain an abstract philosophical proposition; it becomes an active element of the artistic structure.

The artistic representation of an ideal is particularly effective when it is embodied in the characters and conflicts of the work. A writer does not necessarily need to announce the ideal directly. Instead, readers perceive it through the development of events, the relationships among characters, and the consequences of their choices.

One of the fundamental problems of literary creation is the transformation of life truth into artistic truth. Life truth refers to the realities, events, social processes, human experiences, and individual destinies that exist in objective reality. Artistic truth, however, is not a mechanical reproduction of these realities.

Two essential processes are involved in this transformation. First, reality must be studied through the artistic observation of the writer. Second, the writer must possess the ability to generalize the observed material artistically.

A particular human destiny can represent the destiny of an entire social group; an individual character can embody general human qualities; a single event can acquire the significance of an entire historical period. Through such artistic generalization, the individual becomes representative of the universal.

Consequently, artistic observation requires the writer to move beyond the external appearance of phenomena. The writer attempts to penetrate from the visible to the invisible, from external behavior to psychological motivation, and from individual events to their deeper social and philosophical meanings.

Artistic truth is therefore created through the interaction of observation, imagination, generalization, evaluation, and artistic transformation. Merely recording reality is insufficient for genuine artistic creation. The writer must transform life material and give it a new artistic meaning.

Artistic content is sometimes mistakenly identified with the subject or theme of a literary work. However, these concepts are not identical.

The theme refers primarily to the sphere of life represented in a work. It answers the question: **What does the writer depict?** Content, by contrast, includes not only what is depicted but also what the writer expresses through the depiction. Thus, content encompasses events, characters, conflicts, emotions, ideas, evaluations, and the author's artistic attitude toward reality.

The literary work is the product of imaginative and figurative thinking. Therefore, the subject represented by the writer cannot fully constitute its content. The depicted events become part of artistic content only after passing through the writer's perception, emotional experience, worldview, and aesthetic evaluation.

G.L. Abramovich emphasizes the importance of the writer's intellectual and emotional relationship with the subject represented. According to this approach, the subject of representation becomes artistic content when it

passes through the writer's thoughts and feelings and is evaluated from a particular ideological and artistic position.

L.I. Timofeev similarly understands literary content as reality comprehended by the writer. This formulation emphasizes that artistic content is not simply objective reality but reality as it has been perceived, interpreted, and artistically reconstructed.

These approaches demonstrate that artistic content has both objective and subjective dimensions. The objective dimension consists of the events, circumstances, social processes, and human experiences that attract the writer's attention. The subjective dimension involves the writer's perception, evaluation, emotional response, and artistic interpretation of those phenomena.

However, the subjective dimension should not be understood as something entirely detached from objective reality. The writer's worldview and ideas may themselves have objective social, philosophical, and historical foundations. Therefore, the objective and subjective dimensions of artistic content exist in constant interaction.

Theme is one of the principal structural categories of a literary work. It can be defined as the sphere of concrete life material embraced, perceived, and represented by the writer.

A literary work may address such themes as love, war, homeland, freedom, social inequality, historical memory, human dignity, nature, or individual destiny. Yet simply selecting a significant theme does not guarantee artistic success.

The same theme may be treated differently by different writers. Their individual experiences, worldviews, aesthetic ideals, historical circumstances, and creative methods determine the specific artistic form that the theme acquires.

Therefore, the theme should not be considered an isolated component. It is closely connected with content and idea. The theme provides the life material, while the artistic content reveals the writer's understanding of that material, and the idea emerges as a generalized artistic meaning.

The selection of a theme is also related to historical and social circumstances. Writers do not choose themes exclusively according to personal preference. The relevance of a particular subject, its relationship to contemporary life, and its potential social, moral, and aesthetic significance may influence its selection.

The idea can be regarded as the central intellectual and aesthetic principle of a literary work. It constitutes the underlying meaning that emerges from the representation of life.

The writer usually does not express the idea as an abstract proposition. Instead, the idea becomes apparent through characters, conflicts, actions, psychological states, relationships, and the development of events.

For this reason, an artistic idea cannot exist independently of artistic images. It is organically connected with the entire structure of the work. When the author's idea is imposed upon the material from outside, the work may lose its artistic naturalness and emotional power.

A genuine artistic idea arises from the internal development of the represented reality. The reader should be able to perceive the author's position through the artistic logic of the work rather than through direct ideological declarations.

This principle is essential for distinguishing artistic tendentiousness from artificial didacticism. When an idea is predetermined and the life material is merely forced into a ready-made ideological scheme, the artistic integrity of the work may be weakened. In such cases, the characters cease to function as independent artistic personalities, while events become simple illustrations of an externally formulated thesis.

By contrast, when the idea grows naturally out of the interaction of characters and events, it acquires emotional and aesthetic force. The reader does not merely receive an abstract conclusion but experiences the idea through the artistic world of the work.

Theme, content, and idea are inseparable elements of literary structure. The theme identifies the sphere of life represented; content encompasses the artistically interpreted reality; and the idea represents the generalized meaning emerging from this interpretation.

The relationship can therefore be expressed schematically:

This sequence should not, however, be understood mechanically. In the creative process, these elements influence one another continuously.

The theme determines the initial sphere of representation, but the writer's aesthetic ideal and worldview influence the selection and organization of material. The selected material becomes artistic content through interpretation. Finally, the idea emerges from the interaction of content, characters, conflicts, and artistic images.

The unity of content and form is equally important. A significant idea cannot compensate for an artistically weak form, just as an aesthetically sophisticated form cannot completely compensate for an empty or superficial content. Artistic integrity is achieved when content and form correspond organically.

The author's position is an essential component of artistic content. The writer never approaches reality as a completely neutral observer. Selection itself is an act of interpretation. The choice of one event rather than another, one character rather than another, and one conflict rather than another already reveals a particular artistic perspective.

Nevertheless, the author's position should not be confused with direct authorial commentary. In a successful literary work, the author's ideas are generally embodied in the artistic structure.

S. Vurğun's historical drama *Vaqif*, for example, draws upon historical events and personalities. Yet the work is not merely a chronological reproduction of history. Through artistic transformation, the historical material acquires broader meanings associated with national consciousness, heroism, dignity, and resistance to foreign domination.

The example demonstrates that literary content emerges from the interaction of historical reality and artistic interpretation. The writer's creative intervention transforms factual material into a meaningful artistic world.

Artistic generalization is one of the principal mechanisms through which individual facts acquire universal significance. Literature does not need to describe every aspect of reality in order to represent reality convincingly. Instead, it selects characteristic details and organizes them into a coherent artistic system.

A single character may embody the characteristics of an entire generation. A personal conflict may reflect a broader social contradiction. A particular historical event may become a symbol of a larger national experience.

Yuri Borev emphasizes that artistic content involves the transformation and recreation of facts, observations, and impressions taken from reality. Artistic creation therefore involves selection, transformation, interpretation, and generalization.

The writer's talent plays a decisive role in this process. Mere observation or accurate reproduction is insufficient. Artistic creation requires the ability to penetrate life through thought and imagination, discover significant relationships among phenomena, and give them a new artistic form.

Aesthetic ideal, theme, content, and idea constitute a closely interconnected system within literary art. The aesthetic ideal expresses the writer's conception of beauty, perfection, and desirable human or social existence. The theme represents the sphere of life selected for artistic treatment. Artistic content emerges when this life material passes through the writer's consciousness, imagination, worldview, and aesthetic evaluation. The artistic idea, in turn, represents the generalized meaning that organically develops from the interaction of the work's characters, events, conflicts, and images.

The transformation of life truth into artistic truth is possible only through creative observation and artistic generalization. Literature does not simply reproduce reality; it interprets and transforms it. Consequently, the content of a literary work cannot be reduced either to the events depicted or to an abstract ideological proposition.

The artistic idea achieves genuine power when it grows naturally from the content of the work and is embodied in its artistic images. When an idea is artificially imposed upon the material, literary art risks becoming schematic and didactic. By contrast, when theme, content, idea, and form form an organic unity, the literary work acquires aesthetic integrity and emotional influence.

Thus, the essence of literary creation lies in the transformation of reality into an artistic world in which objective life and subjective artistic perception interact. Through this process, the writer not only depicts life but also interprets, evaluates, generalizes, and gives it new aesthetic and intellectual meaning. This is precisely why aesthetic ideal, theme, content, and idea remain fundamental categories for understanding the nature and structure of literary art.

References

1. Abramovich, G. L. *Introduction to Literary Studies*. Moscow, 1976.
2. Belinsky, V. G. *Selected Literary-Critical Works*. Moscow.
3. Borev, Y. *Aesthetics*. Moscow, 1980.
4. Rəfili, M. Works on Literary Theory and Criticism. Baku.
5. Timofeev, L. I. *Theory of Literature*. Moscow, 1948.
6. Vurğun, S. *Vaqif*. Baku.

BİOLOGİYA FƏNNİNDƏ KOMPETENSİYA ƏSASLI QİYMƏTLƏNDİRMƏNİN METODİK XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Abdullayeva Təranə Qeyis

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti Bakı, Azərbaycan

Biologiya və onun tədrisi texnologiyası kafedrasının dosenti

Orcid:0000-0002-9151-8950

XÜLASƏ

Müasir biologiya təlimində şagirdlərin yalnız nəzəri biliklərə yiyələnməsi deyil, əldə etdikləri bilikləri praktik fəaliyyətlərdə tətbiq etməsi, bioloji hadisə və prosesləri təhlil etməsi, problemləri müəyyənləşdirərək həll yolları təklif etməsi və elmi əsaslandırılmış nəticələr çıxarması mühüm təlim nəticələrindən hesab olunur. Bu baxımdan kompetensiya əsaslı qiymətləndirmə şagird nailiyyətlərinin müəyyənləşdirilməsinə yeni metodik yanaşma formalaşdırır. Tədqiqatın məqsədi biologiya fənnində kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin metodik xüsusiyyətlərini müəyyənləşdirmək, onun əsas prinsip və vasitələrini sistemləşdirmək və müxtəlif qiymətləndirmə formalarının şagirdlərin bioloji kompetensiyalarının inkişafında rolunu təhlil etməkdir. Tədqiqat zamanı nəzəri təhlil, müqayisəli təhlil, pedaqoji müşahidə, məzmun təhlili, formativ və summativ qiymətləndirmə, həmçinin qiymətləndirmə nəticələrinin ümumiləşdirilməsi metodlarından istifadə edilmişdir. Təhlil nəticələri göstərmişdir ki, kompetensiya əsaslı qiymətləndirmə yalnız faktoloji biliklərin yoxlanılmasına deyil, biliklərin tətbiqi, analitik və tənqidi düşünmə, problem həlli, elmi-tədqiqat, kommunikasiya və refleksiya bacarıqlarının müəyyənləşdirilməsinə imkan verir. Biologiya fənninin eksperimental və praktik xarakteri laboratoriya işləri, situasiya və problem əsaslı tapşırıqlar, layihələr, tədqiqat fəaliyyətləri, müşahidə, portfolio, özünüqiymətləndirmə və qarşılıqlı qiymətləndirmə kimi vasitələrin tətbiqini xüsusilə əhəmiyyətli edir. Müəyyən edilmişdir ki, təlim məqsədləri, gözlənilən nəticələr, kompetensiyalar və qiymətləndirmə meyarları arasında uyğunluğun təmin edilməsi qiymətləndirmənin metodik səmərəliliyinin əsas şərtlərindən biridir. Kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin sistemli tətbiqi şagirdlərin funksional bioloji savadlılığının, elmi düşünmə və praktik fəaliyyət bacarıqlarının inkişafına metodik zəmin yaradır.

Açar sözlər: kompetensiya əsaslı qiymətləndirmə, biologiya təlimi, bioloji kompetensiya, qiymətləndirmə meyarları, formativ qiymətləndirmə, summativ qiymətləndirmə, situasiya əsaslı tapşırıq, problem həlli, elmi-tədqiqat bacarıqları, bioloji savadlılıq.

METHODOLOGICAL FEATURES OF COMPETENCY-BASED ASSESSMENT IN BIOLOGY

Abdullayeva Taranə Geyis

Azerbaijan State Pedagogical University Baku, Azerbaijan

Associate Professor, Department of Biology and Teaching Technologies

ORCID: 0000-0002-9151-8950

ABSTRACT

In modern biology education, it is important for students not only to acquire theoretical knowledge but also to apply the knowledge they have acquired in practical activities, analyze biological phenomena and processes, identify problems and propose solutions, and formulate scientifically justified conclusions. In this context, competency-based assessment represents a methodological approach to determining students' learning achievements. The aim of this study is to identify the methodological characteristics of competency-based assessment in biology, systematize its main principles and tools, and analyze the role of different forms of assessment in the development of students' biological competencies. The study employed theoretical analysis, comparative analysis, pedagogical observation, content analysis, formative and summative assessment, as well as the generalization of assessment results. The analysis demonstrated that competency-based assessment enables the evaluation not only of factual knowledge but also of students' ability to apply knowledge, engage in analytical and critical thinking, solve problems, conduct scientific inquiry, communicate effectively, and reflect on their learning. Given the experimental and practical nature of biology, the use of laboratory activities, situational and problem-based tasks, projects, research activities, observation, portfolios, self-assessment, and peer assessment is particularly important. The findings indicate that ensuring alignment among instructional objectives, expected learning outcomes, competencies, and assessment criteria is a key condition for the methodological effectiveness of assessment. The systematic implementation of competency-based assessment provides a methodological basis for developing students' functional biological literacy, scientific thinking, and practical skills.

Keywords: competency-based assessment, biology education, biological competence, assessment criteria, formative assessment, summative assessment, situational task, problem solving, scientific inquiry skills, biological literacy.

GİRİŞ

Müasir təhsil sistemində baş verən sosial, elmi-texnoloji və informasiya dəyişiklikləri şagirdlərin yalnız müəyyən həcmdə biliklərə yiyələnməsini deyil, həmin bilikləri real həyat situasiyalarında tətbiq edə bilməsini, müstəqil düşünməsini, problemləri təhlil etməsini, qərar qəbul etməsini, əməkdaşlıq qurmasını və əldə etdiyi nəticələri əsaslandırmasını zəruri edir. Bu baxımdan müasir məktəb təhsilinin əsas istiqamətlərindən biri təlim nəticələrinin yalnız reproduktiv biliklərin mənimsənilməsi səviyyəsində deyil, şagirdin müxtəlif bilik, bacarıq və münasibətləri inteqrasiya edərək praktik fəaliyyətə çevirə bilməsi əsasında müəyyənləşdirilməsidir. Belə yanaşma təhsildə kompetensiya əsaslı modelin formalaşmasını və qiymətləndirmə prosesinin də bu modelə uyğun yenidən qurulmasını şərtləndirir.

Kompetensiya əsaslı təhsil yanaşmasında qiymətləndirmə təlim prosesinin son mərhələsi kimi deyil, təlimin məqsədləri, məzmunu, metodları və nəticələri ilə qarşılıqlı əlaqədə olan dinamik pedaqoji proses kimi nəzərdən keçirilir. Ənənəvi qiymətləndirmədə əsas diqqət şagirdin müəyyən mövzu üzrə nə qədər məlumatı yadda saxlamasına yönələ bildiyi halda, kompetensiya əsaslı qiymətləndirmədə həmin biliyin necə mənimsənildiyi, hansı şəraitdə tətbiq olunduğu, şagirdin problemi necə müəyyənləşdirdiyi, məlumatları necə təhlil etdiyi, sübutlardan necə istifadə etdiyi və nəticəyə necə gəldiyi daha böyük əhəmiyyət daşıyır. Bu xüsusiyyət qiymətləndirməni sadəcə nəticənin müəyyənləşdirilməsi vasitəsindən şagirdin inkişafını istiqamətləndirən metodik mexanizmə çevirir.

Biologiya fənni kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin tətbiqi baxımından xüsusi metodik imkanlara malikdir. Bunun əsas səbəbi biologiyanın canlı sistemlərin quruluşu, funksiyası, inkişafı, müxtəlifliyi, qarşılıqlı əlaqələri və ətraf mühitlə münasibətlərini öyrənən kompleks elm sahəsi olmasıdır. Biologiya təlimində şagird yalnız hüceyrənin quruluşunu, orqanizmlərin sistematik qruplarını, fizioloji prosesləri və ekoloji qanunauyğunluqları bilməklə kifayətlənməməli, eyni zamanda bu bilikləri müşahidə, təcrübə, müqayisə, təsnifat, modelləşdirmə, məlumatların təhlili və problem həlli fəaliyyətlərində tətbiq etməlidir. Məhz bu baxımdan biologiya fənnində qiymətləndirmənin kompetensiya yönümlü təşkili şagirdin elmi dünyagörüşünün və funksional savadlılığının inkişaf etdirilməsində mühüm metodik vasitə hesab edilə bilər.

Biologiya fənninin məzmununda müşahidə və eksperimentlərin, laboratoriya və praktik işlərin, təbiət hadisələrinin təhlilinin, canlı orqanizmlər arasında qarşılıqlı əlaqələrin müəyyənləşdirilməsinin, ekoloji problemlərin araşdırılmasının və elmi məlumatların interpretasiyasının xüsusi yer tutması qiymətləndirmə vasitələrinin də müxtəlifliyini tələb edir. Şagirdin biologiya üzrə kompetensiyasının müəyyənləşdirilməsi yalnız test tapşırıqları ilə məhdudlaşdırıldıqda onun real fəaliyyət imkanlarının tam əks etdirilməsi mümkün olmaya

bilər. Buna görə də kompetensiya əsaslı qiymətləndirmədə açıq tipli suallar, situasiya tapşırıqları, problemli məsələlər, layihələr, laboratoriya fəaliyyətləri, praktik tapşırıqlar, müşahidə vərəqləri, portfoliolar, təqdimatlar, konseptual sxemlər, tədqiqat tapşırıqları və özünüqiymətləndirmə vasitələrindən kompleks şəkildə istifadə edilməsi metodik baxımdan əhəmiyyətlidir[1].

Biologiya fənnində kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin mühüm xüsusiyyətlərindən biri bilik–bacarıq–tətbiq–refleksiya ardıcıllığının nəzərə alınmasıdır. Şagird əvvəlcə bioloji anlayış və qanunauyğunluqları mənimsəyir, daha sonra həmin biliklər əsasında müəyyən fəaliyyət həyata keçirir, əldə etdiyi nəticələri təhlil edir və öz fəaliyyətini qiymətləndirir. Məsələn, ekosistemlərin strukturunu öyrənən şagirddən yalnız “ekosistem nədir?” sualına cavab verməsi tələb olunmur. Kompetensiya əsaslı yanaşmada şagirdə konkret ekosistemin komponentlərini müəyyənləşdirmək, canlı və cansız komponentlər arasındakı əlaqələri izah etmək, antropogen təsirin mümkün nəticələrini təhlil etmək və ekoloji problemin həlli üçün əsaslandırılmış təklif irəli sürmək kimi tapşırıqlar təqdim edilə bilər. Beləliklə, qiymətləndirmə faktoloji bilikdən funksional və tətbiqi biliyə keçidi əks etdirir.

Kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin metodik xüsusiyyətləri sırasında meyar əsaslılıq xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Qiymətləndirmənin əvvəlcədən müəyyən edilmiş, ölçülə bilən və şagird üçün aydın olan meyarlar əsasında aparılması subyektivliyin azaldılmasına və qiymətləndirmə prosesinin şəffaflığının artırılmasına imkan verir. Biologiya fənnində belə meyarlar elmi anlayışlardan düzgün istifadə, bioloji prosesləri izah etmə, müşahidə nəticələrini sistemləşdirmə, məlumatları müqayisə və təhlil etmə, səbəb-nəticə əlaqələri qurma, eksperimental nəticələri interpretasiya etmə, elmi sübutlardan istifadə və nəticələri əsaslandırma kimi göstəriciləri əhatə edə bilər. Bu halda şagird yalnız aldığı balı deyil, həmin balın hansı fəaliyyət göstəricilərinə əsasən formalaşdığını da anlayır[2].

Digər mühüm xüsusiyyət formativ qiymətləndirmənin kompetensiya inkişafı ilə əlaqələndirilməsidir. Formativ qiymətləndirmə şagirdin təlim prosesində mövcud səviyyəsini müəyyənləşdirməyə, onun çətinliklərini vaxtında aşkar etməyə və növbəti təlim fəaliyyətlərini uyğunlaşdırmağa imkan verir. Biologiya dərslərində müəllimin sual-cavab, müşahidə, qısa yazılı tapşırıqlar, konseptual xəritələr, “düşün–cütləş–paylaş”, laboratoriya fəaliyyətinin müşahidəsi, qarşılıqlı qiymətləndirmə və özünüqiymətləndirmə kimi üsullardan istifadə etməsi şagirdin yalnız yekun nəticəsini deyil, həmin nəticəyə aparan öyrənmə prosesini də izləməyə şərait yaradır. Bu yanaşmada səhv cavab yalnız mənfi nəticə kimi deyil, şagirdin hansı mərhələdə çətinlik çəkdiyini müəyyənləşdirən diaqnostik məlumat kimi qiymətləndirilir.

Biologiya fənnində kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin digər səciyyəvi cəhəti autentik və situativ tapşırıqlardan istifadədir. Autentik tapşırıqlar şagirdin məktəbdə əldə etdiyi bioloji bilikləri gündəlik həyat və real problemlərlə əlaqələndirməsinə imkan yaradır. Məsələn, su hövzəsinin çirklənməsi, şəhər mü

MATERİAL VƏ METODLAR

Tədqiqatın metodoloji əsasını biologiya fənninin tədrisində kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin tətbiqi, şagirdlərin bilik, bacarıq və münasibətlərinin kompleks şəkildə müəyyənləşdirilməsi, qiymətləndirmə nəticələrinin təlim prosesinin təkmilləşdirilməsinə yönəldilməsi prinsipləri təşkil etmişdir. Tədqiqat zamanı biologiya təliminin məzmunu, gözlənilən təlim nəticələri, fənn kompetensiyaları və onların qiymətləndirilməsi arasında qarşılıqlı əlaqənin müəyyənləşdirilməsinə xüsusi diqqət yetirilmişdir.

Tədqiqatın materiallarını biologiya fənninin ümumi təhsil səviyyəsində tədris prosesində istifadə olunan təlim nəticələri, qiymətləndirmə meyarları, tapşırıq nümunələri, müşahidə materialları, praktik və laborator fəaliyyətlərin nəticələri, şagirdlərin yazılı və şifahi cavabları, layihə və tədqiqat işləri, həmçinin formativ və summativ qiymətləndirmə nümunələri təşkil etmişdir. Materialların seçilməsində əsas meyar onların şagirdlərin yalnız faktoloji biliklərini deyil, əldə etdikləri bilikləri yeni və real situasiyalarda tətbiq etmək, bioloji prosesləri izah etmək, səbəb-nəticə əlaqələrini müəyyənləşdirmək, məlumatları təhlil etmək və elmi əsaslandırılmış nəticələr çıxarmaq bacarıqlarını üzə çıxarması olmuşdur.

Tədqiqatda nəzəri təhlil, müqayisəli təhlil, müşahidə, pedaqoji təhlil, məzmun təhlili, diaqnostik qiymətləndirmə, formativ qiymətləndirmə və nəticələrin ümumiləşdirilməsi metodlarından istifadə edilmişdir. Nəzəri təhlil metodu vasitəsilə kompetensiya, kompetensiya əsaslı təlim və qiymətləndirmə anlayışlarının elmi-pedaqoji mahiyyəti araşdırılmış, biologiya təliminin məqsədləri ilə qiymətləndirmə mexanizmləri arasındakı əlaqə müəyyənləşdirilmişdir.

Müqayisəli təhlil zamanı ənənəvi bilik yönümlü qiymətləndirmə ilə kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin məqsədləri, məzmunu, tapşırıq strukturu və nəticələrin şərhi müqayisə edilmişdir. Bu zaman qiymətləndirmənin yalnız “şagird nə bilir?” sualına deyil, eyni zamanda “şagird bildiklərini necə tətbiq edir?”, “bioloji problemi necə həll edir?”, “elmi məlumatı necə təhlil edir?” və “əldə etdiyi nəticəni necə əsaslandırır?” suallarına cavab verməsi əsas metodik meyar kimi qəbul edilmişdir.

Pedaqoji müşahidə metodu biologiya dərslərində şagirdlərin fərdi və qrup fəaliyyətlərinin, laborator və praktik işlərin yerinə yetirilməsi prosesinin, problem situasiyalarında qərarvermə və elmi mühakimə bacarıqlarının izlənilməsində tətbiq edilmişdir. Müşahidə zamanı şagirdlərin bioloji terminlərdən düzgün istifadə etməsi, müşahidə nəticələrini qeyd etməsi, eksperimentin mərhələlərinə əməl etməsi, əldə olunan

məlumatları müqayisə və təhlil etməsi, nəticə çıxarması və nəticələrini əsaslandırması kimi göstəricilər nəzərə alınmışdır.

Kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin metodik xüsusiyyətlərinin müəyyənləşdirilməsi məqsədilə biologiya üzrə qiymətləndirmə tapşırıqları məzmun və idrak səviyyələrinə görə qruplaşdırılmışdır. Tapşırıqların hazırlanmasında reproduktiv, tətbiqetmə, analiz, sintez, qiymətləndirmə və problem həlli xarakterli fəaliyyətlər nəzərə alınmışdır. Xüsusilə real həyat situasiyalarına əsaslanan tapşırıqlardan istifadə etməklə şagirdlərin biologiya üzrə bilikləri gündəlik həyat, sağlamlıq, ətraf mühit və ekoloji problemlərlə əlaqələndirmək bacarığının qiymətləndirilməsi nəzərdə tutulmuşdur.

Tədqiqat çərçivəsində biologiyanın müxtəlif bölmələrinə, o cümlədən hüceyrə biologiyası, genetika, ekologiya, insan anatomiyası və fiziologiyası, botanika və zoologiya mövzularına uyğun qiymətləndirmə situasiyaları nəzərdən keçirilmişdir. Məsələn, ekologiya mövzularında şagirdlərdən ekosistemdə baş verən dəyişikliklərin səbəblərini təhlil etmək, antropogen amillərin bioloji müxtəlifliyə təsirini qiymətləndirmək və mümkün ekoloji həll yolları təklif etmək tələb edilmişdir. Genetika üzrə tapşırıqlarda irsiyyət qanunauyğunluqlarının tətbiqi, hüceyrə biologiyasında isə hüceyrə proseslərinin səbəb-nəticə əlaqələrinin izahı əsas götürülmüşdür.

Qiymətləndirmənin obyektivliyini və şəffaflığını təmin etmək məqsədilə meyar və rubrikalardan istifadə metoduna üstünlük verilmişdir. Rubrikalarda şagird fəaliyyətinin müxtəlif səviyyələri əvvəlcədən müəyyənləşdirilmiş və qiymətləndirmə meyarları ilə əlaqələndirilmişdir. Bu yanaşma şagirdin yalnız yekun cavabının deyil, problemin həlli prosesində nümayiş etdirdiyi fəaliyyətlərin də nəzərə alınmasına imkan vermişdir.

Formativ qiymətləndirmə zamanı müəllimin şagird fəaliyyətinə dair müşahidələri, şifahi və yazılı əks əlaqə, özünüqiymətləndirmə və qarşılıqlı qiymətləndirmə vasitələrindən istifadə edilmişdir. Əks əlaqə zamanı əsas məqsəd şagirdin səhvini yalnız müəyyənləşdirmək deyil, onun hansı mərhələdə çətinlik çəkdiyini göstərmək və növbəti mərhələdə inkişaf istiqamətini müəyyənləşdirmək olmuşdur. Beləliklə, qiymətləndirmə təlim prosesindən ayrı mexanizm kimi deyil, təlimin tərkib hissəsi kimi nəzərdən keçirilmişdir.

Summativ qiymətləndirmə zamanı isə müəyyən təlim mərhələsinin sonunda şagirdlərin gözlənilən nəticələrə və müvafiq kompetensiyalara nə dərəcədə nail olduqları müəyyənləşdirilmişdir. Bunun üçün müxtəlif tipli test və açıq suallar, situativ tapşırıqlar, problem xarakterli məsələlər, praktik fəaliyyətlər və tətbiqi xarakterli tapşırıqlardan istifadə imkanları təhlil edilmişdir.

Tədqiqatın mühüm metodik istiqamətlərindən biri də praktik və laborator fəaliyyətlərin qiymətləndirilməsi olmuşdur. Biologiya fənninin eksperimental xarakteri nəzərə alınaraq şagirdlərin laborator avadanlıqlardan düzgün istifadə etməsi, təhlükəsizlik qaydalarına riayət etməsi, müşahidə və ölçmə aparması, eksperimental nəticələri qeyd etməsi, əldə olunan məlumatları təhlil etməsi və elmi nəticə formalaşdırması qiymətləndirmə göstəriciləri kimi müəyyən edilmişdir.

Kompetensiya əsaslı qiymətləndirmədə şagirdin yalnız fərdi nəticəsinin deyil, onun əməkdaşlıq və kommunikasiya bacarıqlarının da nəzərə alınması məqsədəuyğun hesab edilmişdir. Bu baxımdan qrup layihələri, tədqiqat tapşırıqları, təqdimatlar və müzakirələr zamanı şagirdlərin məlumat mübadiləsi aparması, fikirlərini elmi əsaslandırması, digər fikirlərə münasibət bildirməsi və ümumi nəticənin formalaşdırılmasında iştirak etməsi müşahidə edilmişdir.

Əldə olunan məlumatların təhlili zamanı qiymətləndirmə göstəriciləri üç əsas istiqamətdə sistemləşdirilmişdir: bioloji biliklərin mənimsənilməsi, bioloji biliklərin tətbiqi və elmi-tədqiqat/problem həlli bacarıqları. Bu istiqamətlər əsasında şagirdlərin yalnız yadda saxlama səviyyəsi deyil, biliklərin funksional və praktik istifadəsi də nəzərə alınmışdır.

NƏTİCƏLƏR VƏ MÜZAKİRƏ

Biologiya fənnində kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin metodik xüsusiyyətlərinin təhlili göstərir ki, qiymətləndirmənin yalnız şagirdin mənimsədiyi faktoloji biliklərin müəyyənləşdirilməsinə istiqamətləndirilməsi müasir biologiya təliminin məqsədlərini tam əks etdirmir. Bioloji biliklərin praktik situasiyalarda tətbiqi, elmi məlumatların təhlili, müşahidə və eksperiment nəticələrinin şərhi, səbəb-nəticə əlaqələrinin müəyyənləşdirilməsi, problem həlli və əsaslandırılmış nəticələrin formalaşdırılması şagirdin fənn üzrə kompetensiyasının əsas göstəriciləri kimi çıxış edir. Bu baxımdan kompetensiya əsaslı qiymətləndirmə biologiya təlimində biliklərin reproduktiv mənimsənilməsindən onların funksional tətbiqinə keçidi təmin edən metodik mexanizm kimi qiymətləndirilə bilər.

Təhlil nəticələri göstərir ki, kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin səmərəliliyi ilk növbədə qiymətləndirmə meyarlarının təlim məqsədləri ilə uyğunluğundan asılıdır. Təlim nəticələri ilə qiymətləndirmə tapşırıqları arasında uyğunluq təmin edilmədikdə şagirdin real kompetensiyasının müəyyənləşdirilməsi çətinləşir. Məsələn, şagirdin “fotosintez prosesini izah etmək” kompetensiyası qarşıya məqsəd kimi qoyulursa, yalnız fotosintezin tərifini soruşan reproduktiv test tapşırığından istifadə həmin nəticənin tam ölçülməsinə imkan vermir. Bunun əvəzinə müxtəlif ekoloji şəraitdə fotosintezin intensivliyinə təsir edən amillərin

müqayisəsi, eksperiment nəticələrinin qrafik əsasında təhlili və əldə edilmiş nəticələrin elmi əsaslandırılması kimi tapşırıqlar şagirdin tətbiqi və analitik bacarıqlarını daha adekvat şəkildə üzə çıxarır.

Biologiya fənnində kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin mühüm nəticələrindən biri yüksək səviyyəli idrak bacarıqlarının inkişafına imkan yaratmasıdır. Qiymətləndirmə prosesində analiz, sintez, tətbiq, qiymətləndirmə və problem həlli xarakterli tapşırıqların üstünlük təşkil etməsi şagirdlərin hazır informasiyanı təkrarlamasından daha çox, bioloji hadisələr arasında əlaqə qurmasına şərait yaradır. Xüsusilə ekologiya, genetika, fiziologiya, sitologiya və insan biologiyası kimi bölmələrdə real və ya modelləşdirilmiş situasiyaların təqdim olunması şagirdin elmi düşünmə qabiliyyətinin inkişafına əhəmiyyətli təsir göstərir[3].

Tədqiqatın metodik təhlili göstərir ki, situasiya əsaslı tapşırıqlar biologiya fənnində kompetensiyaların qiymətləndirilməsi üçün əlverişli vasitələrdən biridir. Belə tapşırıqlarda şagird qarşısında konkret bioloji və ya ekoloji problem qoyulur və ondan problemin səbəblərini müəyyənləşdirmək, mümkün nəticələri proqnozlaşdırmaq və həlli yollarını əsaslandırmaq tələb olunur. Məsələn, antropogen fəaliyyət nəticəsində su ekosistemində biomüxtəlifliyin azalması ilə bağlı situasiya şagirdin ekoloji amillər haqqında biliyini, səbəb-nəticə əlaqələrini müəyyənləşdirmə bacarığını, məlumatları təhlil etməsini və ekoloji baxımdan əsaslandırılmış qərar verməsini eyni vaxtda qiymətləndirməyə imkan verir. Bu xüsusiyyət kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin kompleks xarakterini göstərir.

Nəticələrin təhlili həmçinin praktik və laboratoriya fəaliyyətlərinin qiymətləndirməyə inteqrasiyasının mühüm əhəmiyyət daşıdığını göstərir. Biologiya eksperimental xarakterli elm olduğundan şagirdin laboratoriya avadanlığından düzgün istifadə etməsi, müşahidə aparması, tədqiqat mərhələlərini ardıcıl yerinə yetirməsi, əldə etdiyi nəticələri qeyd etməsi və onları elmi baxımdan şərh etməsi ayrıca qiymətləndirmə obyektinə çevrilməlidir. Bu zaman yalnız son nəticənin düzgünlüyü deyil, tədqiqat prosesinin təşkili də nəzərə alınmalıdır. Belə yanaşma şagirdlərdə elmi-tədqiqat kompetensiyasının formalaşmasına xidmət edir.

Kompetensiya əsaslı qiymətləndirmədə rubriklərdən və əvvəlcədən müəyyənləşdirilmiş qiymətləndirmə meyarlarından istifadə də mühüm metodik üstünlük kimi müəyyən edilmişdir. Rubriklər şagird fəaliyyətinin müxtəlif səviyyələr üzrə təsvir edilməsinə imkan verir. Məsələn, biologiya üzrə tədqiqat tapşırığının qiymətləndirilməsində problemin düzgün müəyyənləşdirilməsi, hipotezin formalaşdırılması, məlumatların toplanması, nəticələrin təhlili, elmi əsaslandırma və təqdimat bacarıqları ayrıca meyar kimi götürülə bilər. Bu yanaşma qiymətləndirməni daha şəffaf və ardıcıl edir, eyni zamanda şagirdə hansı istiqamətlərdə inkişaf etməli olduğunu göstərir.

Müzakirə göstərir ki, kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin effektivliyi formativ və summativ qiymətləndirmənin qarşılıqlı əlaqəsindən də asılıdır. Formativ qiymətləndirmə prosesində əldə edilən məlumat müəllimə şagirdlərin mövcud bilik və bacarıq səviyyəsini müəyyənləşdirməyə və təlim strategiyalarını dəyişdirməyə imkan verir. Summativ qiymətləndirmə isə müəyyən təlim mərhələsinin sonunda əldə edilmiş nəticələrin sistemli şəkildə müəyyənləşdirilməsinə xidmət edir. Bu iki qiymətləndirmə formasının bir-birindən təcrid olunması əvəzinə vahid metodik sistem daxilində tətbiqi şagirdin kompetensiya inkişafının daha ardıcıl izlənməsinə şərait yaradır[4].

Digər tərəfdən, özünüqiymətləndirmə və qarşılıqlı qiymətləndirmə metodlarının tətbiqi şagirdin qiymətləndirmə prosesində fəal iştirakını təmin edir. Şagird öz fəaliyyətini müəyyən edilmiş meyarlar əsasında təhlil etdikdə öz güclü və zəif tərəflərini daha aydın müəyyənləşdirir. Qarşılıqlı qiymətləndirmə isə elmi fikirlərin müqayisəsini, arqumentlərin təhlilini və konstruktiv geribildirim vermə bacarığını inkişaf etdirir. Biologiya dərslərində layihə, laboratoriya işi və təqdimatların qiymətləndirilməsi zamanı bu metodların tətbiqi xüsusilə məqsədəuyğundur.

Kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin nəticələri elmi-bioloji savadlılığın formalaşması baxımından da əhəmiyyətlidir. Bioloji savadlılıq yalnız biologiyaya aid termin və faktların bilinməsi ilə məhdudlaşmır; insan sağlamlığı, ətraf mühit, biomüxtəlifliyin qorunması, iqlim dəyişmələri, qida təhlükəsizliyi və biotexnologiya kimi məsələlər üzrə elmi məlumatları başa düşmək və onlardan əsaslandırılmış şəkildə istifadə etmək bacarığını da əhatə edir. Bu baxımdan kompetensiya yönümlü qiymətləndirmə şagirdin biologiya biliklərini sosial və ekoloji kontekstdə tətbiq etməsinə imkan verir.

Bununla yanaşı, kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin tətbiqində müəyyən metodik çətinliklər də mövcuddur. Açıq tipli, layihə və praktik tapşırıqların qiymətləndirilməsi daha çox vaxt tələb edir və müəllimdən əvvəlcədən dəqiq meyarların hazırlanmasını zəruri edir. Böyük siniflərdə fərdi fəaliyyətlərin sistemli izlənməsi də müəyyən təşkilati çətinliklər yarada bilər. Bundan əlavə, müəllimlərin kompetensiya əsaslı qiymətləndirmə alətlərindən istifadə üzrə metodik hazırlıq səviyyəsi, laboratoriya imkanları və rəqəmsal resurslara çıxış imkanları qiymətləndirmənin keyfiyyətinə təsir göstərə bilər. Buna görə kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin səmərəli tətbiqi yalnız qiymətləndirmə vasitələrinin dəyişdirilməsini deyil, müəllimin metodik hazırlığının və təlim mühitinin də inkişaf etdirilməsini tələb edir.

Ümumilikdə, əldə olunan metodik nəticələr göstərir ki, biologiya fənnində kompetensiya əsaslı qiymətləndirmə biliklərin tətbiqi, elmi düşünmə, problem həlli, tədqiqat, kommunikasiya, əməkdaşlıq və refleksiya kimi bacarıqların kompleks şəkildə qiymətləndirilməsinə imkan yaradır. Qiymətləndirmə prosesinin

real həyat situasiyalarına yaxınlaşdırılması və müxtəlif qiymətləndirmə vasitələrinin inteqrasiyası şagirdin yalnız nə bildiyini deyil, bildiklərindən necə istifadə etdiyini də müəyyənləşdirməyə şərait yaradır[5].

Beləliklə, biologiya təlimində kompetensiya əsaslı qiymətləndirmə ənənəvi "biliklərin yoxlanılması" modelindən daha geniş məzmun daşıyaraq öyrənmə prosesinin diaqnostikası, şagird fəaliyyətinin inkişaf etdirilməsi və funksional bioloji savadlılığın formalaşdırılması funksiyalarını birləşdirir. Bu yanaşmanın metodik baxımdan əsas şərti təlim məqsədləri, gözlənilən kompetensiyalar, qiymətləndirmə meyarları və tapşırıqlar arasında sistemli uyğunluğun yaradılmasıdır. Biologiya kimi müşahidə, təcrübə, tədqiqat və real həyat problemləri ilə sıx bağlı olan fənlərdə bu modelin tətbiqi şagirdlərin elmi bilikləri mənimsəməsi ilə yanaşı, həmin bilikləri müxtəlif situasiyalarda müstəqil və əsaslandırılmış şəkildə tətbiq etməsinə imkan verən təlim mühitinin formalaşdırılmasına xidmət edir.

NƏTİCƏ

Aparılan nəzəri-metodik təhlil göstərir ki, biologiya fənnində kompetensiya əsaslı qiymətləndirmə müasir təhsil prosesində şagirdlərin yalnız nəzəri biliklərinin müəyyənləşdirilməsinə deyil, həmin bilikləri müxtəlif təlim və real həyat situasiyalarında tətbiq etmək bacarıqlarının aşkar edilməsinə yönələn kompleks qiymətləndirmə mexanizmi kimi çıxış edir. Bu yanaşmada qiymətləndirmənin əsas obyekti şagirdin mənimsədiyi informasiyanın həcmi ilə məhdudlaşmır; onun bioloji hadisə və prosesləri izah etmək, məlumatları təhlil etmək, səbəb-nəticə əlaqələri qurmaq, problemləri müəyyənləşdirmək, elmi əsaslandırılmış həll yolları təklif etmək və əldə etdiyi nəticələri qiymətləndirmək bacarıqları da nəzərə alınır.

Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, biologiya fənninin məzmun xüsusiyyətləri kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin müxtəlif metod və vasitələr vasitəsilə təşkilinə geniş imkan yaradır. Xüsusilə situasiya və problem əsaslı tapşırıqlar, laboratoriya və praktik işlər, layihə və tədqiqat fəaliyyətləri, açıq tipli suallar, müşahidə, portfolio, özünüqiymətləndirmə və qarşılıqlı qiymətləndirmə kimi vasitələrin kompleks tətbiqi şagirdin bioloji kompetensiyalarının daha əhatəli müəyyənləşdirilməsinə imkan verir.

Müəyyən edilmişdir ki, kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin metodik effektivliyinin əsas şərtlərindən biri təlim məqsədləri, gözlənilən nəticələr, kompetensiyalar, qiymətləndirmə meyarları və tapşırıqlar arasında sistemli uyğunluğun yaradılmasıdır. Qiymətləndirmə tapşırığı şagirdin əldə etməsi nəzərdə tutulan kompetensiyanı birbaşa ölçmədikdə alınan nəticə onun real fəaliyyət imkanlarını tam əks etdirməyə bilər. Buna görə biologiya dərslərində qiymətləndirmə tapşırıqlarının hazırlanması zamanı yalnız faktoloji biliklərin yoxlanılması deyil, tətbiq, analiz, sintez, qiymətləndirmə və problem həlli səviyyələrinin də nəzərə alınması məqsədəuyğundur.

Nəticələr həmçinin göstərir ki, formativ qiymətləndirmə kompetensiyaların mərhələli inkişafının izlənilməsində mühüm rol oynayır. Davamlı əks əlaqə müəllimə şagirdin mövcud inkişaf səviyyəsini müəyyənləşdirməyə, yaranan çətinlikləri vaxtında aşkar etməyə və təlim strategiyalarını uyğunlaşdırmağa imkan verir. Eyni zamanda şagirdin özünüqiymətləndirmə prosesinə cəlb edilməsi onun reflektiv və metakoqnitiv bacarıqlarının inkişafını dəstəkləyir.

Biologiyanın eksperimental və praktik xarakteri nəzərə alındıqda, laboratoriya və tədqiqat fəaliyyətlərinin qiymətləndirmə sisteminə inteqrasiyası xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Şagirdin müşahidə aparması, hipotez irəli sürməsi, məlumat toplaması, eksperiment nəticələrini təhlil etməsi və elmi nəticə formalaşdırması onun elmi-tədqiqat kompetensiyasının mühüm göstəriciləridir. Bu baxımdan qiymətləndirmə yalnız son cavabın düzgünlüyünə deyil, nəticəyə aparan fəaliyyət prosesinə də istiqamətləndirilməlidir.

Kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin tətbiqi zamanı meyar və rubrikalardan istifadə qiymətləndirmənin şəffaflığının və ardıcıllığının artırılmasına xidmət edir. Əvvəlcədən müəyyənləşdirilmiş meyarlar şagirdə gözlənilən nəticələri aydın şəkildə təqdim edir, müəllimə isə qiymətləndirməni daha sistemli aparmağa imkan verir. Bununla yanaşı, müxtəlif qiymətləndirmə vasitələrinin paralel tətbiqi şagirdin fərqli bacarıqlarının aşkar edilməsinə və yalnız bir qiymətləndirmə formasından asılılığın azaldılmasına şərait yaradır.

Beləliklə, biologiya fənnində kompetensiya əsaslı qiymətləndirmə bilik, bacarıq, tətbiq, elmi düşünmə, problem həlli, kommunikasiya və refleksiya komponentlərini vahid metodik sistemdə birləşdirən qiymətləndirmə yanaşmasıdır. Bu model biologiya təliminin nəticələrini daha geniş kontekstdə qiymətləndirməyə və şagirdlərin funksional bioloji savadlılığının inkişafını dəstəkləməyə imkan verir. Kompetensiya əsaslı qiymətləndirmənin sistemli tətbiqi biologiya dərslərində şagirdin passiv məlumat qəbul edən subyektdən aktiv öyrənən, müşahidə edən, araşdıran, təhlil edən və elmi əsaslandırılmış nəticə çıxaran subyektə çevrilməsinə yönəlmiş təlim mühitinin formalaşdırılmasına metodik zəmin yaradır.

ƏDƏBİYYAT

1. Fine, C. G. McC., & Furtak, E. M. (2025). A call to reimagine science formative assessment systems through translanguaging. *Science Education, 109*(6), 1808–1814.

2. Nsengimana, T., Mugabo, L. R., Hiroaki, O., & Nkundabakura, P. (2024). Reflection on science competence-based curriculum implementation in Sub-Saharan African countries. *International Journal of Science Education, 47*(8), 1071–1084.

3. Ruaha, B. N. (2025). Science and mathematics secondary school teachers' awareness and preparedness on the implementation of competence-based assessment: Implications for students' soft skills acquisition. *Science Education Quarterly, 2*(4), 216–225.

4. Vaino, K., Rosin, T., Liiber, Ü., Soobard, R., Teppo, M., Valdmann, A., Reisenbuk, E., & Rannikmäe, M. (2024). The development of a national e-test on science competence for the third school level: An assessment to support learning. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri. Estonian Journal of Education, 12*(1), 88–120.

5. Vo, D. V., & Simmie, G. M. (2025). Assessing scientific inquiry: A systematic literature review of tasks, tools and techniques. *International Journal of Science and Mathematics Education, 23*, 871–906.

BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN DİL ÖĞRETİMİNDE UYGULANMASI: ÖĞRENCİ BAŞARILARININ GÜVENLİ KAYDI

B/m., Lale MUSAYEVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi, Azerbaycan dili ve öğretim teknolojisi bölümü,

lala.musayeva.adpu@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7701-5716

Özet

Dijital teknolojilerin hızlı gelişimi, eğitim sisteminde yeni yönetim ve değerlendirme mekanizmalarının oluşmasına yol açmıştır. Bu teknolojiler arasında blokzincir (blockchain), verilerin güvenli biçimde saklanması, değiştirilmesinin önlenmesi ve şeffaf bir şekilde yönetilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Başlangıçta finans sektöründe uygulanan blokzincir teknolojisi, son yıllarda sağlık, kamu yönetimi ve eğitim gibi çeşitli alanlarda da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Eğitim ortamında blokzincir, özellikle öğrenci başarılarının güvenilir kaydı, sertifikaların dijital olarak onaylanması, akademik verilerin korunması ve yaşam boyu öğrenme sonuçlarının izlenmesi için umut verici bir teknolojik çözüm olarak değerlendirilmektedir. Dil öğretimi alanında blokzincir teknolojisinin uygulanması, öğrenenlerin akademik başarılarının güvenli ve değiştirilmesi mümkün olmayan bir formatta saklanmasına olanak tanımaktadır. Geleneksel değerlendirme sistemlerinde verilerin kaybolması, değiştirilmesi veya sahteleştirilmesi riski mevcutken, blokzincir teknolojisi dağıtık defter (distributed ledger) ilkesi temelinde çalıştığından tüm veriler ağın çeşitli katılımcıları arasında eşzamanlı olarak korunmaktadır. Bu özellik, dil öğrenenlerin değerlendirme sonuçlarının, uluslararası dil sertifikalarının, portfolyolarının ve diğer akademik göstergelerinin uzun vadeli ve güvenilir biçimde saklanmasını sağlamaktadır. Yabancı dil ve Azerbaycan dilinin yabancı dil olarak öğretiminde blokzincir teknolojisi yalnızca notların saklanmasıyla sınırlı kalmamaktadır. Bu teknoloji, öğrenenlerin dinleme, konuşma, okuma ve yazma becerileri üzere gelişim dinamiklerinin aşamalı olarak izlenmesine, biçimlendirici ve sonuç odaklı değerlendirme sonuçlarının tek bir dijital platformda bütünleştirilmesine, öğretmen geri bildirimlerinin ve elektronik portfolyoların güvenli biçimde korunmasına ortam hazırlamaktadır. Bunun yanı sıra, uluslararası standartlara, özellikle CEFR yeterlik düzeylerine uygun olarak elde edilen başarıların dijital onayı, farklı ülkelerin eğitim kurumları ve işverenleri tarafından kolaylıkla doğrulanabilmektedir. Bu ise akademik hareketliliği ve diplomaların karşılıklı tanınmasını destekleyen önemli etkenlerden biridir. Blokzincir teknolojisinin uygulanması, öğretmenlerin faaliyetlerinin değerlendirilmesi ve öğretim sürecinin izlenmesi bakımından da önem taşımaktadır. Çeşitli değerlendirme aşamaları, öğretmen tarafından verilen geri bildirimler, proje ve sunum sonuçları sistemde tutarlı biçimde kaydedilmekte ve sonradan değiştirilememektedir. Böylece değerlendirme sürecinde şeffaflık artmakta, öznel müdahale olanakları azalmakta ve akademik dürüstlük ilkeleri

daha güvenilir biçimde sağlanmaktadır. Bununla birlikte, blokzincir teknolojisinin eğitim sisteminde uygulanması belirli zorlukları da beraberinde getirmektedir. Teknik altyapının oluşturulması, yüksek maliyetler, kullanıcıların dijital okuryazarlık düzeyi, veri gizliliği ve hukuki düzenleme meseleleri bu teknolojinin yaygın uygulanmasını sınırlayan temel etkenler arasındadır. Ayrıca, eğitim kurumlarının mevcut elektronik yönetim sistemlerinin blokzincir platformalarıyla entegrasyonu özel teknik çözümler gerektirmektedir. Sonuç olarak, blokzincir teknolojisi dil öğretiminde değerlendirme ve akademik verilerin yönetimi alanında yenilikçi bir yaklaşım olarak ortaya çıkmaktadır. Öğrenci başarılarının güvenli kaydı, şeffaf değerlendirme, dijital sertifikalandırma ve yaşam boyu öğrenme sonuçlarının güvenilir biçimde saklanması bakımından bu teknolojinin yaygın uygulanması, gelecek eğitim sisteminin önemli yönelimlerinden biri olarak değerlendirilebilir. Yapay zekâ, büyük veri (Big Data) ve bulut teknolojileriyle entegre edilmiş blokzincir temelli eğitim platformlarının oluşturulması, dil öğretiminin kalitesinin yükseltilmesi ve dijital dönüşümün hızlandırılması için yeni olanaklar açmaktadır.

Anahtar kelimeler: blokzincir teknolojisi, dil öğretimi, öğrenci başarılarının kaydı, dijital değerlendirme, akademik güvenlik

THE APPLİCATİON OF BLOCKCHAİN TECHNOLOGY İN LANGUAGE TEACHİNG: SECURE RECORDİNG OF STUDENT ACHİEVEMENTS

Senior lecturer, Lala MUSAYEVA

Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Azerbaijani Language and Educational Technology, lala.musayeva.adpu@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7701-5716

Abstract

The rapid development of digital technologies has led to the formation of new management and assessment mechanisms in the education system. Among these technologies, blockchain is of great importance in terms of the secure storage of data, the prevention of its alteration, and its transparent management. Initially applied in the financial sector, blockchain technology has in recent years begun to be widely used in various fields such as healthcare, public administration, and education. In the educational environment, blockchain is evaluated as a promising technological solution, particularly for the reliable recording of student achievements, the digital verification of certificates, the protection of academic data, and the tracking of lifelong learning outcomes. The application of blockchain technology in the field of language teaching enables the secure and unalterable storage of learners' academic achievements. While traditional assessment systems carry the risk of data loss, alteration, or falsification, blockchain technology, operating on the principle of a distributed ledger, ensures that all data is synchronously protected among the various participants of the network. This feature ensures the long-term and reliable preservation of language learners' assessment results, international language certificates, portfolios, and other academic indicators. In the teaching of foreign languages and Azerbaijani as a foreign language, blockchain technology is not limited to the storage of grades. This technology creates conditions for the staged monitoring of learners' developmental dynamics in listening, speaking, reading, and writing skills, the integration of formative and summative assessment results into a unified digital platform, and the secure protection of teacher feedback and electronic portfolios. Furthermore, the digital verification of achievements obtained in accordance with international standards, particularly CEFR proficiency levels, can be easily verified by educational institutions and employers in various countries. This is one of the important factors supporting academic mobility and the mutual recognition of diplomas. The application of blockchain technology is also significant in terms of the assessment of teachers' activities and the monitoring of the teaching process. Various assessment stages, feedback provided by the teacher, and project and presentation results are consistently recorded in the system and cannot subsequently be altered. Thus, transparency in the assessment process increases, opportunities for subjective intervention decrease, and the principles of academic integrity are ensured more reliably. At the same time, the application of blockchain technology in the education

system is accompanied by certain difficulties. The establishment of technical infrastructure, high financial costs, the level of users' digital literacy, data privacy, and legal regulation issues are among the main factors limiting the widespread application of this technology. In addition, the integration of educational institutions' existing electronic management systems with blockchain platforms requires specific technical solutions. In conclusion, blockchain technology emerges as an innovative approach in the field of assessment and academic data management in language teaching. In terms of the secure recording of student achievements, transparent assessment, digital certification, and the reliable preservation of lifelong learning outcomes, the widespread application of this technology can be considered one of the important directions of the future education system. The creation of blockchain-based educational platforms integrated with artificial intelligence, Big Data, and cloud technologies opens new opportunities for enhancing the quality of language teaching and accelerating digital transformation.

Keywords: blockchain technology, language teaching, recording of student achievements, digital assessment, academic security

AİLE EĞİTİMİNDE DİJİTAL OKURYAZARLIĞIN GELİŞTİRİLMESİ: SOSYAL MEDYA VE EKRAN SÜRESİNİN DÜZENLENMESİ

Natevan Paşayeva

Öğretmen, Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitesi, Temel Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim bölümü,

pasayeva.natavan@mail.ru, ORCİD: 0009-0001-4269-7681

ÖZET

Modern dijital toplumun gelişmesi, aile eğitiminde çocukların dijital okuryazarlığının geliştirilmesini önemli pedagojik konulardan biri hâline getirmiştir. Sosyal medya platformlarının ve dijital teknolojilerin çocukların günlük yaşamında geniş yer edinmesi, onların bilgiye erişme, iletişim kurma ve öğrenme olanaklarını artırmasının yanı sıra, ekran süresinin doğru şekilde düzenlenmesi ve güvenli dijital davranışların geliştirilmesi gerekliliğini de ortaya koymaktadır. Bu açıdan aile, çocuğun dijital ortamdaki davranışlarının şekillendiği temel sosyal-pedagojik ortam olarak işlev görmektedir.

Araştırmanın amacı, aile eğitimi sürecinde çocuklarda dijital okuryazarlığın geliştirilmesinde ebeveynlerin rolünü, sosyal medyanın amaçlı kullanımının önemini ve ekran süresinin pedagojik açıdan doğru şekilde düzenlenmesine yönelik yöntemleri incelemektir. Araştırmada teorik analiz ve bilimsel-pedagojik literatürün incelenmesi yöntemlerinden yararlanılmıştır. Yapılan analizler, ebeveynlerin dijital okuryazarlığının ve örnek teşkil eden davranışlarının çocukların teknolojiyi sorumlu bir şekilde kullanmaları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ekran süresinin yalnızca sınırlandırılması değil, aynı zamanda içeriğinin, amacının ve kullanım koşullarının dikkate alınması daha etkili bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak, aile eğitiminde dijital okuryazarlığın geliştirilmesi, çocukların sosyal medya ve dijital kaynakları güvenli, bilinçli, sorumlu ve amaçlı bir şekilde kullanma becerilerinin geliştirilmesine hizmet etmektedir. Ebeveyn denetiminin yanı sıra, çocuklarla açık iletişim kurulması, dijital davranış kurallarının belirlenmesi ve ekran kullanımı ile gerçek yaşam etkinlikleri arasında dengenin sağlanması, çağdaş aile pedagojisinin önemli yönleri olarak değerlendirilebilir.

Anahtar kelimeler: aile eğitimi, dijital okuryazarlık, sosyal medya, ekran süresi, ebeveyn denetimi, dijital güvenlik, dijital davranış.

DEVELOPING DIGITAL LITERACY IN FAMILY EDUCATION: REGULATING SOCIAL MEDIA USE AND SCREEN TIME

Natavan Pashayeva

Teacher, Azerbaijan State Pedagogical University, Faculty of Primary Education, Department of Primary Education, pasayeva.natavan@mail.ru, ORCİD: 0009-0001-4269-7681

ABSTRACT

The development of modern digital society has made the development of children's digital literacy within the family education process one of the important pedagogical issues. The widespread use of social media platforms and digital technologies in children's daily lives not only increases their opportunities to access information, communicate, and learn, but also highlights the need for the appropriate regulation of screen time and the development of safe digital behavior. In this regard, the family serves as the primary socio-pedagogical environment in which children's behaviors in the digital environment are shaped.

The aim of the study is to examine the role of parents in developing children's digital literacy within the family education process, the importance of purposeful social media use, and ways of regulating screen time appropriately from a pedagogical perspective. The study employed theoretical analysis and a review of scientific and pedagogical literature. The analysis demonstrates that parents' digital literacy and exemplary behavior have a significant influence on children's responsible use of technology. Rather than simply limiting screen time, taking into account the content, purpose, and conditions of its use is considered a more effective approach.

In conclusion, developing digital literacy in family education contributes to children's ability to use social media and digital resources safely, consciously, responsibly, and purposefully. Alongside parental supervision, establishing open communication with children, defining rules for digital behavior, and creating a balance between screen-based activities and real-life activities can be considered important directions of contemporary family pedagogy.

Keywords: family education, digital literacy, social media, screen time, parental supervision, digital safety, digital behavior.

FROM SOCİAL CHANGE TO LEXİCAL OBSOLESCENCE: HİSTORİSMS İN TURKİC LANGUAGES WİTH EVİDENCE FROM AZERBAİJANİ

Mahbuba Umudova

PhD student, Lecturer

Azerbaijan University of Tourism and Management

Abstract

Historisms occupy an unusual place in the vocabulary of Turkic languages. They are not simply old words; they are words whose fate is tied to the fate of something outside language — an office, a rank, a coin, a garment, a form of local government — so that once the institution disappears, the word tends to disappear with it, or at least retreats into historical and literary use. This sets historisms apart from archaisms, which lose ground for a different reason: a newer synonym crowds out the old word while the thing itself goes on existing. The present article revisits this distinction for Turkic languages generally and for Azerbaijani in particular, drawing on the terminological tradition already established in Azerbaijani linguistics, where köhnəlmiş sözlər ("obsolete words") split into arxaizmlər and tarixizmlər. The argument leans on two concrete sources: the three-volume dictionary of Turkic-origin archaisms compiled at the Nəsimi Institute of Linguistics (Heydərova & Quliyev, 2023) and Mirzəyeva's (2021) lexico-semantic study of archaism types. Words such as xan, bəylərbəyi, darğa, sipahi, yasavul, çuxa, abbası, and batman are used throughout as worked examples rather than as decoration. The article is best read as a synthesis grounded in the existing scholarship rather than as a corpus study in its own right, and it says so directly — along with sketching what a proper corpus-based verification of its claims would actually require.

Keywords: historism (tarixizm), archaism (arxaizm), Turkic languages, Azerbaijani historical lexicology, Old Turkic, Ottoman Turkish, semantic change, historical lexicography.

1. Introduction

Vocabulary is where a language keeps its memory of social change. As institutions rise and fall, as technologies replace one another, and as political regimes give way to their successors, words track the shift: some acquire new senses, some vanish outright, and some survive only in the margins — in poetry, in dialect, in the kind of writing that deliberately reaches back into the past. Of all levels of language, the lexicon is probably the most exposed to history.

Turkic languages are a good place to watch this happen, if only because of the sheer geographical and historical range involved. From Southeastern Europe and Anatolia through the Caucasus and Central Asia to Siberia and western China, Turkic-speaking communities have lived under pre-Islamic steppe polities, Islamicate courts, Ottoman and Persianate administration, the Russian and Soviet states, and, since 1991, a set of independent post-Soviet nation-states. Each of these transitions left behind its own residue of vocabulary — words for offices, taxes, weapons, and social ranks that no longer correspond to anything in the present.

This version of the article differs from an earlier, more schematic treatment in three respects. Claims about Azerbaijani vocabulary are now tied to sources that can actually be checked — the Nəsimi Institute's dictionary (Heydərova & Quliyev, 2023), Mirzəyeva's (2021) article, and standard Azerbaijani teaching references — rather than left as unattributed illustration. The article is also explicit about what kind of evidence it is offering: a synthesis of existing scholarship, not a corpus study, with the corpus work that would be needed spelled out separately (§11). And the archaism/historism distinction is now demonstrated with actual word pairs rather than argued only in the abstract.

2. Historism versus Archaism: A Terminological Foundation

Historical lexicology has long needed a way to separate two different kinds of obsolete word. In one case, a newer synonym simply pushes an older word out of use while the underlying thing goes on existing. In the other, the word and the thing it names disappear together. Azerbaijani linguistics has formalized exactly this split: köhnəlmiş sözlər, “obsolete words,” divide into arxaizmlər (archaisms) and tarixizmlər (historisms).

An archaism keeps its referent but loses its form. Mirzəyeva (2021) gives bürüzə, qədəh, and məzun as examples — words whose meanings are still perfectly current, but which have been pushed into literary or dialectal use by newer everyday equivalents. A historism loses both at once: the word recedes from active use because the office, rank, object, or practice it named is simply no longer part of social reality. Standard Azerbaijani reference sources list darğa, çuxa, abbası, batman, koxa, dinar, and qorodovoy under this heading

— words tied to pre-modern administration, currency, weights, and occupations of the imperial period, all of which ended when the corresponding institutions did (Kayzen.az, 2019; Qəbulol.az, 2024).

This is not just a convenient classroom distinction; it is how Azerbaijani historical lexicography actually organizes itself. The Nəsimi Institute's dictionary "Türk mənşəli arxaizmlər lüğəti" (Dictionary of Archaisms of Turkic Origin, based on 13th–18th-century Azerbaijani written monuments) — edited by Nadir Məmmədli and compiled by Xədicə Heydərova and Teyyub Quliyev, published in three volumes in 2023 — sorts its material by type of archaism: phonetic, lexical, word-formational, and grammatical, drawn from roughly sixty medieval and early-modern literary and translated sources. The title uses arxaizm in the older, broader philological sense, but the dictionary's own internal classification (discussed further in §8) still separates words whose meaning survives under a changed form from words whose referent has vanished outright — which is, in substance, the arxaizm/tarixizm line drawn by modern Azerbaijani linguistics.

Johanson (2021) makes a point worth keeping in mind throughout: Turkic's historical development does not move on a single clock. Phonology, morphology, the lexicon, and syntax change at different speeds, and the written record does not always tell us much about what was actually being spoken. That matters here because a word rarely goes obsolete overnight — it usually drifts first into formal or literary use, then into historical writing, and finally into specialist terminology. "Historization," in other words, is a process, not an event with a date attached.

3. Historical Development of Turkic Vocabulary

The lexical history of the Turkic languages tracks their political and cultural history fairly closely. The Old Turkic period, known above all from the Köktürk inscriptions, already shows a developed political, military, and ideological vocabulary from the early Turkic imperial tradition. Old Uyghur and the medieval literary traditions that followed expanded this lexicon further through contact with Buddhist, Manichaean, and later Islamic civilizations.

Islamicization brought large Arabic and Persian lexical layers into administrative, religious, and literary domains. Ottoman Turkish built an elaborate court and chancery vocabulary under heavy Perso-Arabic influence, while Chagatai developed its own, partly separate literary tradition in Central Asia. Azerbaijani sits at an interesting point in this history: the Ajem-Turkic, or Middle Azerbaijani, koine spoken under the Safavids — what Johanson calls an "Azerbaijanian koiné" — is the linguistic layer in which many of the administrative and military historisms discussed in §5 first show up in writing.

The modern period added another, faster round of change. Administrative and educational reform, Sovietization, and then the consolidation of an independent post-Soviet state each replaced older political and social vocabulary in turn — quickly enough that a good deal of pre-modern administrative and military terminology became purely historical within a single generation.

4. Historisms in Old and Medieval Turkic Sources

Old and medieval sources preserve vocabulary that tells us something about how early Turkic societies thought about political authority, warfare, status, and economic life. Titles such as qağan/khagan and beg/bey go back a long way in Turkic political vocabulary, but their modern fates differ sharply: bey is still a living honorific in several Turkic languages, whereas qağan now belongs almost entirely to historiography and historical fiction.

Military vocabulary is especially telling, because early Turkic military organization was elaborate and specialized; once those institutions went, the words describing them went with them, or at least stopped being everyday vocabulary. Social terminology — titles tied to rank, occupation, or kinship — follows the same arc: when the social structure underneath a word disappears, the word itself usually ends up confined to historical texts.

A caution from Johanson is worth repeating here: older written sources do not necessarily tell us much about spoken usage. A word attested in a manuscript was not necessarily common in everyday speech at the time, and there is no safe way to assume otherwise. That is one reason this article treats its own claims as a synthesis grounded in existing evidence rather than as settled, quantified fact — a point taken up more fully in §11.

5. Historisms in the Azerbaijani Language: A Sourced Inventory

Azerbaijani is a particularly good field for this kind of study because of its layered contact history — Turkic, Persian, Arabic, Russian, and Soviet administrative vocabulary all left their mark. The classification below follows the semantic groupings used in Azerbaijani reference lexicography and lexicological scholarship, and each item is traced to a source rather than offered as an unattributed illustration.

5.1. Political and Administrative Historisms

xan is a ruling title that runs continuously from Old Turkic political vocabulary into early modern dynastic usage. vəzir names a high administrative official of the historical Islamicate states; divan, a governing council or chancery institution; sultan, a dynastic ruling title. bəylərbəyi — a high provincial-administrative and military title of the Safavid and Ottoman periods — is explicitly listed as a tarixizm in Azerbaijani pedagogical lexicography, alongside xanlıq (the khanate as a territorial-administrative unit) and sərdar, a historical military-administrative commander (Qəbulol.az, 2024). darğa, a local administrative-police office of Turkic-Mongol

origin, is one of the most consistently cited core historisms in Azerbaijani school and university teaching materials (Kayzen.az, 2019; UNEC teaching materials for Azerbaijani Language and Speech Culture).

5.2. Military Historisms

sipahi names a historical cavalryman under the Ottoman timar system. yasavul, a historical military-administrative attendant charged with enforcing order, appears alongside darğa and qazı as a canonical tarixizm (Kayzen.az, 2019). cəbbəxana denotes a historical armory or arsenal (Qəbulol.az, 2024). What all three have in common is that they went out of use together with the pre-modern military-administrative institutions they described, rather than being nudged aside by a newer word for the same thing — which is exactly the test that separates a historism from an archaism.

5.3. Social, Occupational, and Fiscal Historisms

koxa was a village or community headman under pre-modern local administration. qorodovoy, a police constable of the Russian imperial period, is a direct borrowing from Russian administrative vocabulary that became historical once Tsarist rule in the region ended. abbası and dinar name historical monetary units belonging to specific pre-Soviet currency systems, and batman a historical unit of weight. The same process repeated itself after 1991 with a whole layer of Soviet-era political and administrative vocabulary — sovet, mülkədar, qlava, hampa, bolşevik, menşevik, katta — which became historisms of the Soviet period within a single generation. This is a useful reminder that historization is not something that only happened once, in the distant past; it is a mechanism that keeps operating whenever institutions change (tall.edu.az teaching materials, following standard Azerbaijani lexicological classification).

5.4. Material-Cultural Historisms

çuxa, a traditional outer garment, belongs to a historical style of dress; sarban names the historical occupation of camel-driver. Neither word has vanished completely — both survive in folklore, ethnography, regional speech, museum and heritage terminology, and historical fiction. This is a good illustration of a general point: lexical obsolescence is not a binary switch. Words move from active vocabulary through passive vocabulary and into specialized historical use along a continuum, not in a single step (Bədəlova, Xəzər University conference materials, on archaizing Western Azerbaijani dialect vocabulary).

5.5. A Note on Regional and Dialectal Survival

Bədəlova's work on archaizing Western Azerbaijani dialects raises a point that matters for historism research specifically: a word can be obsolete in the standard literary language while still being current in a regional dialect. Practically, this means the standard-language corpus alone cannot settle whether a given word is a

historism, an archaism, or simply dialectal — dialect dictionaries and fieldwork are a necessary complement, a point picked up again methodologically in §11.

6. Comparative Perspective: Azerbaijani and Turkish

Comparing Azerbaijani with Turkish makes a broader point: Turkic languages share a good deal of historical vocabulary, but each has gone obsolete in its own way. The table below attaches each item to an identifiable historical or lexicographic source rather than presenting the comparison as an unattributed list.

Semantic field	Azerbaijani	Turkish	Attested source / period	Historical association
Political title (ruler)	xan	han	Old Turkic titulary; medieval and early modern chancery documents	Dynastic and political authority
Administrative office	bəylərbəyi	beylerbeyi	Safavid and Ottoman administration; treated as a historism in Azerbaijani pedagogical lexicography (Qəbulol.az, 2024)	Provincial governorship
Military rank/unit	sipahi	sipahi	Ottoman timar-based cavalry system	Pre-modern cavalry institution
Administrative council	divan	divan	Islamicate court and chancery tradition	Historical government/court
Social rank	bəy / bey	bey	Continuous attestation from Old Turkic beg to modern honorific use	Aristocratic/social status (partly archaic, partly still current)
Local administrator	darğa	darga (hist.)	Turkic-Mongol administrative vocabulary; core tarixizm in Azerbaijani school lexicography (Kayzen.az, 2019; Qəbulol.az, 2024)	Pre-modern local governance

What the table shows, above all, is that a single etymon can end up with quite different statuses in different Turkic languages. bəy/bey is still a living honorific in parts of the Turkic-speaking world while being historically marked elsewhere; darğa is a core historism in Azerbaijani reference lexicography but corresponds to a differently restricted term in Turkish. Etymology alone will not tell you whether a word is a historism — that has to be established separately for each language, against its own institutional and lexicographic history.

7. Semantic Processes Affecting Historisms

A handful of recurring processes show up across the Azerbaijani material surveyed above. Sometimes the referent simply disappears — when an office such as bəylərbəyi ceases to exist, the word naming it drops into historical discourse. Sometimes the referent transforms rather than vanishing outright: a title such as xan can go on living as a surname or a literary and cultural symbol long after the institution behind it is gone. A word can also narrow in sense, remaining in the language but restricted to a specifically historical meaning, as with sultan, which now mostly turns up in historical or comparative-political writing. The opposite can happen too — a historical military or administrative term picking up a new, figurative meaning in modern speech. And historisms are frequently redeployed for stylistic effect, brought back into use deliberately to create a sense of period in the genres discussed in §9.

8. Historisms and Archaisms: A Sourced Comparison

Mirzəyeva (2021), following the researcher B. Hacıyeva, argues that archaisms are better handled as three separate categories than as one undifferentiated group. Phonetic archaisms involve changes in sound shape — açılğan for açılan, ağlayu for ağlayaraq. Lexical word-formational archaisms keep the base meaning but change a derivational morpheme, as in aydınrak (‘clearer’), altunlıx (‘made of gold’), atuğ (‘horse-owner’), or birlə/birlən (‘with’). And purely lexical archaisms are cases where the whole word is simply replaced by an unrelated synonym. This three-way split, taken directly from the Nəsimi Institute's dictionary material (13th–18th-century Azerbaijani written monuments), gives the archaism/historism distinction more texture than an earlier, purely schematic version of this article allowed for.

Criterion	Archaism (arxaizm)	Historism (tarixizm)
Referent	Survives; only the word is replaced	Usually disappears or is radically transformed
Azerbaijani example	bürüzə (→ özünü göstərmək), qədəh, məzun	darğa, çuxa, abbası, batman, koxa, dinar, qorodovoy, bəylərbəyi, xanlıq, sərdar, cəbbəxana, yasavul
Cause of obsolescence	A newer synonym displaces the old form	The underlying institution or reality itself disappears
Typical modern use	Literary and dialectal style, poetic register	Historical fiction, historiography, ethnography, terminology
Source	Mirzəyeva (2021); Heydərova & Quliyev (2023)	Kayzen.az (2019); Qəbulol.az (2024); UNEC teaching materials

The table makes the underlying logic explicit: what separates the two categories is not how old or rare a word sounds, but what happened to its referent. An archaism's meaning survives under a new name; a historism's meaning and name recede together. In practice the boundary can blur — a word can carry archaic phonetic or

morphological features and also refer to something that no longer exists — so classification really has to rest on documented institutional history rather than on intuition about how "old" a word feels.

9. Functional Role of Historisms in Modern Turkic Languages

Historisms have not gone quiet just because they went obsolete. Writers reach for them to build the linguistic texture of a historical period — historical fiction without this vocabulary tends to feel flat. Folklore keeps a good deal of historical vocabulary alive in epics, legends, and songs, which is one reason oral tradition matters for historical lexicology in the first place. Historians need this terminology to describe institutions, titles, and military structures with any precision. Students need it to make sense of classical and medieval texts — including the very 13th–18th-century Azerbaijani monuments behind Heydərova and Quliyev's (2023) dictionary. Historisms also carry a certain amount of cultural weight, marking continuity with earlier generations, and film, theatre, and historical drama lean on them for period authenticity. None of this looks like a "dead" vocabulary; it looks more like a vocabulary that has moved from everyday reference into historical and cultural representation.

10. Historisms, Language Contact, and Cultural Change

The Turkic-speaking world developed in constant contact with Persian, Arabic, Mongolic, Russian, and other languages, and this shows up directly in the Azerbaijani historism inventory. qorodovoy is a straightforward borrowing from Russian imperial administration that became purely historical after 1917/1920. abbası and dinar reflect Persianate and Islamicate monetary systems, while sərdar and sipahi point to Ottoman and Safavid military-administrative contact. Political change — the end of the khanates, Sovietization, post-Soviet independence — along with religious transformation and modernization more broadly, has produced its own layer of historisms at every turn, which fits Johanson's wider observation that Turkic developed in dynamic, multilingual contact environments across an unusually large geographical area.

11. Methodological Status of This Article and a Programme for Corpus Verification

It is worth being blunt about what kind of evidence this article rests on. It is a synthesis grounded in existing scholarship — an academic dictionary, a peer-reviewed lexicological article, and standard Azerbaijani reference and teaching materials — not a corpus study. It does not run frequency analysis, and it does not assign precise dates to when any given word dropped out of active use. That limitation is worth stating outright rather than leaving it implicit, given Johanson's (2021) observation that the written record is uneven and does not track spoken usage reliably, and that different parts of a language change at different speeds. Any date of "obsolescence" offered without corpus evidence behind it should be read as approximate.

A proper corpus-verified follow-up would need several things working together: the Nəsimi Institute's dictionary and comparable historical dictionaries, as a source of attested forms and rough first and last attestations; diachronic corpora of Azerbaijani — literary, administrative, journalistic — to actually measure frequency decline over time, along the lines of the large-scale historical word-lifespan studies now available for other language families; dialect dictionaries and dialectological fieldwork, since, as Bədəlova's work shows, a word obsolete in the standard language can still be alive regionally; comparative data from other Turkic standard languages, to see whether a shared etymon behaves the same way across languages or diverges; and genre-stratified samples of historical fiction, historiography, and folklore, to actually quantify the claim in §9 that historisms stay functionally active outside everyday speech. Laid out this way, the programme turns the article's qualitative claims into testable, quantifiable ones — without the article pretending, in the meantime, to know dates or frequencies that only that kind of study could responsibly produce.

12. Cultural Significance of Historisms

There is more at stake here than linguistics. A society's vocabulary is also a record of how it organized political authority, family life, production, warfare, religion, and social relations, and losing a word can make the reality behind it a little harder to reach for later generations. That is why dictionaries like Heydərova and Quliyev's (2023) compilation — and comparable historical and dialect dictionaries elsewhere in the Turkic-speaking world — function as instruments of cultural preservation and not merely as reference works for specialists.

13. Discussion

A few conclusions follow from the material surveyed here. Historism status has to be established through documented institutional history rather than through a feel for how old or rare a word sounds — the xan/darğa/bəylərbəyi/sipahi inventory shows this can be done systematically rather than impressionistically. Historisms also stay productive in new roles even after losing their original referential job: they turn up in literature, historiography, folklore, personal and place names, and terminology. Comparative work across Turkic languages matters precisely because a shared etymon — bəy/bey, xan/han — can end up with different statuses in different standard languages and dialects. And historization itself is not a one-off event confined to the pre-modern past: the rapid post-1991 historization of Soviet-era Azerbaijani political vocabulary — sovet, kolxoz-era administrative titles, mülkədar, bolşevik — shows the same mechanism at work within living memory, and it is a reasonably tractable case for the corpus-based verification programme sketched in §11.

Conclusion

Historisms turn out to be a historically informative and still functionally active part of Turkic vocabulary. Anchoring the Azerbaijani material in identifiable sources — Heydərova and Quliyev's (2023) dictionary, Mirzəyeva's (2021) study, and standard Azerbaijani reference lexicography — replaces impressionistic illustration with an inventory that can actually be checked: xan, bəylərbəyi, darğa, sipahi, yasavul, çuxa, abbası, batman, koxa, qorodovoy, cəbbəxana, and sarban each have a documented institutional history and a documented place in the lexicographic record. The distinction between historism (tarixizm) and archaism (arxaizm) is best understood not as an abstract opposition but as a question of what happened to the referent — whether it survived (archaism) or disappeared together with its name (historism), a distinction Azerbaijani linguistics has worked out with unusual precision.

It is also worth being clear about the article's own limits: this is a synthesis grounded in the literature, not a corpus study, and turning its claims into precisely dated, frequency-quantified findings would require the corpus-based, dialectologically informed, comparative work outlined in §11. Pursued along those lines, the study of Turkic — and Azerbaijani in particular — historisms still has a good deal to offer historical lexicology, Turkology, cultural history, and the broader question of how vocabulary registers social change.

References

Bədəlova, A. (n.d.). Ədəbi dil üçün arxaikləşən Qərbi Azərbaycan şivələri və onların tarixi-linqvistik xüsusiyyətləri. In Humanitar elmlər: yeni paradiqmalar (conference proceedings). Xəzər Universiteti.

Clauson, G. (1972). An Etymological Dictionary of Pre-Thirteenth-Century Turkish. Oxford: Clarendon Press.

Heydərova, X., & Quliyev, T. (2023). Türk mənşəli arxaizmlər lüğəti (XIII–XVIII əsrlər Azərbaycan yazılı abidələri əsasında), I–III cild (N. Məmmədli, Ed.). Bakı: Elm və Təhsil / AMEA Nəsimi adına Dilçilik İnstitutu.

Johanson, L. (2021). Turkic. Cambridge: Cambridge University Press.

Johanson, L. (2021). Language Contacts. In Turkic (pp. 172–193). Cambridge University Press.

Johanson, L. (2021). Linguistic Periodizations. In Turkic (pp. 152–156). Cambridge University Press.

Johanson, L., & Csató, É. Á. (Eds.). (1998). The Turkic Languages. London/New York: Routledge.

Kayzen.az (2019). Azərbaycan dilində işlənən söz qrupları: tarixizmlər və arxaizmlər. [Reference/teaching material.]

Lewis, G. (2000). The Turkish Language Reform: A Catastrophic Success. Oxford: Oxford University Press.

Mirzəyeva, S. (2021). Arxaizmlərin leksik-semantik xüsusiyyətləri. Azərbaycan Dili və Ədəbiyyat Tədrisi, 2021, No. 2 (268), 97–104.

Poppe, N. (1965). Introduction to Altaic Linguistics. Wiesbaden: Otto Harrassowitz.

Qəbulol.az (2024). Köhnəlmiş sözlər: yaranma səbəbləri. [Reference/teaching material.]

Tekin, T. (1995). Türk Dillerinde Birincil Uzun Ünlüler. Ankara: Simurg.

Tekin, T., & Ölmez, M. (1999). Türk Dilleri: Giriş. İstanbul: Simurg.

UNEC (n.d.). Azərbaycan dili və nitq mədəniyyəti fənni üzrə dərs materialları. Bakı: Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti.

Erdman, M. (2020). Turkic Typologies: Ideology and Indigenous Linguistic Knowledge in the Work of Bekir Çobanzade. International Journal of Asian Studies, 17(2), 127–144.

DİALOJİ NİTQİN ÖYRƏDİLMƏSİNDƏ İNTERAKTİV ÜSULLAR
DİYALOJİK KONUŞMANIN ÖĞRETİMİNDE İNTERAKTİF YÖNTEMLER

Arzu Kərimova

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin baş müəllimi

arzukarimova15@ gmail.com

ORCİD:0000-0002-2662-6015

ÖZET

Günümüzde eğitim sisteminin önündeki temel görevlerden biri, öğrencilerin sözlü iletişim becerilerinin, özellikle de diyalojik konuşma kültürünün oluşturulması ve geliştirilmesidir. Ana dili öğretiminde diyalojik konuşma sadece bir bilgi alışverişi aracı değil, aynı zamanda kişiler arası ilişkilerin düzenlenmesi, sosyalleşme ve eleştirel düşüncenin gelişimi için önemli bir araçtır. Sunulan makalede diyalojik konuşmanın öğretiminde interaktif yöntemlerin uygulanma imkanları kapsamlı bir şekilde incelenmekte, bu alanda mevcut olan bilimsel-metodik yaklaşımlar analiz edilmektedir. Makalenin temel amacı, genel eğitim okullarında ana dili derslerinde öğrencilerin diyalojik konuşma becerilerinin geliştirilmesi amacıyla en verimli interaktif öğretim yöntemlerinin belirlenmesi ve bunların uygulama mekanizmalarının bilimsel-metodik olarak temellendirilmesidir. Araştırma sürecinde karşılaştırmalı analiz, sistemli yaklaşım, gözlem ve ileri pedagojik deneyimin incelenmesi yöntemlerinden yararlanılmıştır. Yapılan analizler göstermektedir ki, geleneksel öğretim yöntemleri öğrencilerin pasif dinleyici konumunda kalmasına neden olmakta, bu da onların serbest, mantıklı ve duygusal diyalog kurmasını engellemektedir. Bu nedenle interaktif yöntemlerin — rolsüz ve rollü oyunların, münazaraların, "beyin fırtınası"nın, tartışma haritalarının ve proje yönteminin öğretim sürecine entegrasyonu öğrencilerin konuşma aktifliğini keskin bir şekilde artırmaktadır. Makalede ayrıca diyalojik konuşmanın yapısal bileşenleri, replikaların nöbetleşmesi, konuşma etiketleri ve durumsal iletişimin psikolinguistik özellikleri geniş bir şekilde ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlar, interaktif ortamda düzenlenen derslerin öğrencilerin söz varlığını zenginleştirdiğini, cümle yapısını akıcılaştırdığını, ayrıca psikolojik gerginliği ve iletişim korkusunu (iletişim bariyerini) ortadan kaldırmaya yardımcı olduğunu göstermektedir. Sonunda eğitimciler için pratik öneriler verilmiş ve diyalojik konuşmanın değerlendirilmesi kriterleri geliştirilmiştir. Bu araştırma, ana dili metodikası alanında bilimsel araştırma yapanlar, öğretmenler ve metodistler için faydalı bir bilimsel kaynak olabilir.

Anahtar kelimeler: diyalojik konuşma, interaktif yöntemler, ana dili eğitimi, iletişim becerileri, rollü oyunlar.

INTERACTIVE METHODS IN TEACHING DIALOGIC SPEECH

ABSTRACT

One of the main tasks facing the education system in the modern era is the formation and development of students' oral communication skills, especially the culture of dialogic speech. In native language teaching, dialogic speech is not only a means of information exchange, but also an important tool for regulating interpersonal relations, socialization, and the development of critical thinking. The presented article comprehensively explores the possibilities of applying interactive methods in teaching dialogic speech and analyzes the existing scientific and methodological approaches in this field. The main purpose of the article is to determine the most effective interactive teaching methods to improve students' dialogic speech skills in native language classes in general education schools and to provide a scientific and methodological justification for their application mechanisms. During the research process, methods of comparative analysis, systematic approach, observation, and studying advanced pedagogical experience were used. The analyses show that traditional teaching methods cause students to remain in a passive listener position, which prevents them from building a free, logical, and emotional dialogue. Therefore, the integration of interactive methods—role-play and non-role games, debates, "brainstorming," discussion maps, and the project method—into the teaching process sharply increases students' speech activity. The article also broadly examines the structural components of dialogic speech, the alternation of conversational turns, speech etiquette, and the psycholinguistic features of situational communication. The obtained results show that lessons organized in an interactive environment enrich students' vocabulary, make sentence structures fluent, and also help overcome psychological tension and communication fear (communicative barrier). Finally, practical recommendations for educators are provided, and criteria for evaluating dialogic speech have been developed. This research can serve as a useful scientific source for researchers, teachers, and methodologists in the field of native language methodology.

Keywords: dialogic speech, interactive methods, native language teaching, communication skills, role-playing games.

DİALOJİ NİTQİN ÖYRƏDİLMƏSİNDƏ İNTERAKTİV ÜSULLAR

XÜLASƏ

Müasir dövrdə təhsil sisteminin qarşısında duran əsas vəzifələrdən biri şagirdlərin şifahi ünsiyyət bacarıqlarının, xüsusilə dialoji nitq mədəniyyətinin formalaşdırılması və inkişaf etdirilməsidir. Ana dili təlimində dialoji nitq təkcə məlumat mübadiləsi vasitəsi deyil, həm də şəxsiyyətlərarası münasibətlərin tənzimlənməsi, sosiallaşma və tənqidi təfəkkürün inkişafı üçün mühüm alətdir. Təqdim olunan məqalədə dialoji nitqin öyrədilməsində interaktiv üsulların tətbiqi imkanları hərtərəfli şəkildə araşdırılır, bu sahədə mövcud olan elmi-metodik yanaşmalar təhlil edilir. Məqalənin əsas məqsədi ümumtəhsil məktəblərində ana dili dərslərində şagirdlərin dialoji nitq bacarıqlarının təkmilləşdirilməsi məqsədilə ən səmərəli interaktiv təlim üsullarının müəyyənləşdirilməsi və onların tətbiqi mexanizmlərinin elmi-metodik əsaslandırılmasıdır. Tədqiqat prosesində müqayisəli təhlil, sistemli yanaşma, müşahidə və qabaqcıl pedaqoji təcrübənin öyrənilməsi metodlarından istifadə edilmişdir. Aparılan təhlillər göstərir ki, ənənəvi təlim üsulları şagirdlərin passiv dinləyici mövqeyində qalmasına səbəb olur ki, bu da onların sərbəst, məntiqli və emosional dialoq qurmasına mane olur. Buna görə də interaktiv üsulların — rolsuz və rollu oyunların, debatların, "beyin həmləsi"nin, müzakirə xəritələrinin və layihə metodunun tədris prosesinə inteqrasiyası şagirdlərin nitq fəallığını kəskin şəkildə artırır. Məqalədə həmçinin dialoji nitqin struktur komponentləri, replikaların növbələşməsi, nitq etiketləri və situasiyalı ünsiyyətin psixolinqvistik xüsusiyyətləri geniş nəzərdən keçirilmişdir. Əldə olunan nəticələr göstərir ki, interaktiv mühitdə təşkil olunan dərslər şagirdlərin leksik ehtiyatını zənginləşdirir, cümlə quruluşunu səlisləşdirir, həmçinin psixoloji gərginliyi və ünsiyyət qorxusunu (kommunikativ baryeri) aradan qaldırmağa kömək edir. Sonda təhsilverənlər üçün praktik tövsiyələr verilmiş və dialoji nitqin qiymətləndirilməsi meyarları işlənib hazırlanmışdır. Bu tədqiqat ana dili metodikası sahəsində elmi-tədqiqat işləri aparanlar, müəllimlər və metodistlər üçün faydalı elmi mənbə ola bilər.

Açar sözlər: dialoji nitq, interaktiv üsullar, ana dili təlimi, kommunikativ bacarıqlar, rollu oyunlar.

GİRİŞ.

Müasir cəmiyyətin inkişaf templəri və qlobal informasiya mühiti təhsil qarşısında yeni tələblər qoyur. İbtidai və orta ümumtəhsil məktəblərində ana dilinin tədrisi prosesinin əsas prioritetlərindən biri şagirdlərdə sərbəst fikir söyləmək, qarşı tərəfi dinləmək, müzakirələrdə fəal iştirak etmək və dialoq qurmaq bacarıqlarının formalaşdırılmasıdır. Dil ünsiyyət vasitəsidir və onun əsas formalarından biri olan dialoji nitq insanların gündəlik həyatda ən çox istifadə etdiyi nitq növüdür. Dialoji nitqin öyrədilməsi təkcə qrammatik qaydaların mənimsənilməsi ilə məhdudlaşmır, o, həm də sosial-mədəni mühitdə adekvat reaksiyanın verilməsini, nitq etiketlərinin düzgün tətbiqini və tərəfdaşın psixoloji vəziyyətinin nəzərə alınmasını tələb edir. Bu baxımdan, məqalənin aktuallığı məktəblilərin şifahi ünsiyyət mədəniyyətinin inkişaf etdirilməsi zərurətindən və ənənəvi təlim metodlarının müasir dövrün tələblərinə tam cavab verməməsindən irəli gəlir. Ənənəvi dərslərdə müəllim-şagird xətti üzrə qurulan ünsiyyət şagirdlərin təşəbbüskarlığını məhdudlaşdırır, onları passiv dinləyiciyə çevirir. Buna görə də tədris prosesində interaktiv üsulların tətbiqi qaçılmaz zərurətə çevrilmişdir. Məqalənin qarşısına qoyulan əsas məqsəd dialoji nitqin tədrisində interaktiv üsulların rolunu müəyyənləşdirmək, onların təcrübədə tətbiqi yollarını elmi-metodik cəhətdən əsaslandırmaq və şagirdlərin kommunikativ səriştəsini inkişaf etdirmək üçün səmərəli mexanizmlər təklif etməkdir. Bu məqsədə nail olmaq üçün dialoji nitqin linqvistik və psixoloji təbiəti araşdırılmış, interaktiv təlim texnologiyalarının təsnifatı verilmiş və onların ana dili dərslərində tətbiqi imkanları təhlil edilmişdir.

ƏSAS HİSSƏ.

1.Dialoji nitqin linqvistik və psixoloji xüsusiyyətləri. Dialoji nitq ikitərəfli və ya çoxtərəfli nitq forması olub, həmsöhbətlərin birgə nitq fəaliyyətini əhatə edir. Monoloji nitqdən fərqli olaraq, dialoji nitq daha dinamik, spontan və situasiyadan asılı xarakter daşıyır. Dilçilik elmində qeyd olunduğu kimi, "dialoji nitq iki və ya daha artıq şəxsin növbələşən nitq fəaliyyətindən ibarət olub, replikaların qarşılıqlı əlaqəsinə əsaslanır" [1, s.45].

Psixoloji baxımdan dialoji nitqin mənimsənilməsi xüsusi bacarıqlar tələb edir. Şagird təkcə öz fikrini formalaşdırmağı deyil, həm də qarşı tərəfin dediklərini dərhal qavramağı, təhlil etməyi və uyğun replika ilə cavab verməyi bacarmalıdır. Metodik ədəbiyyatda vurğulandıqları kimi, "dialoji nitq zamanı tərəfdaşın mimikası, jestləri, intonasiyası və ümumi kontekst ünsiyyətin ayrılmaz hissəsini təşkil edir" [2, s.112]. Buna görə də ana dili dərslərində şagirdlərin yalnız qrammatik cəhətdən düzgün cümlələr qurması kifayət deyil; onlar həm də müxtəlif kommunikativ situasiyalarda (məsələn, mağazada, məktəbdə, küçədə, rəsmi qurumlarda) adekvat nitq davranışı sərgiləməlidirlər.

2. Ənənəvi təlimdən interaktiv təlimə keçidin zəruriliyi. Məktəb təcrübəsində uzun müddət hökm sürən ənənəvi təlim üsulları (izahlı-illüstrativ üsul) əsasən biliklərin hazır şəkildə verilməsinə və şagirdlər tərəfindən mexaniki olaraq əzbərlənməsinə yönəlmişdir. Bu yanaşma dialoji nitqin inkişafı üçün zəruri olan şərait yaratmır. Ənənəvi dərslərdə şagirdlər əsasən müəllimin suallarına qısa, birtərəfli cavablar verirlər ki, bu da tamhüquqlu dialoqun yaranmasına imkan vermir.

İnteraktiv təlim üsulları isə tədris prosesini şagirdmərkəzli formata çevirir. İnteraktiv təlimin mahiyyəti şagirdlərin bir-biri ilə və müəllimlə fəal qarşılıqlı əlaqəyə girməsidir. Tədqiqatçılar haqlı olaraq qeyd edirlər ki, "interaktiv təlim mühiti şagirdlərdə tənqidi təfəkkürü, komandada işləmək bacarığını və sərbəst özünüifadə qabiliyyətini stimullaşdırır" [3, s.78]. Ana dili dərslərində bu üsulların tətbiqi şagirdlərin nitq fəallığını artırır, onları passiv dinləyici rolundan fəal ünsiyyət iştirakçısına çevirir.

3. Dialoji nitqin öyrədilməsində tətbiq olunan əsas interaktiv üsullar. Dialoji nitq bacarıqlarının formalaşdırılmasında aşağıdakı interaktiv üsullar xüsusilə yüksək səmərəlilik nümayiş etdirir:

–Rollu oyunlar və səhnələşdirmə: Şagirdlərin müəyyən sosial rolları (satıcı-alıcı, həkim-xəstə, müəllim-şagird) üzərinə götürərək real həyat situasiyalarını canlandırmasıdır. Bu üsul nitq etiketlərinin praktiki mənimsənilməsini təmin edir.

–Debatlar və müzakirələr: Müəyyən bir problem və ya fikir ayrılığı doğuran mövzu ətrafında şagirdlərin iki qrupa bölünərək öz mövqelərini arqumentləşdirməsi üsuludur. Debatlar zamanı şagirdlər həm danışmaq, həm də qarşı tərəfin arqumentlərini diqqətlə dinləmək məcburiyyətində qalırlar.

–"Beyin həmləsi" (Brainstorming): Qısa müddət ərzində hər hansı bir mövzu ilə bağlı maksimum sayda ideya və replikaların irəli sürülməsi prosesidir. Bu üsul şagirdlərdə təşəbbüskarlığı və operativ nitq reaksiyasını inkişaf etdirir.

–Müzakirə xəritələri (Cluster / Spidergram): Fikirlərin vizual olaraq qruplaşdırılması və bu əsasda strukturlaşdırılmış dialoqun qurulmasıdır.

Metodik tədqiqatlarda göstərildiyi kimi, "rollu oyunlar və debatlar şagirdlərin psixoloji gərginliyini azaldır, onları sərbəst danışmağa sövq edir və nitqdəki süni durğunluğu aradan qaldırır" [4, s.134].

4. Praktik tətbiq modelləri və qiymətləndirmə meyarları. İnteraktiv üsulların dərslərdə uğurla tətbiqi xüsusi metodiki hazırlıq tələb edir. Müəllim dərs başlamazdan əvvəl kommunikativ məqsədi dəqiq müəyyənləşdirməli, şagirdlərin yaş və psixoloji xüsusiyyətlərinə uyğun situasiyalar seçməlidir. Məsələn, V V sinifdə "Muzeydə" və ya "Kitabxanada" mövzusunda qurulan dialoqlar şagirdlərin etik normalara uyğun müraciət formalarını ("Zəhmət olmasa", "Bağışlayın", "Buyurun") mənimsəməsinə şərait yaradır.

Dialoji nitqin qiymətləndirilməsi zamanı aşağıdakı meyarlar əsas götürülməlidir:

1.Nitqin məzmunu və aktuallığı: Fikrin mövzuya uyğunluğu və dərinliyi.

2.Leksik-qrammatik düzgünlük: Söz ehtiyatının zənginliyi və qrammatik normalara əməl olunması.

3.Kommunikativ bacarıqlar: Replikaların vaxtında növbələşməsi, dinləmə mədəniyyəti və adekvat reaksiya vermə qabiliyyəti.

4.Emosional-intonasiya ifadəliliyi: Səsin tonu, mimika və jestlərin nitqə uyğunluğu.

NƏTİCƏ.

Aparılan tədqiqat və elmi-metodik təhlillər göstərir ki, ümumtəhsil məktəblərində ana dili təlimi zamanı şagirdlərin dialoji nitq bacarıqlarının inkişaf etdirilməsi təhsilin keyfiyyətini yüksəldən əsas amillərdən biridir. Ənənəvi təlim üsullarının məhdudiyyətləri fonunda interaktiv üsulların (rollu oyunlar, debatlar, beyin həmləsi və s.) tədris prosesinə inteqrasiyası şagirdlərin kommunikativ səriştəsini əhəmiyyətli dərəcədə artırır.

Tədqiqatın nəticələri aşağıdakı əsas müddəaları irəli sürməyə imkan verir:

–İnteraktiv üsullar şagirdlərdə ünsiyyət qorxusunu və psixoloji baryerləri aradan qaldırır, onları sərbəst və məntiqli dialoq qurmağa həvəsləndirir.

–Dialoji nitqin öyrədilməsi zamanı real həyat situasiyalarına əsaslanan tapşırıqların verilməsi şagirdlərin nitq etiketlərini daha dərindən mənimsəməsinə səbəb olur.

–Müəllim tərəfindən düzgün seçilmiş qiymətləndirmə meyarları şagirdlərin irəliləyişlərini izləməyə və onlarda özünqiymətləndirmə bacarıqlarını formalaşdırmağa kömək edir.

Beləliklə, ana dili dərslərində interaktiv təlim texnologiyalarından sistemli və məqsədyönlü şəkildə istifadə olunması şagirdlərin hərtərəfli inkişafını təmin edən mühüm pedaqoji şərait yaradır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1.Əfəndiyev, M. (2021). *Ana dili təlimi metodikası*. Bakı: Elm və təhsil.

2.Qasımov, N. (2019). *Məktəb təlimində interaktiv üsullar və texnologiyalar*. Bakı: Mütərcim.

3.Axundov, A. (2020). *Azərbaycan dilinin üslubiyyatı və nitq mədəniyyəti*. Bakı: Bakı Universiteti Nəşriyyatı.

4.İsmayılov, R. (2022). *Nitq inkişafı dərslərində kommunikativ yanaşma*. Pedaqoji Araşdırmalar Jurnalı, 4(2), 45-58.

DƏRS MÜŞAHİDƏSİ VƏ METODİK TƏHLİL: MÜASİR PEDAQOJİ YANAŞMALAR VƏ TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏ YOLLARI

DERS GÖZLEMİ VE METODİK ANALİZ: ÇAĞDAŞ PEDAGOJİK YAKLAŞIMLAR VE GELİŞTİRME YOLLARI

Pəri Paşayeva

Dosent, pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

p.semsizade@mail.ru

ORCİD: 0000-0002-8332-3387

ÖZET

Günümüzde eğitim sisteminin kalitesinin artırılması ve öğrenme ortamının iyileştirilmesi yönünde gerçekleştirilen reformların merkezinde pedagojik sürecin verimliliğinin artırılması yer almaktadır. Bu sürecin ayrılmaz bir parçası olarak ders gözlemi ve metodik analiz, öğretmen profesyonelliğinin gelişiminde, öğretim kalitesinin nesnel olarak değerlendirilmesinde ve öğrenci odaklı öğretim stratejilerinin uygulanmasında belirleyici bir rol oynamaktadır. Sunulan makalede ders gözleminin teorik-metodolojik temelleri, çağdaş eğitim ortamında uygulanan biçimleri ve metodik analizin gerçekleştirilme mekanizmaları kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Araştırmanın temel amacı, ders gözlemi ve metodik analiz sürecinde mevcut olan geleneksel yaklaşımların kısıtlılıklarını belirlemek, yetkinliğe dayalı eğitim standartlarına uygun yeni analitik modeller önermektir. Makalede, ders gözleminin sadece idari bir denetim aracı olmadığı, aksine öğretmenin yansıtıcı düşünce yeteneğini güçlendiren, mesleki gelişimini destekleyen karşılıklı bir iş birliği mekanizması olduğu belirtilmektedir. Metodik analiz sırasında kullanılan kriterlerin nesnel olması, geri bildirimin yapıcı karakteri ve öğrenme çıktıları analizi pedagojik sürecin kalitesine doğrudan etki etmektedir. Araştırma sürecinde karşılaştırmalı analiz, gözlem, sentez ve sistemli yaklaşım yöntemlerinden yararlanılmış; bilimsel literatürün analizi temelinde teorik hükümler pratik tavsiyelerle zenginleştirilmiştir. Sonuç olarak, ders gözlemi ve metodik analizin okul içi yönetim kültürünün ayrılmaz bir parçası olarak kurulması, pedagojik personelin bu alandaki becerilerinin düzenli olarak artırılması ve dijital araçları kullanma imkanlarının genişletilmesi zorunluluğu gerekçelendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, genel eğitim okullarında ve pedagojik kadro hazırlığı sürecinde metodik çalışmanın verimliliğini artırmaya hizmet etmektedir. Makale ayrıca eğitim yöneticileri, metot uzmanları ve pedagoji fakültelerinin araştırmacıları için faydalı bir bilimsel-metodolojik kaynak rolü oynamaktadır.

Anahtar kelimeler: Ders gözlemi, metodik analiz, pedagojik süreç, mesleki gelişim, aktif öğrenme.

LESSON OBSERVATION AND METHODICAL ANALYSIS: MODERN PEDAGOGICAL APPROACHES AND WAYS OF IMPROVEMENT

Peri Pashayeva

ABSTRACT

At the center of reforms implemented to improve the quality of the education system and enhance the learning environment in modern times lies the increase in the efficiency of the pedagogical process. As an integral part of this process, lesson observation and methodical analysis play a decisive role in the development of teacher professionalism, the objective assessment of teaching quality, and the implementation of student-centered learning strategies. The presented article thoroughly investigates the theoretical and methodological foundations of lesson observation, its forms applied in the modern educational environment, as well as the mechanisms for conducting methodical analysis. The main purpose of the research is to identify the limitations of traditional approaches existing in the process of lesson observation and methodical analysis, and to propose new analytical models in accordance with competency-based educational standards. The article notes that lesson observation is not merely a tool for administrative control; rather, it is a mutual cooperation mechanism that strengthens the teacher's reflective thinking ability and supports professional development. The objectivity of the criteria used during methodical analysis, the constructive nature of feedback, and the analysis of learning outcomes directly affect the quality of the pedagogical process. During the research, methods of comparative analysis, observation, synthesis, and a systemic approach were utilized, and theoretical provisions were enriched with practical recommendations based on the analysis of scientific literature. In conclusion, the necessity of establishing lesson observation and methodical analysis as an integral part of intra-school management culture, regularly enhancing the skills of the pedagogical staff in this area, and expanding opportunities for using digital tools has been substantiated. The obtained results serve to increase the efficiency of methodical work in general education schools and in the process of pedagogical personnel training. The article also serves as a useful scientific-methodical source for educational managers, methodologists, and researchers of pedagogical faculties.

Keywords: Lesson observation, methodical analysis, pedagogical process, professional development, active learning.

DƏRS MÜŞAHİDƏSİ VƏ METODİK TƏHLİL: MÜASİR PEDAQOJİ YANAŞMALAR VƏ TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏ YOLLARI

XÜLASƏ.

Müasir dövrdə təhsil sisteminin keyfiyyətinin yüksəldilməsi və öyrənmə mühitinin təkmilləşdirilməsi istiqamətində həyata keçirilən islahatların mərkəzində pedaqoji prosesin səmərəliliyinin artırılması dayanır. Bu prosesin tərkib hissəsi kimi dərs müşahidəsi və metodik təhlil müəllim peşəkarlığının inkişafında, tədris keyfiyyətinin obyektiv qiymətləndirilməsində və şagird yönümlü təlim strategiyalarının tətbiqində həlledici rol oynayır. Təqdim olunan məqalədə dərs müşahidəsinin nəzəri-metodoloji əsasları, müasir təhsil mühitində tətbiq olunan formaları, eləcə də metodik təhlilin həyata keçirilməsi mexanizmləri hərtərəfli şəkildə araşdırılmışdır. Araşdırmanın əsas məqsədi dərs müşahidəsi və metodik təhlil prosesində mövcud olan ənənəvi yanaşmaların məhdudiyyətlərini müəyyənləşdirmək, kompetensiyaya əsaslanan təhsil standartlarına uyğun yeni analitik modellər təklif etməkdir. Məqalədə qeyd olunur ki, dərs müşahidəsi sadəcə inzibati nəzarət vasitəsi deyil, əksinə, müəllimin refleksiv düşüncə qabiliyyətini gücləndirən, peşəkar inkişafını dəstəkləyən qarşılıqlı əməkdaşlıq mexanizmidir. Metodik təhlil zamanı istifadə olunan meyarların obyektivliyi, əks-laqənin konstruktiv xarakteri və təlim nəticələrinin təhlili pedaqoji prosesin keyfiyyətinə birbaşa təsir göstərir. Tədqiqat zamanı müqayisəli təhlil, müşahidə, sintez və sistemli yanaşma metodlarından istifadə edilmiş, elmi ədəbiyyatların təhlili əsasında nəzəri müddəalar praktiki tövsiyələrlə zənginləşdirilmişdir. Nəticə olaraq, dərs müşahidəsi və metodik təhlilin məktəb daxilində idarəetmə mədəniyyətinin ayrılmaz hissəsi kimi qurulması, pedaqoji heyətin bu sahədəki bacarıqlarının mütəmadi olaraq artırılması və rəqəmsal alətlərdən istifadə imkanlarının genişləndirilməsi zərurəti əsaslandırılmışdır. Alınan nəticələr ümumtəhsil məktəblərində və pedaqoji kadr hazırlığı prosesində metodik işin səmərəliliyini artırmağa xidmət edir. Məqalə həmçinin təhsil menecerləri, metodistlər və pedaqoji fakültələrin tədqiqatçıları üçün faydalı elmi-metodik mənbə rolunu oynayır.

Açar sözlər: Dərs müşahidəsi, metodik təhlil, pedaqoji proses, peşəkar inkişaf, fəal təlim.

GİRİŞ

Müasir təhsil sistemində baş verən qlobal dəyişikliklər və kompetensiyaya əsaslanan təhsil standartlarının tətbiqi pedaqoji kadrların hazırlığına, onların peşəkar səriştələrinin daim təkmilləşdirilməsinə yeni tələblər irəli sürür. Təlim-tərbiyə prosesinin keyfiyyətinin yüksəldilməsində birbaşa sinif otağında baş verən hadisələrin – müəllim-şagird qarşılıqlı əlaqəsinin, tədris materialının mənimsənilmə səviyyəsinin və istifadə olunan metodların effektivliyinin öyrənilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu baxımdan, dərs müşahidəsi və metodik təhlil təhsil müəssisələrində keyfiyyət idarəetməsinin əsas alətlərindən biri kimi çıxış edir.

Məqalənin aktuallığı ondadır ki, ənənəvi, formal xarakter daşıyan dərs müşahidəsi üsulları müasir dövrün çağırışlarına, xüsusilə də şagirdyönümlü, tənqidi təfəkkürü inkişaf etdirən və rəqəmsal bacarıqları əhatə edən təhsil paradiqmalarına tam cavab vermir. Buna görə də dərs müşahidəsi və sonrakı metodik təhlil prosesinin elmi əsaslarla yenidən qurulması, müşahidəçilərin səriştələrinin artırılması və təhlil nəticələrinin müəllimin inkişafına yönəldilməsi qaçılmaz zərurətə çevrilmişdir. Məqalənin əsas məqsədi dərs müşahidəsi və metodik təhlilin müasir elmi-metodoloji prinsiplərini araşdırmaq, təlim keyfiyyətinin yüksəldilməsində onların rolunu müəyyənləşdirmək və pedaqoji təcrübədə tətbiq olunan səmərəli mexanizmləri sistemləşdirməkdir.

ƏSAS HİSSƏ

1. Dərs müşahidəsinin nəzəri-metodoloji əsasları. Dərs müşahidəsi təhsil müəssisələrində tədrisin keyfiyyətini izləmək, qiymətləndirmək və inkişaf etdirmək məqsədilə həyata keçirilən sistemli fəaliyyətdir. Tarixən bu proses daha çox inzibati nəzarət və qiymətləndirmə xarakteri daşımış, müəllimin fəaliyyətindəki çatışmazlıqların aşkarlanmasına köklənmişdir [1, s.45]. Lakin müasir pedaqoji elmin inkişaf səviyyəsi dərs müşahidəsinə baxış bucağını kökündən dəyişdirmişdir. Hazırda müşahidə prosesi cəza və ya tənqid vasitəsi deyil, müəllimin özünüqiymətləndirməsinə dəstək olan, peşəkar inkişafı stimullaşdıran məsləhət və əməkdaşlıq mexanizmi kimi qəbul olunur [2, s.12].

Nəzəri baxımdan, dərs müşahidəsi bir neçə əsas prinsiyə əsaslanır:

–Obyektivlik: Müşahidəçinin şəxsi subyektiv rəylərindən kənar durması və yalnız faktiki pedaqoji reallığa əsaslanması.

–Sistemlilik: Prosesin birtərafı deyil, dərs mərhələlərinin bütünlüklə əhatə olunması ilə aparılması.

–Konstruktivlik: Əldə olunan nəticələrin müəllimin inkişafına yönəlmiş şəkildə təqdim edilməsi.

2. Müasir təhsil mühitində dərs müşahidəsinin formaları və növləri. Təhsil müəssisələrində tətbiq olunan dərs müşahidəsi formaları məqsəddən və tərəflərdən asılı olaraq müxtəlif olur. Ənənəvi olaraq direktor və ya metodist tərəfindən aparılan müşahidələrlə yanaşı, müasir dövrdə yeni formalar da geniş yayılmışdır [2, s.34]:

–Həmkar müşahidəsi (Peer Observation): Eyni fənn müəllimlərinin və ya həmkarların bir-birinin dərslərini qarşılıqlı olaraq müşahidə etməsi və təcrübə mübadiləsi aparması.

–Klinik müşahidə (Clinical Supervision): Müşahidədən əvvəl müzakirə (planninq), dərs zamanı qeydiyyat və dərsdən sonra ətraflı refleksiya mərhələlərini əhatə edən dərinləşdirilmiş model.

–Qısamüddətli (Walk-through) müşahidələr: Dərsin müəyyən bir hissəsinin və ya konkret bacarığın formalaşma səviyyəsinin qısa müddət ərzində izlənilməsi [3, s.88].

Bu formaların hər biri tədris mühitinin müxtəlif aspektlərini işıqlandırmağa imkan verir və məktəbdaxili metodik işin fərdiləşdirilməsinə şərait yaradır.

3. Metodik təhlilin həyata keçirilməsi mexanizmləri və qiymətləndirmə meyarları. Dərs müşahidəsindən sonra həyata keçirilən metodik təhlil prosesin ən məsuliyyətli mərhələsidir. Metodik təhlil zamanı dərsin planlaşdırılması, məzmunun çatdırılma üsulları, istifadə olunan resurslar, şagirdlərin fəallığı və sinif mühitinin idarə olunması kompleks şəkildə qiymətləndirilir [3, s.112].

Obyektiv və səmərəli metodik təhlilin həyata keçirilməsi üçün aşağıdakı ardıcıllıq gözlənilməlidir:

1.Müəllimin özünüqiymətləndirməsi: İlk növbədə dərsi deyən müəllimə söz verilir, onun öz dərsi haqqında refleksiyası dinlənilir.

2.Müşahidəçinin fikirləri və dəlillər: Müşahidəçi qeyd etdiyi faktlara və konkret nümunələrə əsaslanaraq təhlil aparır.

3.Güclü tərəflərin qeyd edilməsi: Müəllimin motivasiyasını artırmaq üçün dərsin müvəffəqiyyətli məqamları vurğulanır.

4.İnkişaf sahələrinin müəyyənləşdirilməsi: Çatışmazlıqlar tənqid kimi deyil, gələcək inkişaf istiqaməti kimi təqdim olunur.

5.Konstruktiv tövsiyələrin verilməsi: Problemlərin aradan qaldırılması üçün konkret metodik həll yolları təklif edilir [4, s.54].

Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, təhlil zamanı müəllimə verilən əks-laqənin vaxtında, dəqiq və dəstəkləyici olması onun gələcək fəaliyyətinin səmərəliliyinə birbaşa müsbət təsir göstərir [1, s.102].

4. Dərs müşahidəsi və metodik təhlil zamanı rast gəlinən çətinliklər və aradan qaldırılma yolları. Pedaqoji təcrübədə dərs müşahidəsi və metodik təhlil prosesinin təşkilində müəyyən çətinliklər və maneələr mövcuddur. Bunlardan başlıcaları aşağıdakılardır:

–Psixoloji baryerlər: Müəllimlərin dərsinə girildikdə həyəcan keçirməsi, müşahidəni təqib və ya yoxlama kimi qəbul etməsi.

–Subyektivlik meyarları: Müşahidəçinin şəxsi simpatiya və antispatiyalarına və ya köhnəlmiş metodik stereotiplərə əsaslanması.

–Vaxt çatışmazlığı: Məktəb rəhbərliyinin və ya metodistlərin həddindən artıq iş yükü səbəbindən təhlilə kifayət qədər vaxt ayıra bilməməsi [4, s.78].

Bu çətinliklərin aradan qaldırılması üçün məktəb daxilində sağlam peşəkar mühit yaradılmalı, müşahidəçilər üçün xüsusi təlimlər təşkil olunmalı və qiymətləndirmə meyarları əvvəlcədən şəffaf şəkildə müəyyənləşdirilərək müəllimlərə elan edilməlidir.

NƏTİCƏ.

Apardığımız təhlil göstərir ki, dərs müşahidəsi və metodik təhlil müəllim peşəkarlığının fasiləsiz inkişafının və təhsil keyfiyyətinin yüksəldilməsinin əsas mexanizmlərindən biridir. Ənənəvi nəzarət funksiyasından uzaqlaşaraq qarşılıqlı əməkdaşlığa, dəstəyə və obyektiv təhlilə əsaslanan yanaşmaların tətbiqi pedaqoji prosesin səmərəliliyini dəfələrlə artırır. Məqalənin nəticəsi olaraq aşağıdakı tövsiyələr irəli sürülür:

1.Dərs müşahidələri mütəmadi xarakter daşımalı və hər bir müşahidədən sonra mütləq şəkildə ətraflı metodik müzakirə aparılmalıdır.

2.Müşahidə prosesində subyektivliyin aradan qaldırılması üçün dəqiq, elmi əsaslandırılmış qiymətləndirmə cədvəlləri və meyarları tətbiq edilməlidir.

3.Müəllimlərin həmkar müşahidələrində fəal iştirakı təşviq olunmalı, məktəblərdə sağlam peşəkar ünsiyyət mühiti formalaşdırılmalıdır.

4.Pedaqoji kadrların hazırlığı və ixtisasartırma prosesində metodik təhlil bacarıqlarının inkişafına xüsusi yer ayrılmalıdır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1.Abbasov, A. (2020). *Pedaqogika: Ali məktəblər üçün dərslik*. Bakı: Mütərcim.

2.Əhmədov, H. (2018). *Müasir dərs və onun təhlili metodikası*. Bakı: Təhsil nəşriyyatı.

3.Qasımov, M. (2021). *Təlim prosesində qiymətləndirmə və metodik dəstək*. Bakı: Bakı Universiteti Nəşriyyatı.

4.Həsənova, S. (2019). *Pedaqoji təcrübə və sinif mühitinin idarə edilməsi*. Bakı: Elm və təhsil.

KİMYA TƏDRİSİNDƏ MİKROİDRAKİ FƏALİYYƏT VƏ SUBMİKROSKOPİK DÜŞÜNMƏ BACARIQLARININ İNKİŞAFI

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

Kimya və Biologiya fakültəsi.Ümumi kimya və KTT kafedrası.,

k.ü.f.d.,b/m A.B.Hacıyeva

Fədayə Zaur Qəribova

Xülasə: Məqalədə kimya tədrisində mikroidraki fəaliyyətin elmi-nəzəri əsasları və onun şagirdlərin kimyəvi anlayışları mənimsəməsində rolu araşdırılır. Mikroidraki fəaliyyətin kimyəvi hadisələrin makroskopik müşahidədən submikroskopik, yəni atom, molekul və ion səviyyəsində dərk edilməsinə, həmçinin müxtəlif təmsiletmə səviyyələri arasında əlaqə qurulmasına imkan yaratdığı göstərilmişdir. Tədqiqatlar göstəriri ki, modellər, animasiyalar, simulyasiyalar və qrafik təsvirlərdən istifadə olunması şagirdlərdə mikroidraki və konseptual düşünmə bacarıqlarını inkişaf etdirilməsində böyük rola malikdir.

Açar sözlər: Mikroidraki fəaliyyət, kimya tədrisi, submikroskopik düşünmə, idraki inkişaf, konseptual anlama, alternativ anlayışlar

Müasir pedaqogikada, həmçinin idrak psixologiyasında biliklərin şagirdlər tərəfindən necə əldə edilməsi, yəni öyrənmə prosesi mürəkkəb və çoxaspektli məsələ kimi araşdırılır. İnsanlarda öyrənmə prosesi zamanı beyin məlumatları müxtəlif idrak mexanizmləri vasitəsilə emal edir. Klassik yanaşmalara görə, idrak insanın obyektiv aləmi hiss üzvləri vasitəsilə qəbul etməsi və həmin məlumatları şüurunda mənalandırması prosesidir. Lüğəvi baxımdan "idrak" anlayışı qavrama, bilmə, dərketmə, fərqinə varma və bir şeyi bütün tərəfləri ilə əhatə etmək mənalarında işlədilir. [Baran, 2020]

İnsan təfəkkürü kiçik bilik elementləri üzərində qurulur və insan biliyi vahid sistemdən çox, müxtəlif bilik parçalarının birləşməsi kimi izah olunur. J.Piaget tətəfindən irəli sürülən konstruktivist öyrənmə nəzəriyyəsi də bu fikri dəstəkləyir.Bu nəzəriyyə kimya təhsili sahəsində çox böyük təsir göstərmişdir, çünki şagirdlərin kimyəvi anlayışları necə formalaşdırdığı məhz bu prinsip əsasında izah olunur. J.Piaget deyir ki, uşaqların düşünmə qabiliyyəti birdən-birə inkişaf etmir. Onun yanaşmasında əsas diqqət fərdlərin yaş xüsusiyyətlərinə uyğun idrak inkişaf mərhələlərinin izahına yönəlmişdir. İdrakın inkişafı uşaqlıq dövründən mərhələli şəkildə baş verir və onların düşünmə qabiliyyəti yaş artdıqca keyfiyyətcə dəyişir. Jean Piaget tədris metodlarına dair konkret tövsiyələr irəli sürməmişdir. Bununla belə, onun idrak inkişafı nəzəriyyəsinə əsaslanan psixoloji baxışları müasir pedaqogikada təlim-tədris prosesinin təşkilinə, şagirdyönümlü yanaşmaların formalaşmasına və pedaqoji nəzəriyyələrin inkişafına mühüm təsir göstərmişdir. Piagetin idrak inkişafı nəzəriyyəsində müəyyən edilmiş mərhələlərə əsasən, formal əməliyyatlar dövrünə çatmış yeniyetmələr abstrakt

və məntiqi düşünmə bacarıqlarına yiyələndikləri üçün tədris olunan fənləri daha səmərəli mənimsəyirlər.. Buna görə də şagirdlərin idrak inkişafı səviyyələrə uyğun metod və təlim vasitələrin seçilməsini tələb edir.

Piagetin idrak inkişafına dair irəli sürdüyü nəzəri müddəalar sonrakı tədqiqatçılar tərəfindən daha da inkişaf etdirilmişdir. Bu alimlər arasında Lev Vıqotski xüsusi yer tutur. O, idrakın inkişafını sosial qarşılıqlı əlaqə və təlim prosesi ilə sıx əlaqələndirmişdir. Onun fikrincə, düzgün təşkil olunmuş təlim yalnız mövcud inkişaf səviyyəsini əks etdirmir, eyni zamanda şagirdin gələcək idraki inkişafını da istiqamətləndirir. Buna görə də müəllim yalnız şagirdin hazırkı biliklərini qiymətləndirməklə kifayətlənməməli, onun potensial inkişaf imkanlarını da nəzərə almalıdır. Təlim prosesi şagirdin idraki imkanlarına uyğun qurulduqda yeni biliklərin mənimsənilməsi asanlaşır, məntiqi təfəkkür inkişaf edir və əldə edilən biliklərin müxtəlif situasiyalarda tətbiqi mümkün olur.

Müasir təhsil nəzəriyyələrində öyrənmə informasiyanın passiv qəbul edilməsi kimi deyil, aktiv idraki fəaliyyət kimi qiymətləndirilir. Şagird yeni bilikləri əvvəlki bilikləri ilə əlaqələndirərək mənalandırır, onları müxtəlif problemlərin həllində tətbiq edir və nəticədə daha dərin anlayış formalaşdırır. Bu baxımdan təlim yalnız bilik ötürmək vasitəsi deyil, həm də şagirdin intellektual inkişafını təmin edən mühüm pedaqoji proses hesab olunur (Cooper & Stowe, 2018).

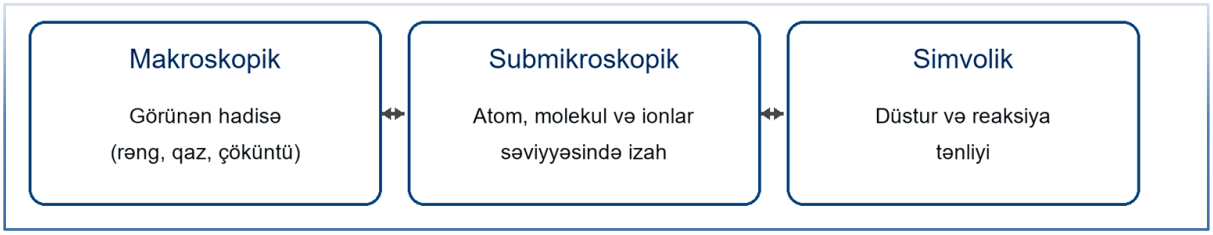
İdrakın ümumi nəzəriyyələri insanın idrak fəaliyyətini izah edir. Ancaq bu prosesi daha dərindən araşdırmaq üçün müasir idrak psixologiyasında müxtəlif istiqamətlər formalaşmışdır.Həmin istiqamətlərdən ən geniş yayılanları mikroidrak və makroidrak yanaşmalarıdır. Hər iki yanaşma idrak proseslərini araşdırsa da, onları fərqli baxış bucaqlarından izah edir. Mikroidrak insanın necə düşündüyünü sadəcə nəticəyə baxaraq yox, beynində məlumatın necə qəbul edildiyini, necə emal olunduğunu, necə yadda saxlanıldığını və necə istifadə edildiyini araşdırır. Makroidrak isə insanın idrak fəaliyyətini ümumi şəkildə qiymətləndirir və əldə etdiyi bilikləri real həyatda necə tətbiq etdiyini, problemləri necə həll etdiyini və qərar qəbul etdiyini araşdırır. Nəticə etibarilə, makroidrak insanın idrak fəaliyyətini bütöv bir sistem kimi araşdırdığı halda, mikroidrak fərdin idrak proseslərini daha kiçik komponentlər üzrə araşdırır. Kimya tədrisində də bu yanaşmaların tətbiqi xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Şagird yalnız müşahidə etdiyi hadisələri deyil, həm də həmin hadisələrin atom və molekul səviyyəsində başvermə mexanizmini dərk etməlidir.

Dünyanın müxtəlif ölkələrində şagirdlərin idrak fəaliyyətinin inkişafı ilə bağlı çoxsaylı tədqiqatlar aparılmışdır. Xüsusilə kimya tədrisində şagirdlərin mürəkkəb anlayışları necə mənimsəməsi və submikroskopik səviyyədə düşünmə bacarığının formalaşdırılması əsas tədqiqat istiqamətlərindən biri olmuşdur.Buna görə mikroidrak şagirdlərdə submikroskopik səviyyədə düşünmə bacarığının formalaşmasına xidmət edir,

makroskopik müşahidələrlə hissəciklər səviyyəsində baş verən proseslər arasında əlaqə yaratmağa kömək edir və kimyəvi anlayışların daha dərindən mənimsənilməsinə şərait yaradır.

Bu yanaşma Johnstone tərəfindən irəli sürülmüş kimyəvi təmsiletmənin üç səviyyəli modeli ilə sıx bağlıdır və bu anlayışların mənimsənilməsi üç əsas təmsiletmə səviyyəsi ilə izah olunur: makroskopik, submikroskopik və simvolik. Makroskopik səviyyə şagirdlərin müşahidə edə bildiyi kimyəvi hadisələri əhatə edir. Maddənin rənginin dəyişməsi, qaz ayrılması, çöküntünün əmələ gəlməsi və maddələrin həll olması kimi proseslər bu səviyyəyə aiddir. Submikroskopik səviyyə isə həmin hadisələrin atom, molekul və ionlar səviyyəsində izahını verir. Bu hissəciklər birbaşa müşahidə olunmadığı üçün onların öyrənilməsi zamanı modellərdən, sxemlərdən, animasiyalardan və kompüter simulyasiyalarından istifadə olunur. Simvolik səviyyə isə kimyəvi düsturlar, reaksiya tənlikləri, qrafiklər və digər işarələr vasitəsilə kimyəvi biliklərin ifadə edilməsini təmin edir.

Bu üç səviyyənin birlikdə tətbiqi şagirdlərin kimyəvi hadisələri daha sistemli şəkildə anlamasına və müxtəlif təmsillər arasında əlaqə yaratmasına imkan verir. Bu səviyyələr içərisində submikroskopik səviyyə xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Çünki atom, molekul və ion səviyyəsində baş verən proseslərin dərk edilməsi şagirdlərdən görünməyən hadisələri zehində təsəvvür etməyi və modelləşdirməyi tələb edir. Məhz bu zehni modelləşdirmə prosesi mikroidraki fəaliyyətin inkişafı ilə sıx əlaqəlidir.



Şəkil 1. Kimyəvi təmsiletmənin 3 səviyyəsi

Almaniyada Keiner və Graulich (2021) tərəfindən aparılan tədqiqatda kimya laboratoriyalarında şagirdlərin makroskopik və submikroskopik təmsiletmə səviyyələri arasında əlaqə qurma bacarıqlarını inkişaf etdirmək məqsədilə scaffold əsaslı təlim yanaşması tətbiq edilmişdir. Bir çox mövcud tədqiqatlar laboratoriya fəaliyyətlərinin qavranılmasının yaxşılaşdırılmasına müəyyən töhfə versə də, makroskopik və submikroskopik təmsiletmə səviyyələrinin laboratoriya mühitində bir-biri ilə əlaqələndirilməsinə yönəlmiş metodlar kifayət qədər diqqət mərkəzində olmamışdır. Buna görə də müəlliflər bu iki səviyyə arasında əlaqənin formalaşdırılmasını dəstəkləyən xüsusi tədris yanaşması hazırlamış və onu praktik olaraq tətbiq etmişlər. Scaffolding termini tikintidə istifadə olunan müvəqqəti dayaq qurğusu anlayışından götürülmüşdür. Necə ki, bina tikilən zaman bu qurğu işçilərə dəstək verir və tikinti başa çatdıqdan sonra sökülür, təlim prosesində də müəllim şagirdə mövzunu mənimsəyənədək müvəqqəti dəstək göstərir. Şagird müstəqil fəaliyyət göstərə

bildikcə bu dəstək tədricən aradan qaldırılır. Scaffolddan istifadə edən tələbələr submikroskopik səviyyəyə daha çox müraciət etmişlər. Tutaq ki, dəmir paslanır. Şagird deyə bilər ki,"Dəmir oksigenlə reaksiyaya girir və pas əmələ gəlir." Bu, makroskopik səviyyədir, yəni gözlə gördüyümüz hadisə. Amma scaffold istifadə edən şagird belə izah edir: "Dəmir atomları elektron itirir, oksigen elektron qəbul edir. Nəticədə yeni kimyəvi rabitələr yaranır və dəmir oksidi əmələ gəlir." Bu isə submikroskopik səviyyədir, yəni şagirdlər yalnız "reaksiya baş verdi" demək əvəzinə onu izah edirlər.

Bundan başqa cənubi koreyalı tədqiqatçı Soo-Young Lee tərəfindən ABŞ-ın Orta Qərb bölgəsində yerləşən böyük bir tədqiqat universitetində aparılan araşdırmada universitet tələbələrinin məhlullar kimyasına dair molekulyar (submikroskopik) səviyyədə anlayışları öyrənilmişdir. Bu araşdırma göstərmişdir ki, nəinki şagirdlər həm də universitet tələbələri belə molekulyar səviyyəni anlamaqda çətinlik çəkirlər. Bu tədqiqatın məqsədi tələbələrin kimyəvi hadisələri molekulyar səviyyədə necə qavradıqlarını və bu anlayışları qrafik təsvirlər vasitəsilə ifadə edə bilmələrini qiymətləndirmək olmuşdur. Müəllif tələbələrin qrafik təsvirlərini təhlil edərək onların anlayışlarını üç model üzrə təsnif etmişdir: fərqləndirilməmiş simvolik model (Undifferentiated Symbolic Model), hissəcik modeli (Particulate Model) və simvolik-ion modeli (Symbolic Ionic Model)**.** Müəyyən edilmişdir ki, konseptual biliyi zəif olan tələbələr əsasən simvolik modeldən istifadə edir, daha yüksək anlayışa malik olanlar isə ionların və hissəciklərin qarşılıqlı təsirlərini düzgün əks etdirən simvolik-ion modelini nümayiş etdirirlər. Araşdırmanın nəticələri göstərmişdir ki, tələbələrin hazırladıqları qrafik təsvirlər onların kimyəvi anlayışlarını şifahi izahlarla müqayisədə daha dolğun şəkildə əks etdirir. Müşahidələr zamanı müəyyən edilmişdir ki, bəzi tələbələr anlayışları sözlə düzgün ifadə etsələr də, həmin prosesləri molekulyar səviyyədə təsvir edərkən çətinlik yaşamış və bu zaman onların mövzu ilə bağlı yanlış təsəvvürləri üzə çıxmışdır. Bu səbəbdən müəllif qrafik təmsiletmələrin yalnız qiymətləndirmə vasitəsi kimi deyil, həm də şagirdlərdə konseptual düşüncənin formalaşdırılmasına xidmət edən səmərəli tədris üsulu kimi tətbiq edilməsini məqsədəuyğun hesab etmişdir. Eyni zamanda, animasiyalar, simulyasiyalar, üçölçülü modellər və rəsm əsaslı fəaliyyətlərin şagirdlərin submikroskopik səviyyədə düşünmə bacarıqlarının inkişafına müsbət təsir göstərdiyi vurğulanmışdır. Buna görə də müəllif kimya tədrisində vizuallaşdırmaya əsaslanan metodlardan daha geniş istifadə olunmasını tövsiyə etmişdir.

Yuxarıda qeyd olunan tədqiqatlar göstərir ki, kimya tədrisində mikroidraki fəaliyyətin inkişafı yalnız nəzəri biliklərin mənimsənilməsi ilə məhdudlaşmır. Şagirdlərin və tələbələrin molekulyar səviyyədə düşünmə bacarığının formalaşması üçün onlar atom, molekul, ion, kimyəvi rabitə, molekulun həndəsi quruluşu və qütblülük kimi anlayışlar arasında qarşılıqlı əlaqəni dərk etməlidirlər. Başqa sözlə, kimyəvi hadisələrin

mahiyyətinin başa düşülməsi sistemli anlayışın formalaşmasını tələb edir. Finlandiyada Karonen və b. (2021) tərəfindən aparılan tədqiqatda isə universitet tələbələrinin molekulyar quruluşlarla bağlı anlayışları Lewis modeli əsasında araşdırılmışdır. Bu baxımdan Lewis modeli molekulyar quruluşların öyrədilməsində mühüm didaktik vasitələrdən biri hesab olunur. Həmin model atomlar arasında rabitələrin və valent elektronlarının yerləşməsini göstərərək molekulların quruluşunu izah etməyə imkan verir. Lakin yalnız Lewis quruluşlarını əzbərləmək və ya sadələşdirilmiş qaydalardan istifadə etmək dərin anlayışın formalaşması üçün kifayət etmir. Tədqiqatlar göstərir ki, tələbələr çox vaxt əzbərlənmiş qaydalara və mnemonik üsullara əsaslandıqları üçün mürəkkəb molekulyar quruluşların izahında çətinlik çəkirlər.

Bu problemin aradan qaldırılması üçün tədris prosesində konseptual dəyişiklik yaradılmalı, şagirdlərin əvvəlki yanlış təsəvvürləri elmi cəhətdən düzgün anlayışlarla əvəz olunmalıdır. Bununla yanaşı, müxtəlif vizual modellərdən, kompüter simulyasiyalarından, animasiyalardan və problem həllinə əsaslanan fəaliyyətlərdən istifadə şagirdlərin submikroskopik səviyyədə düşünmə bacarıqlarının və mikroidraki fəaliyyətinin inkişafına müsbət təsir göstərir.

Alternativ anlayışların öyrənilməsi istiqamətində ilk genişmiqyaslı tədqiqatlardan biri Yeni Zelandiyanın Waikato Universitetində həyata keçirilmişdir. Bu tədqiqatlar şagirdlərin kimya dərslərinə əvvəlcədən formalaşmış elmi baxımdan düzgün olmayan təsəvvürlərlə gəldiyini və həmin təsəvvürlərin yeni biliklərin mənimsənilməsinə əhəmiyyətli təsir göstərdiyini göstərmişdir (Taber, 2019). Yəni şagirdlər kimya dərsinə boş beyinlə gəlmirlər. Onların əvvəlcədən formalaşmış təsəvvürləri olur. Əgər bu təsəvvürlər vaxtında müəyyən edilərək elmi əsaslarla dəyişdirilməzsə, onlar mikroidrakın və konseptual anlayışın inkişafına mane olur. Buna görə müəllim yalnız yeni mövzunu izah etməməli, həm də şagirdlərin əvvəlki yanlış düşüncələrini aşkara çıxarıb onları elmi baxımdan düzgün anlayışlarla əvəz etməyə çalışmalıdır.

Tədqiqat	Əsas nəticə	Tədris üçün əhəmiyyəti
Keiner və Graulich - Laboratoriyada makro və submikro əlaqəsi	Scaffold dəstəyi submikroskopik izahları artırıb.	Müvəqqəti müəllim dəstəyi hissəciklər səviyyəsində düşünməni gücləndirir.
Soo-Young Lee - Məhlulların molekulyar qavranılması	Qrafik təsvirlər anlayış fərqlərini üzə çıxarıb; bəzi tələbələr hissəcikləri düzgün modelləşdirməyib.	Qrafik tapşırıqları həm qiymətləndirmə, həm də öyrətmə vasitəsi kimi istifadə etmək olar.
Karonen və b.- Lewis modeli və molekulyar quruluş	Əzbərlənmiş qaydalar mürəkkəb quruluşları dərindən anlamaq üçün yetərli deyil.	Molekulyar modelləşdirmə və konseptual izahları birləşdirmək lazımdır.
Taber - Alternativ anlayışlar	Əvvəlcədən formalaşmış yanlış təsəvvürlər yeni biliklərin mənimsənilməsinə təsir edir.	Müəllim əvvəlki təsəvvürləri müəyyənləşdirib elmi anlayışlarla işləməlidir.

Cədvəl 1. Mikroidraki və submikroskopik düşünmə üzrə tədqiqatların xülasəsi

Beləliklə, müxtəlif ölkələrdə aparılan tədqiqatların nəticələri göstərir ki, şagirdlərin kimya fənnini öyrənərkən qarşılaşdıqları əsas çətinliklərdən biri əvvəlcədən formalaşmış alternativ anlayışlardır. Bu anlayışlar atom, molekul və ion səviyyəsində baş verən proseslərin düzgün qavranılmasına mane olur və submikroskopik səviyyədə düşünmə bacarığının inkişafını məhdudlaşdırır. Buna görə də müasir kimya tədrisində yalnız nəzəri biliklərin təqdim edilməsi kifayət etmir. Tədris prosesi şagirdlərin əvvəlki biliklərinin müəyyənləşdirilməsinə, yanlış təsəvvürlərin aradan qaldırılmasına, modellərdən məqsədyönlü istifadəyə və konseptual düşüncənin inkişafına yönəldilməlidir. Bu yanaşmalar şagirdlərdə mikroidraki fəaliyyətin formalaşmasına və kimyəvi anlayışların daha dərindən mənimsənilməsinə şərait yaradır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Baran, S. (2020). Perception levels and philosophical secondary intelligible according to Ibn Sīnā. Tasavvur: Tekirdağ İlahiyat Dergisi, 6(1), 291–312.
2. Barsalou, L. W. (2020). Challenges and opportunities for grounding cognition. Journal of Cognition, 3(1), Article 31, 1–24. https://doi.org/10.5334/joc.116
3. Cooper, M. M., & Stowe, R. L. (2018). Chemistry education research—from personal empiricism to evidence, theory, and informed practice. Chemical Reviews, 118(12), 6053–6087. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.8b00020
4. Karonen, M., Murtonen, M., Södervik, I., Manninen, M., & Salomäki, M. (2021). Heuristics hindering the development of understanding of molecular structures in university level chemistry education: The Lewis structure as an example. Education Sciences, 11(6), 258. https://doi.org/10.3390/educsci11060258
5. Keiner, L., & Graulich, N. (2021). Beyond the beaker: Students' use of a scaffold to connect observations with the particle level in the organic chemistry laboratory. Chemistry Education Research and Practice, 22, 146–163. https://doi.org/10.1039/D0RP00206B
6. Lee, S.-Y. (2007). Assessing students' molecular-level representations of solution chemistry. Journal of the Korean Association for Science Education, 27(8), 677–692.
7. Pakpahan, F. H., & Saragih, M. (2022). Theory of cognitive development by Jean Piaget. Journal of Applied Linguistics, 2(1), 55–60. https://doi.org/10.52622/joal.v2i2.79
8. Taber, K. S. (2019). Alternative conceptions and the learning of chemistry. Israel Journal of Chemistry, 59(6–7), 450–469. https://doi.org/10.1002/ijch.201800046

DOĞU VE BATI EDEBİYATINDA KİLİSE ELEŞTİRİSİ: JOHN GALSWORTHY'NİN "RUZİ" HİKÂYESİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR İNCELEME

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, dünya edebiyatının evrensel konularından biri olan kilise ve din adamı eleştirisini John Galsworthy'nin "Ruzi" (Kısmet) hikâyesi odağında incelemektedir. Edebiyatın hayatı imgesel bir biçimde yansıtma işlevinden hareketle, metin gerçek dini değerleri değil, siyasi ve kurumsal yapının kurbanı olan din adamlarını ve din kılıfı altında yapılan suistimalleri konu alır. Giovanni Boccaccio'nun *Decameron* eseriyle İtalyan edebiyatında belirginleşen bu satirik gelenek; Molière, Victor Hugo, Rabelais ve Voltaire gibi Batılı yazarların yanı sıra Celil Memmedguluzade, Mirzeli Mo'cüz ve Mirza Elekber Sabir gibi Azerbaycan eleştirel realizm temsilcilerinde de toplumun katarsis amacıyla sıkça işlenmiştir.

Galsworthy'nin "Ruzi" hikâyesinde, kilisenin sağladığı yetersiz imkânlar sebebiyle derin bir yoksulluğa sürüklenen ve Linstoy şehrinde ekmek hırsızlığıyla suçlanıp yargılanan bir rahibin dramı ele alınmaktadır. Yargılama sonucunda beraat etmesine rağmen itibarını kaybeden rahip örneği üzerinden sistemin aksayan yönleri ve toplumsal ikiyüzlülük gözler önüne serilmektedir. Sonuç olarak, metin Doğu ve Batı edebiyatında ortak bir izlek olan din kurumu eleştirisini karşılaştırmalı bir yaklaşımla ortaya koyarak, Galsworthy'nin toplumsal eleştirideki özgün yerini ve kurumsal ihmallerin birey üzerindeki tahribatını vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler: John Galsworthy, Ruzi hikayesi, Kilise eleştirisi, Karşılaştırmalı edebiyat, Satira ve realizm

CRİTİQUE OF THE CHURCH İN EASTERN AND WESTERN LİTERATURE: A COMPARATİVE ANALYSİS OF JOHN GALSWORTHY'S SHORT STORY "THE PACK"

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 critique of the church and the clergy—one of the universal themes in world literature—focusing on John Galsworthy's short story "Ruzi" (Destiny / Daily Bread). Based on the function of literature to reflect life in an imaginative form, the text addresses not authentic religious values, but rather the clergy who have fallen victim to political and institutional structures, as well as the abuses committed under the guise of religion. This satirical tradition, which became prominent in Italian literature with Giovanni Boccaccio's *Decameron*, was frequently employed for the catharsis of society not only by Western authors such as Molière, Victor Hugo, Rabelais, and Voltaire, but also by representatives of Azerbaijani critical realism including Jalil Mammadguluzadeh, Mirzali Mojuz, and Mirza Alakbar Sabir. In Galsworthy's short story "Ruzi," the drama of a priest driven into deep poverty due to the inadequate means provided by the church and put on trial for stealing bread in the city of Linstow is explored. Through the example of the priest, who loses his reputation despite being acquitted at trial, the flaws of the system and societal hypocrisy are revealed. In conclusion, by presenting the critique of religious institutions—a shared motif in Eastern and Western literature—through a comparative approach, the text highlights Galsworthy's distinct place in social criticism and the devastating impact of institutional neglect on the individual.

Keywords: John Galsworthy, "Ruzi" short story, Critique of the church, Comparative literature, Satire and realism

GİRİŞ

Dünya edebiyatında hayatın imgesel bir biçimde yansıtılması, toplumsal ve kurumsal yapının en kritik unsurlarından biri olan din ile kilisenin eserlerde geniş bir yer tutmasını sağlamıştır. Bu eserlerde temel hedef gerçek dini değerler değil, siyasi ideolojilerin ve kurumsal yetersizliklerin gölgesinde kalan din adamları ile yaşanan suistimallerdir. İtalyan edebiyatının öncülerinden Giovanni Boccaccio'nun *Decameron* adlı eseriyle belirginleşen bu eleştirel yaklaşım, Avrupa edebiyatında köklü bir satirik geleneğin kapısını aralamıştır. Benzer şekilde Azerbaycan edebiyatında da Celil Memmedguluzade ve Mirza Elekber Sabir gibi eleştirel realizmin güçlü temsilcileri, toplumun gelişimi ve katarsisi adına din kılıfı altındaki riyakarlıkları hicvetmişlerdir. Bu evrensel temanın dikkat çeken örneklerinden biri de John Galsworthy'nin, kilise kanunlarını ve rahiplerin toplumsal itibar kaybını konu alan "Ruzi" adlı hikayesidir. Bu çalışma, Galsworthy'nin söz konusu eserini Doğu ve Batı edebiyatındaki nitelikli örneklerle ilişkilendirerek karşılaştırmalı bir çerçevede incelemeyi amaçlamaktadır.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Dünya edebiyatının temel konularından biri de kilise ve din adamları konusudur. Elbette ki, burada sözün gerçek anlamında görevini dürüstlükle yürüten din adamlarından değil, siyasi ideolojinin kurbanı olmuş kilise ve din adamlarından söz edilmektedir. Baki edebiyatın tanımı yapılırken, onun hayatın imgesel bir biçimde ifadesi olduğu söylenir. Bu nedenle dünya edebiyatının pek çok örneğinde kilise meseleleri önemli bir yer tutar.

Bu konuya adanmış en önemli eserlerden biri Giovanni Boccaccio'nun (1313-1375) "Decameron" (1352-1354) adlı romanıdır. Yüz novelladan oluşan bu eserin ana temalarından biri, kilise kanunlarının ve görevlilerinin eleştirisidir. Rönesans dönemi İtalyan edebiyatının önde gelen figürlerinden olan Boccaccio, bu eserle kilise ve manastırlarda yaşananları tasvir etmeye çalışır.

Riyakar, yalancı din adamlarının ve hurafelerin mizahi ve satirik bir yolla eleştirilmesi, Avrupa edebiyatında olduğu gibi Azerbaycan edebiyatında da sıkça rastlanan bir temadır. Eleştirel realizmin seçkin temsilcileri olan yazarlardan Celil Memmedguluzade, Mirzeli Mo'cüz, Aligulu Gamküsar, Mirza Elekber Sabir ve diğerleri; toplumun gelişimi ve katarsisi uğruna çok önemli eserler kaleme almışlardır. Hem Azerbaycan hem de Avrupa edebiyatındaki bu tarz eleştiriler, her zaman gerçek dinin değil, din adı altında yapılan suistimallerin hiciv yoluyla ıslah edilmesidir.

John Galsworthy'nin "Seçilmiş Eserleri"ne Ön Söz yazan Aslan Guliyev; onun hakkında, hem hayatı hem de sanatı üzerine pek çok şey yazıldığını; ancak onu olduğu gibi hissetmek, anlamak ve yaratıcılığını takdir

etmek için bir iki eserini dikkatle okumanın yeterli olduğunu belirtir. Aslında, çoğu yazarda olduğu gibi, onun tüm yazıları da kendi hayatının ve hayal gücünün süzgecinden geçmiş birer varyasyondur.

John Galsworthy'nin "Ruzi" (Kısmet / Günlük Rızık) hikayesi de bu bakımdan dikkat çeken eserlerdendir. Selefleri gibi o da satirik bir üslupla kiliseyi ve rahipleri sanatsal eleştirinin merkezine koyar. Eser hacim itibarıyla küçük olduğundan, inceleme ve analiz süreci de bir nebze zorlaşmaktadır. Ancak biz onu karşılaştırmalı bir şekilde araştırmaya çalışacağız.

"Ruzi" hikayesi, yukarıda da ifade edildiği üzere, sahtekar kilise kanunlarına ve değerlerine adanmış bir eserdir. Eserin kurgu hattından anlaşıldığı üzere, Linstoy şehrindeki mahkeme salonunun tasviri verilir. Şöyle ki, o gün mahkemede bir rahip yargılanacaktır. Bu pek alışılagelmiş bir durum olmadığından, diğer köydeki kiliseden de bu davayı izlemek için gelenler vardır. İki kilise arasında adaklar ve bağışlar nedeniyle bir rekabet oluşmuş, bu durum da ister istemez rahiplerin nüfuzunu zedelemiştir. Mahkemede sanık olarak sorgulanan rahip de kiliseye yapılan bağışların azlığı ve yokluğu nedeniyle yoksul bir duruma düşmüştür. Kilise onları geçindirmemekte, sonuç olarak da halktan gelecek yardıma muhtaç kalmaktadırlar. Bu da giderek onların dini kimliğini zedeliyor ve itibardan düşürüyordu. "Etrafa rahibin evinde korkunç bir yoksulluğun hüküm sürdüğüne dair söylentiler yayılmıştı. Hiçbir zaman çiçek açmayan defne çalılarıyla çevrili, kırmızı tuğladan yapılmış binanın müreffeh görünümü, sanki binanın içinde yaşananlarla alay ediyordu. Söylendiğine göre evde kömür olmadığından rahibin seksen yaşındaki annesi bu kış yataktan hiç kalkamamıştı. Tüccarlar artık paralarını alamadıkları için rahibe veresiye mal vermiyorlardı" (Galsworthy, 2006, 695).

Bir gün fırıncı, iki ekmeğinin yerinde olmadığını fark eder ve bunları rahibin çaldığını düşünür. Bu nedenle de onu mahkemeye verir. Rahip ise sorgulama sırasında ekmekleri yerden bulduğunu, hatta çamura bulanmış olduklarını ifade eder. Mahkeme icracısı her iki tarafı dinledikten sonra tanıklara söz verir. Tanıklardan iki kişi rahibin aleyhinde konuşarak, evet, o ekmekleri eline alırken ekmeklerin temiz olduğunu, dolayısıyla yerden değil doğrudan ekmeklerin arasından aldığını söyler. Ancak kilise görevlilerinden biri rahibi savunarak onun lehine tanıklık eder; ekmeğin alt kısmının gerçekten çamura bulandığını ve rahibin onu aç kuşlara vermek üzere götürdüğünü ifade eder. Hakim kendisine soru sorduğunda ise rahip, "Bu bana gönderilmiş bir rızıktı" der. Tanıkları dinleyen hakim sonunda rahip hakkındaki iddiayı reddeder ve rahip serbest bırakılır. Bu karardan memnun olmayan salondaki dinleyiciler fısıldaşmaya başlar. "Otelden çıkan yabancı biri bu görkemli çan seslerini duyduğunda ve etrafında bu kadar siyah giysili insanı gördüğünde arabacısına sordu: - Bu nedir, düğün mü? – Hayır efendim, söylenene göre bu çanlar rahibin şerefine çalınıyor. Bilirsiniz, onu hırsızlıkla suçluyorlardı, şimdi ise beraat ettirdiler. Ertesi gün Bayan Gloyn'un büfesinin

kapısında rahibin yorgun yüzü belirdi, testere gibi hırıltılı bir sesle dedi ki: - Bana veresiye bir girvenke (yarım kilo kadar) yağ verebilir misiniz? Yakında parasını öderim. O, başka ne yapabilirdi ki?" (Galsworthy, 2006, 695).

"Tartuffe" (Moliere) din perdesi arkasına saklanarak aileleri kandıran ve servetlerine el koyan sahtekar Tartuffe karakteri aracılığıyla dindar kılığına giren dolandırıcılar eleştirilir. "Notre-Dame'ın Kamburu" (Victor Hugo) kilise görevlisi Claude Frollo'nun iç çelişkileri, kilisenin acımasızlığı ve ilerlemeye karşı muhafazakarlığı vurgulanır. "İthaf / Sanık" (François Rabelais - "Gargantua ve Pantagruel") Katolik kilisesinin gereksiz dogmaları, rahiplerin cehaleti ve muhafazakar kilise öğretileri hiciv ateşine tutulur. "Candide" (Voltaire) Engizisyon mahkemeleri, kilise adamlarının acımasızlığı ve ikiyüzlülüğü keskin bir satira vasıtasıyla eleştirilir.

2. YÖNTEM

Metinde ele alınan eser, karşılaştırmalı edebiyat incelemesi (komparatist yöntem) temel alınarak Doğu ve Batı edebiyatlarındaki benzer tematik örneklerle ilişkilendirilmiştir. Ayrıca eserlerin içerik, karakter ve olay örgüleri toplum-sanat ilişkisi ekseninde değerlendirilerek tematik ve sosyolojik içerik analizi yöntemi uygulanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Din Adamları ve Kilise Eleştirisinin Evrenselliği: Din kurumunun ve din adamlarının ikiyüzlülük, hurafe ve suistimaller üzerinden eleştirilmesi; Boccaccio, Molière, Hugo, Voltaire ve Galsworthy gibi Batı edebiyatı temsilcilerinin yanı sıra Celil Memmedguluzade ve Mirza Elekber Sabir gibi Azerbaycan edebiyatı yazarlarında da ortak ve evrensel bir tema olarak öne çıkmaktadır.

3.2. **"Ruzi" Hikayesindeki Kurumsal İhmal ve Yoksulluk:** John Galsworthy'nin "Ruzi" hikayesinde kilisenin din adamlarını geçindirme hususundaki yetersizliği, rahibi aşırı yoksulluğa ve toplum nezdinde itibar kaybına sürüklemiş; bu durum bir ekmek hırsızlığı davası üzerinden kilise sisteminin aksayan yönlerini ortaya koymuştur.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Sonuç: John Galsworthy'nin "Ruzi" hikayesi, Boccaccio'dan Molière'e ve Azerbaycan edebiyatındaki eleştirel realistlere uzanan evrensel bir gelenek doğrultusunda, din kurumunun ve toplumsal ikiyüzlülüğün yarattığı tahribatı yoksul bir rahip karakteri üzerinden başarıyla hicvetmektedir.

Tartışma: Metinde sunulan eleştirilerin hedefinin gerçek dini değerler değil, kilise sisteminin kurumsal yetersizlikleri ve din adı altında gerçekleştirilen suistimaller olduğu, rahibin düştüğü trajikomik durum bağlamında tartışılabilir.

Öneriler: Gelecek çalışmalarda John Galsworthy'nin bu eseri, Doğu ve Batı edebiyatında din adamı tipolojisini konu alan diğer metinlerle daha kapsamlı bir karşılaştırmalı edebiyat (komparatist) analizi çerçevesinde incelenmelidir.

KAYNAKLAR

Hüqo, V. (2007). *Paris Notr-Dam kilsəsi* (M. Rzaquluzadə, Tərc.). Şərq-Qərb. (Orijinal əsər 1831-ci ildə nəşr olunub).

Molyer. (2006). *Komediyalar* (M. İbrahimov, Tərc.). Şərq-Qərb. (Orijinal əsər 1664-cü ildə nəşr olunub).

Qolsuorsi, C. (2006). *Seçilmiş əsərləri* (N. Əbdülrəhmanlı, Tərc.). Şərq-Qərb.

Rable, F. (2007). *Qarqantua və Pantaqruel* (Ə. Məmmədxanlı, Tərc.). Şərq-Qərb. (Orijinal əsər 1532–1564-cü illərdə nəşr olunub).

Volter. (2006). *Seçilmiş əsərləri* (A. Əlisoy, Tərc.). Şərq-Qərb. (Orijinal əsər 1759-cu ildə nəşr olunub).

İBTİDAİ TƏHSİLDƏ ORFOQRAFİK SAVADLILIĞIN İNKİŞAFI: SÖZLƏRİN MƏNŞƏ XÜSUSİYYƏTLƏRİNDƏN İSTİFADƏNİN İMKANLARI

Qasımova Maya Rəhim qızı

Pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Azərbaycan

maya0866@gmail.com

https://orcid.org/ 0000-0001-9116-4331

Xülasə. Məqalədə ibtidai təhsil mərhələsində şagirdlərin orfoqrafik savadlılığının inkişaf etdirilməsində sözlərin mənşə xüsusiyyətləri haqqında biliklərdən istifadənin didaktik və metodik imkanları araşdırılır. Orfoqrafik savadlılığın formalaşdırılması ənənəvi olaraq səs-hərf münasibətlərinin, yazılış qaydalarının mənimsədilməsi ilə əlaqələndirilsə də, müasir dil tədrisi yanaşmaları sözün struktur-semantik xüsusiyyətlərinin, morfoloji quruluşunun və mənşə əlaqələrinin də şagirdin düzgün yazı bacarığının inkişafında əhəmiyyətli rol oynadığını göstərir. Məqalədə sözlərin mənşə xüsusiyyətlərinə dair biliklərin şagirdlərdə sözün yazılı formasını şüurlu şəkildə qavramağa, sözlərarası əlaqələri müəyyənləşdirməyə, yadda saxlama prosesini gücləndirməyə və orfoqrafik seçimləri əsaslandırmağa imkan yaratdığı əsaslandırılır.

Tədqiqatda sözlərin mənşə xüsusiyyətlərindən istifadənin ibtidai siniflərdə birbaşa və mürəkkəb nəzəri məlumatların verilməsi formasında deyil, şagirdlərin yaş və idrak səviyyəsinə uyğun praktik fəaliyyətlər, söz qruplaşdırmaları, söz ailələrinin müəyyənləşdirilməsi, müqayisə, müşahidə, sözün quruluşunun araşdırılması və kontekstual çalışmalar vasitəsilə həyata keçirilməsi təklif olunur. Məqalədə həmçinin orfoqrafik savadlılığın inkişafında fonoloji, morfoloji, leksik-semantik və tarixi-etimoloji məlumatların qarşılıqlı əlaqədə tətbiqinin zəruriliyi vurğulanır.

Açar sözlər: ibtidai təhsil, orfoqrafik savadlılıq, orfoqrafik bacarıq, sözün mənşəyi, söz quruluşu, dil tədrisi, yazı bacarığı.

DEVELOPING ORTHOGRAPHIC LITERACY IN PRIMARY EDUCATION: POSSIBILITIES OF USING WORD ORIGIN FEATURES

Abstract. The development of orthographic literacy is one of the important objectives of primary education. Effective spelling instruction requires not only the acquisition of sound–letter correspondences and orthographic rules, but also an understanding of the structural, semantic, and historical features of words. This article examines the possibilities of using knowledge about word origin and historical-linguistic features in the development of primary school students' orthographic literacy.

The study emphasizes that children's understanding of relationships among words can contribute to more conscious learning of spelling patterns and support the development of orthographic awareness. At the primary school level, information about word origin should not be presented as complex theoretical linguistic knowledge. Instead, it can be incorporated into age-appropriate activities such as comparing words, identifying word families, examining word structure, establishing semantic relationships, grouping related words, and applying spelling patterns in new contexts.

The article proposes a multi-component approach that integrates phonological, morphological, lexical-semantic, and orthographic knowledge. Within this approach, the sequence of "observation – comparison – establishing relationships – drawing conclusions – application – self-checking" can be used to develop students' conscious spelling skills. Particular attention is given to the role of word relationships and structural features in strengthening spelling memory and improving students' ability to explain and correct orthographic errors.

The analysis of relevant international research indicates that morphological and word-structure instruction can have a positive effect on literacy and spelling outcomes. Therefore, the purposeful use of word-origin features, when adapted to the cognitive and linguistic level of primary school students, may serve as an effective supplementary component of orthographic instruction.

Keywords: primary education, orthographic literacy, spelling skills, word origin, word structure, language teaching, writing skills.

Müasir təhsil sistemində ana dilinin tədrisinin əsas məqsədlərindən biri şagirdlərin yalnız dil qaydalarını mexaniki şəkildə mənimsəməsi deyil, həmin qaydaları nitq və yazı fəaliyyətində şüurlu şəkildə tətbiq edə bilməsidir. Bu baxımdan orfoqrafik savadlılıq ibtidai təhsilin mühüm nəticələrindən biri kimi çıxış edir.

İbtidai siniflərdə şagirdin düzgün yazı bacarığının formalaşması uzunmüddətli və mərhələli prosesdir. Şagird hər bir sözün yazılışını yalnız əzbərləməklə deyil, onun səs tərkibini, quruluşunu, mənasını və digər sözlərlə əlaqəsini dərk etməklə daha möhkəm mənimsəyə bilər. Buna görə də orfoqrafiyanın tədrisində müxtəlif

dil səviyyələrinin qarşılıqlı əlaqəsindən istifadə müasir metodikanın aktual istiqamətlərindən biri hesab edilə bilər.

Orfoqrafik savadlılıq şagirdin sözləri və ifadələri ədəbi dilin qəbul edilmiş yazı normalarına uyğun şəkildə yaza bilməsi ilə yanaşı, yazılışın səbəbini müəyyən dərəcədə izah edə bilməsi bacarığını da əhatə edir.

İbtidai sinif şagirdləri üçün orfoqrafik savadlılığın formalaşdırılmasında aşağıdakı komponentlər mühüm əhəmiyyət daşıyır:

- fonematik qavrayış;
- səs-hərf münasibətlərinin mənimsənilməsi;
- sözün morfoloji quruluşunun qavranılması;
- söz ehtiyatının genişləndirilməsi;
- sözlər arasında əlaqələrin müəyyənləşdirilməsi;
- orfoqrafik qaydaların tətbiqi;
- vizual və yazılı yaddaşın inkişafı;
- özünü yoxlama və səhvi düzəltmə bacarığı.

Beləliklə, orfoqrafik savadlılıq nəticə etibarilə yalnız "düzgün yazmaq" deyil, həmin düzgünlüyü təmin edən bir sıra idrak və dil bacarıqlarının qarşılıqlı fəaliyyəti kimi nəzərdən keçirilməlidir.

Bəs sözlərin mənşə xüsusiyyətləri ilə bağlı biliklərin orfoqrafik savadlılıq baxımından əhəmiyyəti nədən ibarətdir? Sözlərin mənşə xüsusiyyətləri dedikdə sözün hansı dil və ya dil qrupları ilə əlaqəli olması, tarixən hansı dəyişikliklərə məruz qalması, başqa sözlərlə necə əlaqələnməsi və müasir dildə hansı formada işlənməsi haqqında məlumatlar nəzərdə tutulur.

İbtidai sinif səviyyəsində bu məlumatların məqsədi şagirdə mürəkkəb tarixi-linqvistik biliklər öyrətmək deyil. Əsas məqsəd sözün yazılışını daha şüurlu şəkildə qavramağa kömək edən dil əlaqələrini müşahidə etdirməkdir. Məsələn, şagird müəyyən sözlərin bir-biri ilə məna və quruluş baxımından əlaqəli olduğunu gördükdə həmin sözləri ayrıca, bir-birindən təcrid olunmuş vahidlər kimi deyil, müəyyən sistem daxilində qavramağa başlayır. Bu isə yazılışın yadda saxlanılmasını asanlaşdıra bilər.

İbtidai siniflərdə sözlərin mənşə xüsusiyyətlərindən istifadə müəllimin şagirdə uzun nəzəri izahlar verməsi formasında həyata keçirilməməlidir. Əksinə, bu istiqamətdə iş şagirdin fəal müşahidəsinə və müqayisəsinə əsaslanmalıdır. Şagirdləri maraqlandırmaq üçün müəllim "Sözün izini tap" metodundan istifadə edə bilər. Bu metodda şagirdə tanış bir söz təqdim olunur və həmin sözün digər sözlərlə əlaqəsini tapmaq tapşırılır. Müəllim belə suallar verə bilər:

- Bu söz hansı sözlərlə əlaqəlidir? (*telefon, teleqraf, teleqram* və s.)
- Sözlərin hansı hissəsi oxşardır? (*tele*...)
- Mənaları arasında hansı əlaqə var?
- Yazılışda hansı xüsusiyyət dəyişmir? (hamısının əvvəlində *tele* yazılmalıdır. (Bəzən şagirdlər səhvən *telfon, teliqram* yazırlar)
- Bu sözün düzgün yazılışını yadda saxlamağa nə kömək edir? (*tele* hissəciyi)

Bu tip suallar şagirdi hazır qaydanı qəbul etməkdən daha çox, dil faktını müşahidə etməyə, araşdırmağa istiqamətləndirir. Şagirdlər sözlərin necə dəyişdiyini, hansı hissələrin sabit qaldığını və yazılışın hansı xüsusiyyətlərinin qorunduğunu müəyyənləşdirirlər.

İbtidai sinif müəllimi birinci növbədə şagird yazılarındakı səhvlərin səbəbini üzə çıxarmalı, daha sonra bu səhvlərdən hansının aradan qaldırılmasında sözün mənşəyi ilə bağlı izahatdan istifadənin səmərəli ola biləcəyini müəyyənləşdirməlidir. Məsələn, ibtidai sinif Azərbaycan dili dərsliklərində verilmiş mətn və çalışmalarda şagirdlər *nümunə, ərişdə, dəstə, həftə, həşərat* və s. kimi yazılışı tələffüzündən fərqlənən sözlərlə rastlaşırlar və onların yazılışında səhvə yol verirlər. Məsələn, bəzən şagirdlər *nümunə* sözündə *ü-u* əvəzlənməsi edərək *numunə* yazırlar. Bunun qarşısını almaq üçün müəllim şagirdlərə *nümunə* sözünün fars dilli söz olub, *nüma* (göstərmək) sözündən əmələ gəldiyini izah etməlidir. Müəllim bu kökün dilimizə keçən bir neçə başqa sözdə də işləndiyini (*nümayəndə, nümayiş*) şagirdlərə başa salmalıdır. Şagirdlər *ərişdə* sözünü səhvən *ərişdə* şəklində yazarlarsa, müəllim həmin sözün fars dilində "*rişdə"* (ip) sözündən əmələ gəldiyini; *həftə* sözünü *həfdə* şəklində yazarlarsa, həmin sözün fars dilindəki "*həft*" (yeddi) sözündən əmələ gəldiyini; *dəstə* sözünü səhv olaraq *dəsdə* şəklində yazarlarsa, bu sözün fars dilində birlik mənasını ifadə edən "*dəst*" sözündən əmələ gəldiyini izah etməlidir. Şagirdlərin çoxu *həşərat* sözünün yazılışında çətinlik çəkir və əksər hallarda *həşarat* yazırlar. Müəllim şagirdlərə bu sözün ərəb mənşəli olduğunu və əsasında toplu mənasını ifadə edən *həşər* kəlməsinin durduğunu başa salmalıdır. İzah etməlidir ki, həşərat *həşərə* kəlməsinin cəmidir, "toplu halda yaşayan" deməkdir.

Orfoqrafik savadlılığın inkişafında çoxkomponentli yanaşma vacibdir. Sözlərin mənşə xüsusiyyətlərindən istifadə orfoqrafiyanın tədrisində digər üsulları əvəz etməməlidir. Əksinə, bu yanaşma fonetik, morfoloji, leksik və orfoqrafik fəaliyyətlərlə əlaqələndirilməlidir. Bu baxımdan ibtidai siniflər üçün aşağıdakı model təklif edilə bilər: **səs tərkibi→ hərf tərkibi→ sözün quruluşu → sözlərarası əlaqə → məna → yazılış → tətbiq → özünü yoxlama**. Bu ardıcıllıq şagirdin sözün yazılı formasını yalnız mexaniki yadda saxlamasına deyil, müxtəlif dil məlumatları əsasında dərk etməsinə şərait yaradır.

Praktik tətbiq üçün nümunə model təqdim edirik:

Mövzunun praktik hissəsində müəllim aşağıdakı mərhələlər üzrə fəaliyyət təşkil edə bilər.

I mərhələ – müşahidə. Şagirdlərə eyni və ya oxşar elementlərə malik sözlər təqdim edilir. (Məsələn: *blok-bloknot*).

II mərhələ – müqayisə. Şagirdlər sözlərin səs, quruluş və məna xüsusiyyətlərini müqayisə edirlər. (*Blok* – üst-üstə yığılmış eyniölçülü təmiz yazı kağızları; *Bloknot* – vərəqləri yuxarıdan və ya yandan spiral, yapışqan və ya tikili ilə birləşdirilən qeyd dəftəri)

III mərhələ – əlaqələndirmə. Sözlər arasında struktur və semantik əlaqələr müəyyənləşdirilir. (*Bloknot* sözü *blok* sözündən yaranmışdır).

IV mərhələ – orfoqrafik nəticə. Şagird sözün yazılışında diqqət edilməli xüsusiyyəti özü müəyyənləşdirməyə çalışır. (*Bloknot* sözü *blok* sözündən yaranıbsa, onu *blaknot* şəklində yazmaq səhvdir)

V mərhələ – tətbiq. Yeni sözlərin yazılışıında həmin prinsipdən istifadə edilir.

VI mərhələ – özünüqiymətləndirmə. Şagird öz yazısını yoxlayır və səhvin səbəbini izah etməyə çalışır.

Bu modelin əsas üstünlüyü ondan ibarətdir ki, şagird hazır qaydanı yalnız qəbul etmir, dil faktını müşahidə edir, müqayisə edir, nəticə çıxarır və həmin nəticəni yeni sözlərə tətbiq edir.

Orfoqrafiya təlimində sözlərin mənşə xüsusiyyətlərindən istifadənin pedaqoji üstünlükləri vardır:

Birincisi, şagirdin **dil haqqında şüurlu düşünməsini** stimullaşdırır. Şagird sözün yalnız necə yazıldığını deyil, onun digər sözlərlə əlaqəsini də müşahidə edir.

İkincisi, **orfoqrafik yaddaşın möhkəmləndirilməsinə** kömək edir. Bir sözün digər sözlərlə əlaqələndirilməsi onun yaddaşda daha sistemli şəkildə saxlanmasına imkan verə bilər.

Üçüncüsü, **söz ehtiyatının genişlənməsinə** şərait yaradır. Bir söz üzərində aparılan iş həmin sözlə əlaqəli başqa sözlərin də öyrənilməsinə imkan verir.

Dördüncüsü, **orfoqrafik səhvlərin səbəbinin izah edilməsini** asanlaşdırır. Şagird səhvi yalnız "qaydanı bilmədiyi üçün" deyil, sözün quruluşunu və əlaqələrini düzgün qavramadığı üçün də edə bilər.

Beşincisi, bu yanaşma **tədqiqat yönümlü öyrənməni** gücləndirir. Şagird dil materialını müşahidə edir, fərziyyə irəli sürür, müqayisə edir və nəticəyə gəlir.

İbtidai sinif müəllimi orfoqrafiya təlimində sözlərin mənşə xüsusiyyətləri ilə bağlı izahat verərkən aşağıdakı prinsipləri nəzərə almalıdır:

1. Məlumat şagirdin yaş və idrak səviyyəsinə uyğun seçilməlidir.
2. Mürəkkəb tarixi-linqvistik terminologiyadan mümkün qədər uzaq durulmalıdır.
3. Sözün mənşəyi haqqında məlumat orfoqrafik məqsədə xidmət etməlidir.
4. Tapşırıqlar yalnız əzbərləməyə deyil, müşahidə və müqayisəyə əsaslanmalıdır.
5. Sözün mənası, quruluşu və yazılışı bir-birindən təcrid olunmamalıdır.
6. Şagirdin özünün nəticə çıxarmasına imkan verilməlidir.
7. Yeni öyrənilən prinsip tanış olmayan sözlərin yazılışına tətbiq etdirilməlidir.
8. Fonetik və orfoqrafik çalışmalarla inteqrasiya təmin edilməlidir.
9. Şagirdlərin fərdi xüsusiyyətləri nəzərə alınmalıdır.
10. Orfoqrafik nəticə müntəzəm müşahidə və diaqnostik tapşırıqlarla qiymətləndirilməlidir.

Nəticə olaraq qeyd edə bilərik ki, ibtidai təhsil mərhələsində orfoqrafik savadlılığın inkişafı çoxşaxəli və sistemli yanaşma tələb edir. Şagirdin düzgün yazı bacarığının yalnız səs-hərf münasibətlərinin mənimsənilməsi əsasında formalaşdırılması kifayət deyil. Sözün quruluşu, mənası, digər sözlərlə əlaqəsi və mənşə xüsusiyyətləri haqqında sadə və məqsədyönlü biliklər də orfoqrafik bacarıqların inkişafını dəstəkləyə bilər.

İbtidai siniflərdə sözlərin mənşə xüsusiyyətlərindən istifadənin əsas dəyəri şagirdə mürəkkəb linqvistik məlumatları əzbərlətməkdə deyil, sözün yazılışını onun quruluşu, mənası və dil daxilindəki əlaqələri ilə birlikdə dərk etdirməkdədir. Bu baxımdan **“müşahidə – müqayisə – əlaqələndirmə – nəticə çıxarma – tətbiq – özünü yoxlama”** ardıcıllığı əsasında qurulan metodik fəaliyyətlər şagirdlərin orfoqrafik savadlılığının inkişafı üçün perspektivli istiqamət hesab edilə bilər.

Gələcək tədqiqatlarda Azərbaycan dilinin özünəməxsus fonetik, morfoloji və leksik xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla bu yanaşmanın eksperimental şəkildə yoxlanılması, müxtəlif siniflər üzrə şagird nailiyyətlərinin müqayisə edilməsi və sözlərin mənşə xüsusiyyətlərinə əsaslanan çalışmalar sisteminin hazırlanması məqsədəuyğundur.

Ədəbiyyat:

1.Abdullayev N.Ə. (2008) Orfoqrafiya və orfoepiya təlimi məsələləri. Bakı:ADPU mətbəəsi,150 s.

2. Dəmirçizadə Ə. Müasir Azərbaycan dili (I hissə) (2007). Bakı: Şərq-qərb, 256 s.

3. Əfəndizadə Ə. (1980) Suallara cavab. Azərbaycan dili və ədəbiyyat tədrisi (“Azərbaycan məktəbi” jurnalına əlavə), №4

4. Əhmədov B. (2001) Azərbaycan dilinin qısa etimoloji lüğəti. Bakı: Təfəkkür

5. Əhmədov B.(2007) Azərbaycan dili tədrisinin bəzi məsələləri. Bakı: Təhsil

6. Kərimov Y.Ş. (2013) İbtidai siniflərdə Azərbaycan dilinin tədrisi metodikası. Bakı:“Səda”, 552s.

7. Məmmədov A.G. (2014) Azərbaycan dili dərslərində etimoloji təhlil. Bakı: “Mütərcim”, 88 s.

8. Rəhimov A.N. (2015) Ana dilinin tədrisi metodikası (ibtidai siniflərdə). Bakı, BQU nəşriyyatı, 470 s.

9. Ümumtəhsil pilləsinin dövlət standartları və proqramları (kurikulumları) //Kurikulum, (2010) №3, s.117-130.

10. Богоявленский Д.Н. (1962) Формирование приемов умственной работы учащихся как путь развития мышления и активизация учения. Вопросы психологии, №4

https://idrak-m.com/?p=1640

11.Carlisle, J. F. (2010). *Effects of instruction in morphological awareness on literacy achievement: An integrative review*. Reading Research Quarterly, 45(4), 464–487.

12.Bowers, P. N., Kirby, J. R., & Deacon, S. H. (2010). *The effects of morphological instruction on literacy skills: A systematic review of the literature*. Review of Educational Research, 80(2), 144–179.

DİSEASES AFFECTİNG BEECH TREES İN GÖYGÖL NATİONAL PARK

PhD in Agricultural Sciences Iqbal Ali oglu Aliyev elxan_recebli@mail.ru

Azerbaijan State Agricultural University

Keywords: Beech tree, diseases, fungi, bacterial diseases, rot

Abstract: This article discusses the diseases found in beech trees within the territory of Göygöl National Park, as well as the identification of their causative agents and primary symptoms. The Oriental beech (Fagus orientalis) is one of the tree species widely distributed in Göygöl National Park.

The primary objective of this research was to identify the most common diseases affecting beech (Fagus orientalis) trees in Göygöl National Park, along with their causative agents and key symptoms.

Diseases such as powdery mildew, brown leaf spot, trunk and branch rot, root and trunk rot, as well as canker and necrosis, were most frequently observed on beech trees in the territory of Göygöl National Park. It has been determined that Phyllactinia guttata, Ascochyta fagi, various wood-decaying fungi, and soil-borne pathogens are among the primary agents responsible for the spread of these diseases.

Results from long-term experiments, observations, and monitoring conducted in Goygol National Park indicate that the majority of fungal material collected from beech trees—considered a key forest-forming species—belongs to the kingdom Fungi (or Mycota).

Introduction: Located in the western part of the Republic of Azerbaijan, in the northeastern section of the Lesser Caucasus and at the foothills of Mount Kapaz, Goygol National Park encompasses territories within the Goygol, Dashkasan, and Goranboy districts [4]. The total area of Goygol National Park is 12,755 hectares. The territory is situated at an elevation ranging from approximately 1,100 to 3,065 meters above sea level. The park's landscape includes Goygol and other mountain lakes, forests, river valleys, and alpine meadows. One of the primary objectives of Goygol National Park, established on April 1, 2008, is the preservation of the natural landscapes, flora, and fauna of the Lesser Caucasus, the protection of biodiversity, and the development of ecotourism. Mountain-forest, mountain-steppe, and subalpine to alpine meadow landscapes predominate in the area [1].

The territory of Goygol National Park boasts a rich flora comprising over 420 plant species and is predominantly covered by forests. Key tree species found here include chestnut-leaved oak (Quercus castaneifolia), Caucasian oak (Quercus macranthera), Caucasian ash (Fraxinus angustifolia subsp. oxycarpa), European ash (Fraxinus excelsior), European hornbeam (Carpinus betulus), Oriental hornbeam (Carpinus orientalis), Oriental beech (Fagus orientalis), velvet maple (Acer velutinum), Cappadocian maple (Acer

cappadocicum), and Caucasian linden (Tilia dasystyla subsp. caucasica), among others. In this regard, Goygol National Park is considered an ideal location for the study of forest entomology and the diseases and pests affecting beech forests [1, pp. 54–60]. Broad-leaved tree species belonging to various genera predominate within the territory of Goygol National Park. One of these species is the beech (Fagus), which belongs to the Fagaceae family. This is one of the most widely distributed families in the world, comprising approximately 1,000 species across eight genera. The beech is among the most widely recognized of these species.

The Oriental beech (Fagus orientalis Lipsky) ranks first in terms of its value to humans and its widespread distribution, and second in terms of wood quality [12]. It is a monoecious, deciduous tree with an upright habit, reaching heights of 45–50 meters and a trunk diameter of up to 2 meters. During the growing season, a beech tree consumes up to 400 liters of water daily. Each day, it releases up to 5 kg of oxygen into the atmosphere and absorbs up to 6 kg of carbon dioxide; thus, a single beech tree purifies 20 cubic meters of air daily. Its leaves are elliptical with tapered bases; they are dark green in summer and turn straw-yellow or bronze in autumn. The crown of a tree older than 100 years contains around 200,000 leaves, covering an area of up to 100 square meters. Their lifespan exceeds 500 years. It belongs to the high-yielding breeds.

The Oriental beech (Fagus orientalis Lipsky) grows in the forests of Azerbaijan, including Goygol National Park. Literature sources indicate that it is one of the most important forest-forming species in the Caucasus. It is widely distributed in areas up to an altitude of 2,200 meters, as well as in Iran, Asia Minor, and the eastern part of the Balkan Peninsula. It forms productive stands at elevations of 600–1,200 meters above sea level, while mixing with other species above and below this range. These trees can reach heights of up to 50 meters and trunk diameters of up to 1.5 meters; their leaves measure 7–14 cm in length and 3–7 cm in width. The species is relatively frost-resistant.

Given the widespread presence of the Oriental beech (Fagus orientalis) in Goygol National Park, this research aims to identify the diseases affecting it.

Research Objective: The primary objective of this study is to identify the most common diseases affecting beech (Fagus orientalis) trees in Goygol National Park, along with their causative agents and key symptoms.

Research methodology: Research was conducted between 2024 and 2026 to identify the diseases affecting beech trees in Goygol National Park, as well as their causative agents and primary symptoms. Although the fieldwork took place in Goygol National Park, laboratory analyses were performed at the

Department of Plant Protection of the Azerbaijan State Agricultural University. Certain aspects of the research were also carried out in the laboratories of the university's Department of Ecology and Forestry.

Phytopathological monitoring of trees and shrubs in Goygol National Park was conducted based on the methodologies of I.I. Minkevich [10], T.B. Dorofeyeva, L.N. Parfenova, and T.A. Semakova [9], as well as I.I. Minkevich, T.B. Dorofeyeva, and V.F. Kovyazin [11]. In accordance with these methods, 100 trees of each major species found in the park were examined.

Regarding the dynamics of disease foci, the following categories must be distinguished: the dynamics of an active, developing focus; a focus in decline (depression); and an extinct focus. In this process, potential foci of dangerous diseases must be identified. [2, pp. 10-12; 7].

When diagnosing the disease, the following must be determined:

- identifying morphological and other changes on the tree characteristic of the specific disease;

- determining the nature and cause of the disease based on the combination of symptoms and observed changes;

- uncovering the primary conditions contributing to the disease.

Various diagnostic methods exist:

a) recognition by the naked eye based on external symptoms;

b) the anatomical method—using microscopic examination;

c) identifying the pathogen's species and higher taxonomic ranks (genus, family, order, etc.) by examining the fungal mycelium or spore stage under a microscope;

ç) the moist chamber method;

d) the pure culture method.

Discussion: Anthropogenic factors, drastic environmental changes, and epidemic-scale diseases have created a risk of losing many gems of the dendroflora. Research and field surveys conducted in Goygol National Park between 2024 and 2026 indicate that the formation of phytocoenoses by the same tree species over vast forest areas creates conditions conducive to the mass spread of pests and diseases. Consequently, the condition of the forests must be constantly monitored, and forest-pathological observations have been carried out. Forest-pathological status refers to the complex level of infection and damage affecting trees, shrubs, and other forest elements; this encompasses development indicators for populations of forest pathogens and pests, as well as other environmental factors [13: 14]. Therefore, plans have been made to organize and conduct forest-

pathological monitoring within the forests of the National Parks, based on specific programs and methodologies.

To determine the pathological condition of the forests, sources of mass proliferation of harmful organisms are identified. To this end, the characteristic signs of diseases and pests are utilized. Signs of damage include: wilting, drying out, defoliation (leaf consumption), and damage to shoots, branches, roots, or the tree as a whole; the presence of galls, swellings, and growths on leaves, branches, and trunks; crown dieback, root mortality, cankers, fungal fruiting bodies, rot, tree breakage, etc. [6, pp. 67–71; pp. 4–5].

To determine the extent of pathological damage in the forest, surveys are conducted across forest compartments—organized by forestry units—using forest roads, the compartment grid, and overland transect lines. The distance between survey lines ranges from 250 to 1,000 meters, extending to 2–4 kilometers in larger forest tracts.

In accordance with the established methodology, the primary diseases affecting beech trees in Göygöl National Park during the 2024–2026 period—along with their causative agents and key symptoms—were identified and recorded in Table 1. Phytomonitoring and forest pathology assessments conducted within the territory of Göygöl National Park indicate that fungi are of particular significance among the phytopathogens exacerbating the phytosanitary situation in the area. Various pathogens and diseases observed on different plant organs shed light on the forest's overall phytosanitary condition; in terms of their spread and development, they sometimes assume the character of an epiphytotic outbreak. In this context, *Phyllactinia guttata* (Wallr.) Lev.—one of the most widespread representatives of the kingdom *Mycota*—is identified as the causative agent of powdery mildew on beech trees. A white, powdery coating forms on the leaves of infected trees, impairing their photosynthetic capacity. This leads to the weakening and premature shedding of leaves. Weakening is also observed in infected young shoots. The disease manifests in the second half of summer, causing the leaves to dry out and fall prematurely.

Major diseases affecting beech trees in Göygöl National Park

Table 1

Disease	Causative agent	Main symptoms
Powdery mildew	Phyllactinia guttata	White, powdery coating on the leaves; weakening and premature shedding of leaves
Leaf spot	Ascochyta fagi	Brown spots of various sizes on the leaves, tissue necrosis
Trunk and branch rot	Various wood-decaying fungi	Fruiting bodies on the trunk, rot, drying out of branches
Root and stem rots	Various soil-borne pathogens	Yellowing of leaves, stunted growth, gradual drying out
Canker and necrosis-type diseases	Various fungal pathogens	Wounds on trunks and branches, bark cracking, and drying out

Long-term forest pathology studies conducted in Göygöl National Park have identified fungi as a primary group of pathogens affecting the phytosanitary condition of the forest, with drying of trunks and branches and the presence of fungal fruiting bodies being frequently observed.

As shown in the table, Phyllactinia guttata and Ascochyta fagi are the most common pathogens affecting beech trees in Göygöl National Park. Other identified conditions belong to disease groups typically found on beech and other forest trees; their presence in the park was confirmed through both field surveys and laboratory analysis.

Research and laboratory analyses indicate that brown leaf spot is one of the most widespread leaf diseases. This condition is caused by the fungus Ascochyta fagi Woron. Pycnidia—appearing as black dots at the center of spots of varying sizes—develop on the leaves. The fungus primarily infects relatively young trees. The conidia are cylindrical, measuring 12–18 × 5–7 µm.

The studies revealed that young plants suffer the greatest damage from fungal diseases. Necrosis, tinder fungi, rot, and similar issues are among the most common diseases affecting the Oriental beech.

Conclusion: The mountain-forest environment of Göygöl National Park—characterized by high humidity, precipitation, dense forest cover, and tree weakening—can create a microclimate conducive to the development of diseases. Therefore, disease monitoring should encompass not only the leaves but also the trunk, branches, root collar, and root system.

Results from years of experiments, observations, and monitoring in Göygöl National Park indicate that the majority of fungal material collected from beech treesa key forest-forming species—belongs to the kingdom Fungi (or Mycota).

References

1. Order of the President of the Republic of Azerbaijan No. 2744 dated April 1, 2008, on the establishment of Goygol National Park.

2. Jafarov I.H., Aliyev I.A. On the causes of shoot and branch dieback in certain forest tree species // Scientific Works of ADAU, 2011, No. 21, pp. 10-12.

3. Jafarov I.H. Phytopathology. Baku: “Sharq-Garb”, 2012, 561 p.

4. Asadov K.S., Ibrahimov T.O. National Parks of Azerbaijan. Baku: “Elm”, 2013, 336 p.

5. Aliyev I.A. On powdery mildew disease affecting the main tree species of Goygol National Park // Scientific Works of ADAU, Ganja, 2015, No. 3, pp. 54-60.

6. Aliyev I.A. Major leaf spot diseases of certain tree species in Goygol National Park // Scientific Works of ADAU, Ganja, 2016, No. 2, pp. 67-71.

7. Guliyev V.Sh., Bayramov M.A., Shukurov V.K., Aliyev I.A. Forestry. Ganja: “Asgaroghlu”, 2013, 327 p. 8. Safarova A., Arablova G. (2025) "Study of the fungal biodiversity of pistachio (Pistacia vera L.) orchards in Azerbaijan." Slovak International Scientific Journal, No. 97, 2025, pp. 4–5. DOI: 10.5281/zenodo.15874550.

9. Dorofeeva T.B., Parfenova L.N., Semakova T.A. Methods of surveying the state of urban green spaces // Station for the protection of green spaces GUL "Spetstrans", SPb, 2002, 11 p.

10. Minkevich I.I. Methods of identifying and accounting for fruit crop diseases / Sub. ed. A. E. Chumakova, P. S. Udintsova. M.: Nauka, 1971, 23 p.

11. Minkevich I.I., Dorofeeva T.B., Kovyazin V.F. Phytopathology. Diseases of tree and shrub breeds. L.: Lan, 2011, 160 p.

12. Gusella, G., et al. (2024). Current status of pistachio diseases in countries of the Mediterranean Basin. Plant Pathology.

13. Mohammadi, H., Sarcheshmehpour, M., & Mafi, E. (2015). Fungal trunk pathogens associated with wood decay of pistachio trees in Iran. Spanish Journal of Agricultural Research, 13(2).

14. Advances in Rootstock Breeding of Nut Trees: Objectives and Strategies (2021).

GERONTOLOGİYANIN BİOPSİXOLOJİ ƏSASLARI VƏ BİOLOGİYASI

Doçent Doktor, AMALYA HASANOVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi, Bioloji öğretim teknolojisi bölümü

***(amalya.hasanova59@mail.ru) ORCID:* 0000-0002-2196-3215**

GERONTOLOJİNİN BİYOPSİKOLOJİK TEMELLERİ VE BİYOLOJİSİ

Özet

Biyogerontoloji, yaşlanmanın biyolojik süreçlerini, evrimsel kökenlerini ve bu süreci değiştirmenin potansiyel yollarını inceleyen gerontolojinin dalıdır. Bu dal, biyolojik yaşlanmanın nedenleri, belirtileri ve mekanizmaları üzerine disiplinler arası araştırmaları içerir. Bu alanda son zamanlarda kahramanlık adı verilen yeni bir araştırma alanı ortaya çıktı, "sağlıklı uzun ömür". Amacı, yaşlılık ile yaşa bağlı hastalıklar arasındaki ilişkiyi incelemektir. Temel amaç, yaşlılığın sağlıklı ve yüksek bir yaşam kalitesiyle geçebilmesi için sağlıklı bir yaşam beklentisini artırmaktır. Modern biyogerontologlar, yaşlılığın kendisinin bir hastalık olduğuna ve neden olduğu sonuçlarla değil, doğrudan ele alınması gerektiğine inanıyorlar. Onlara göre, bir kişinin yaşlılıkta yaşa bağlı hastalık geliştirme olasılığı minimumdur ve tedavisi kolaydır. Sınırsız yaşam beklentisinin manevi sorunlarla ilgili olduğu fikrine katılmıyorlar. Biyogerontolojinin aksine, gerontolojinin bir başka dalı olan geriatri de vardır. Biyogerontoloji, yaşlanmanın seyrini etkileyerek yaşa bağlı hastalıkları önlemeye çalışırken, geriatri mevcut hastalıkların tedavisine odaklanmaktadır. Birçok yaşlanma teorisi vardır: spektrumun bir ucunda yaşlanmanın programlandığı teoriler, diğer ucunda yaşlanmanın vücudun farklı organizasyon seviyelerinde hataların birikmesinden kaynaklandığı teoriler vardır. Birçoğu, birbirini güçlendiren programatik ve stokastik faktörlerin ortak etkisine ilişkin ılımlı bir görüşe sahiptir. Yaşlanma, çoğu durumda aynı anda çalışan birkaç mekanizmadan kaynaklanan karmaşık bir süreçtir. Çeşitli teorilerin savunucuları birçok noktada hemfikir değiller, ancak yaşlandıkça vücudun işlevsel yeteneklerinin azaldığı konusunda hemfikirler. Yaşlılık, bir kişinin hayatının son dönemidir. Kaçınılmaz ve doğal olarak vücudun adaptif yeteneklerinde azalmaya yol açan, yaşam beklentisini azaltan ve doğal ölüm olasılığını artıran bir dizi süreç ve olayla karakterize edilir. Bu nedenle yaşlılık, biyolojik faktörlerden büyük ölçüde etkilenen bir dönemdir; yani yaşlanma, belirli fizyolojik ve psikolojik değişikliklerin eşlik ettiği genetik olarak programlanmış bir süreçtir.

Anahtar kelimeler: biyogerontoloji, yaşlanmanın biyolojik süreçleri, sınırsız yaşam, adaptif yetenekler, genetik programlanma

BİOPSYOLOGY AND BİOLOGY OF GERONTOLOGY

Associate Professor, Amalya Hasanova

Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Biology Instructional Technology

***(amalya.hasanova59@mail.ru) ORCID:* 0000-0002-2196-3215**

Abstract

Biogerontology is a branch of Gerontology that studies the biological processes of aging, its evolutionary origin and potential ways to modify this process. This branch includes interdisciplinary research on the causes, manifestations and mechanisms of biological aging. In this area, a new field of research has recently appeared, which is called geroelm - "healthy longevity". Its goal is to study the relationship between old age and age-related diseases. The main goal is to increase a healthy life expectancy so that old age passes healthy and with a high quality of life. Modern biogerontologists believe that old age itself is a disease and should be addressed directly rather than the consequences it entails. According to them, in old age, the likelihood of a person developing age-related diseases is minimal and easily treatable. They disagree with the idea that unlimited life expectancy is associated with spiritual problems. Unlike biogerontology, there is also Geriatrics, another branch of Gerontology. Although Biogerontology tries to prevent age-related diseases by influencing the course of aging, Geriatrics focuses on treating existing diseases. There are many theories of aging: at one end of the spectrum there are theories that aging is programmed, and at the other end there are theories that aging is the result of the accumulation of errors at different levels of organization of the body. Many adhere to a moderate view of the combined effect of programmatic and Stochastic factors that reinforce each other. Aging is a complex process and in most cases is caused by several mechanisms acting simultaneously. Supporters of various theories disagree on many points, but agree that with age, the functional capabilities of the body decrease. Old age is the last period of human life. It is characterized by a series of processes and phenomena that inevitably and naturally lead to a decrease in the adaptive capacity of the body, which reduces life expectancy and increases the likelihood of natural death. Thus, old age is a period in which biological factors are significantly influenced; that is, aging is a genetically programmed process accompanied by certain physiological and psychological changes.

Keywords: biogerontology, biological processes of aging, unlimited life, adaptive capabilities, genetic programming

Giriş.Biogerontologiya. Biogerontologiya, qocalmanın bioloji proseslərini, onun təkamül mənşəyini və bu prosesi dəyişdirməyin potensial yollarını araşdıran gerontologiyanın bir qoludur. Bu qola bioloji qocalmanın səbəbləri, təzahürləri və mexanizmləri üzrə fənlərarası tədqiqatlar daxildir. Biogerontoloqlar yaşla bağlı proseslərin nə dərəcədə həll edilməli olduğuna dair fikir ayrılığına malikdirlər. Bəziləri bunun sadəcə qocalıq xəstəliklərinin irəliləməsini azaltmaq üçün kifayət olduğunu düşünürlər. Bu sahədə bu yaxınlarda geroelm - "sağlam uzunömürlülük" adlanan yeni bir tədqiqat sahəsi ortaya çıxmışdır. Onun məqsədi qocalıq və yaşla əlaqəli xəstəliklər arasındakı əlaqəni öyrənməkdir. Əsas məqsəd sağlam ömür uzunluğunu artırmaqdır ki, qocalıq sağlam və yüksək həyat keyfiyyəti ilə keçsin. Müasir biogerontoloqlar qocalığın özünün bir xəstəlik olduğuna və onun yaratdığı nəticələrdən daha çox birbaşa həll edilməli olduğuna inanırlar. Onlara görə qocalıqda insanın yaşla əlaqəli xəstəliklərə tutulma ehtimalı minimaldır və asanlıqla müalicə olunur. Onlar məhdudiyyətsiz ömür uzunluğunun mənəvi problemlərlə əlaqəli olması fikri ilə razılaşmırlar. Biogerontologiyadan fərqli olaraq, gerontologiyanın başqa bir qolu olan geriatriya da var. Biogerontologiya yaşlanmanın gedişatına təsir göstərərək yaşla əlaqəli xəstəliklərin qarşısını almağa çalışsa da, geriatriya mövcud xəstəliklərin müalicəsinə diqqət yetirir.

Qocalmanın bir çox nəzəriyyəsi mövcuddur: spektrin bir ucunda qocalmanın proqramlaşdırıldığı nəzəriyyələri, digər ucunda isə qocalmanın bədənin müxtəlif təşkilatlanma səviyyələrində səhvlərin yığılmasının nəticəsi olduğu nəzəriyyələri mövcuddur. Çoxları bir-birini gücləndirən proqramlı və stoxastik amillərin birgə təsirinə dair orta səviyyəli baxışa riayət edirlər. Qocalma mürəkkəb bir prosesdir və əksər hallarda eyni vaxtda fəaliyyət göstərən bir neçə mexanizmdən qaynaqlanır. Müxtəlif nəzəriyyələrin tərəfdarları bir çox məqamda fikir ayrılığına malikdirlər, lakin yaşlandıqca bədənin bioloji və funksional imkanlarının azaldığı ilə razılaşırlar.

Qocalıq insan həyatının son dövrüdür. Qaçılmaz və təbii olaraq bədənin adaptiv qabiliyyətinin azalmasına səbəb olan bir sıra proseslər və hadisələrlə xarakterizə olunur ki, bu da ömür uzunluğunu azaldır və təbii ölüm ehtimalını artırır. Beləliklə, qocalıq bioloji amillərin əhəmiyyətli dərəcədə təsir etdiyi bir dövrdür; yəni qocalma müəyyən fizioloji və psixoloji dəyişikliklərlə müşayiət olunan genetik olaraq proqramlaşdırılmış bir prosesdir.

Qocalmanın bioloji və funksional əsasları. Normativ inkişaf dövrü olaraq, qocalıq bir sıra yaşla bağlı çətinliklər yaradır. Bu çətinliklər cəmiyyətdən, fiziki dəyişikliklərdən və fərdin öz fəaliyyətindən qaynaqlanır. Bütün çətinliklər mədəniyyətdən və gündəlik düşüncədən qaynaqlanır.

Aşağıdakılar ənənəvi olaraq qocalığın çətinlikləri kimi müəyyən edilir:

– Azalan fiziki güc və sağlamlıq vəziyyətinə uyğunlaşmaq.

– Təqaüdə çıxmaq və maddi rifahın azalmasına uyğunlaşmaq.

– Dostların və yaxınlarınızın ölümünü qəbul etmək.

– Yaş qrupu ilə sosial əlaqələr qurmaq.

– Sosial və vətəndaşlıq vəzifələrini yerinə yetirmək.

– Qənaətbəxş həyat şəraitinin təmin edilməsi.

E. Erikson qocalığın çətinliyini əsasən yaşanan həyatı yenidən düşünməkdə, onun nəticələrini ümumiləşdirməkdə və yeni, daha yüksək özünüdərk səviyyəsinə keçməkdə görürdü. Bu daxili işin nəticəsində insan müdriklik qazanır, "ölümün özü qarşısında həyatın mütləq mənasının dərk edilməsi" hadisəsini təsdiq edir. Yaşlı bir insanın öz həyatında və həyatın özündə məna axtarışı onun psixoloji fəaliyyətində mühüm rol oynayır. Həyatın mənasızlığını yaşamaq depressiyaya səbəb ola bilər ki, bunun ahıl yaşda aradan qaldırılması çətindir. Psixoloji rifahı qorumaq üçün özünə və həyatına müsbət münasibət bəsləmək, sevinc gətirən və cəmiyyətdə hörmət qazanmağa imkan verən bir fəaliyyət tapmaq bu yaşda xüsusilə vacibdir.

Ömür uzunluğu artdıqca və yaşlı insanların sayı artdıqca, bütün yaşlı insanları tək bir yaş qrupuna qruplaşdırmaq düzgün deyil. Qocalıq olduqca uzun bir dövrdür və 30 ildən 40 ilə qədər davam edir. 60 yaşına yeni çatmış insanlar yaşlı valideynlərinə qulluq edə bilərlər ki, bu da sosial rollarda əhəmiyyətli fərqlərə səbəb olur. Formal olaraq eyni yaş aralığında olan insanların fiziki sağlamlığının müxtəlif səviyyələri, yaşla bağlı xüsusiyyətlərin müxtəlif dərəcələri olur, yaşla bağlı müxtəlif çətinliklərlə üzləşirlər və cəmiyyət tərəfindən fərqli şəkildə qəbul edilirlər.

Bu baxımdan, qocalıq dövründə alt dövrləri ayırmaq vacibdir.

Qocalığın təsnifatı üçün bir neçə variant mövcuddur.

Fizioloji baxımdan yaşlıları 61-74 yaşlı kişilər və 55-74 yaşlı qadınlar; yaşlıları 75-89 yaşlı insanlar; yüzillikləri isə 90 yaşdan yuxarı insanlar kimi müəyyən edir. Fəaliyyət psixologiyasında dövrləşdirmə meyarları şəxsiyyətin inkişafı, aparıcı fəaliyyət və ilk iki xüsusiyyətin birləşmiş təsirləri nəticəsində ortaya çıxan sosial inkişaf vəziyyətidir. Bu baxımdan, qocalığı üç alt dövrə bölmək olar: qocalıq (55-75 yaş), ahıllıq (75-90 yaş) və uzunömürlülük (90 yaşdan yuxarı).. Bu o deməkdir ki, bu yaşlarda psixoloji dəyişikliklər əsasən fizioloji dəyişikliklərlə müəyyən edilir.

N.S. Pryajnikov həmçinin qocalığın dövrləşdirilməsini fəaliyyət psixologiyası baxımından araşdırır. O, yaşlı insanın həyatının hər dövründə sosial inkişaf vəziyyətinin spesifik xüsusiyyətlərini müəyyən edir:

Qocalıq, təqaüdə çıxma yaşı, təqaüdə çıxma gözləntisi ilə əlaqələndirilir (55 yaşdan təqaüdə çıxana qədər). Bu zaman insan işdə hələ nail olmadıqlarını etməyə və təqaüdə çıxdıqda özü üçün bir peşə seçməyə, təcrübələrini ötürməyə çalışır və bəlkə də, əgər varsa, iş və nəvələri arasında qalıb həyatına davam edir.

Pensiya dövrü (pensiyaçı statusu almağın ilk illəri) yeni sosial rolun qəbul edilməsi və inkişafı ilə əlaqələndirilir. Bu dövr peşəkar əlaqələrin tədricən ailə əlaqələri ilə əvəzlənməsi ilə xarakterizə olunur, çünki insan getdikcə daha çox vaxt və enerjisini işə deyil, ailəsinə həsr edir. "Gənc təqaüdçünün" fəaliyyətləri olduqca müxtəlif ola bilər: hobbilər, nəvələr böyütmək, sosial fəaliyyətlər, xatirələr yazmaq və s.

Ahıllıq dövrü (75 yaşa qədər və ya sağlamlığın kəskin pisləşməsinə qədər) ailə üzvləri ilə üstünlük təşkil edən ünsiyyət və nəslin nümayəndələri ilə əlaqələrin genişlənməsi ilə xarakterizə olunur. Əsas fəaliyyətlər müxtəlif istirahət fəaliyyətləri vasitəsilə özünü kəşf etmək, ləyaqətini hər cür müdafiə etmək istəyi və ehtimal ki, ölümə hazırlıqdır (dinlə tanışlıq, qəbiristanlıqları ziyarət etmək və s.).

Uzunömürlülük (75 ildən çox) insanın sağlamlığından asılı olaraq iki formada ola bilər: yaşlı insan ya ailənin gücünün simvoluna çevrilir, ya da qohumları və ya digər xəstələri ilə birlikdə müalicəyə vaxt ayırır və həyatlarını yenidən nəzərdən keçirir, bəlkə də onu maraqlı etməyə çalışır. Lakin, ömür uzunluğunun artması səbəbindən müasir cəmiyyətdə uzunömürlülük daha çox gec yaşlarla əlaqələndirilir.

Nəticə. **Yaşlanmanın bioloji aspektləri.** Bioloji yaş bir sıra göstəricilərlə, məsələn, koqnitiv funksiya, ağciyər funksiyası, qaraciyər toxumasının vəziyyəti, sümük sıxlığı, hormonal profil və digər biokimyəvi parametrlərlə müəyyən edilir. Bütün həyati sistemlərin funksional qabiliyyəti azalır: yoluxucu xəstəliklərə qarşı həssaslıq artır, bərpa qabiliyyəti azalır, yeriş və duruş dəyişir, saçlar boz olur, dəri elastikliyini itirir, qırışlar görünür, performans azalır, yaddaş zəifləyir və s.

Qocalıq psixologiyanın müxtəlif aspektlərində təhlil edilir. Ekzistensializm çərçivəsində qocalıq sadəcə təbii deyil, həyatın əlverişli bir dövrü kimi qəbul edilir və məqsədi müdrikliyə çatmaqdır. Qocalıq insanı xarici şəraitin diktəsindən azad edir: onlar iş və uşaq böyütməklə bağlı bir çox məsuliyyəti yerinə yetirməyi dayandırırlar. Nəticədə, onlar yetkinlik dövründə olduğundan daha çox azadlıq qazanırlar. Bu sahədə inkişaf etdirilən "son baxış" nəzəriyyəsinə görə, qocalığın əsas vəzifəsi keçmiş həyatın nəticələrini qiymətləndirməkdir. Psixoanalizdə E. Erikson qocalığı insan həyatının son mərhələsi, səkkiz yaş mərhələsinin sonuncusu kimi görürdü. O, bu dövrün mənasını həyatı ümumiləşdirmək və onun nəticələrini qəbul etmək, onlardan məmnun olmaq kimi görürdü ki, bu da bu mərhələdə müsbət yola uyğun gəlir. Mənfi şəxsiyyət xüsusiyyətləri (ipoxondriya, aqressivlik, qocalıq demensiyası və s.) normativ yaşla əlaqəli xüsusiyyətlərdən daha çox qocalıqda mənfi yolun simptomlarıdır. A. Adlerin fikirləri qocalmanı təhlil etmək üçün xüsusilə məhsuldardır: onun nəzəriyyəsi baxımından qocalığa fizioloji dəyişikliklər, sosial statusun dəyişməsi və qocalığın digər xüsusiyyətlərindən qaynaqlanan aşağılıq hissləri ilə mübarizə kimi baxmaq olar. K. Q. Yunq qocalığı özünüinkişaf və özünüdərk üçün əlverişli bir zaman hesab edir və onu fərdiləşdirmə dövrü adlandırırdı. Bu

yaşda insan həm qadın, həm də kişi tərəflərini mənimsəyə bilir ki, bu da daxili harmoniyaya nail olmağa kömək edir. Gənclikdə insan sosial əlaqələr qurmaqla məşğul olur, lakin qocalıqda gənclik qanunlarına uyğun yaşamaq əks nəticə verir. Yaşına və sağlamlığına baxmayaraq, sosial həyatda fəal iştirak etmək istəyi belə səhv münasibətin nümunəsidir. K. Q. Yunq "qocalmağa qarşı üsyan"ı, yaşlı bir insanın həyatdakı indiki və gələcək dəyişikliklərin rədd edilməsi ilə diktə edilən yetkinlik statusunu qorumaq üçün çarəsiz cəhdlərini təhlil edir. Bu münasibət qocalmanın xarici əlamətlərini gizlətmək, iş məsuliyyətlərini və asudə vaxtlarını yetkinlik dövründə olduğu kimi saxlamaq istəyində, "qoca qadın kimi geyinməmək" istəyində və yaşının şifahi ifadələrinə ("mənə nənə deməyin!") mənfi reaksiyada özünü göstərir. Lakin, öz imkanlarını həddindən artıq qiymətləndirmək yaşlı bir insanın sağlamlığının pisləşməsinə və depressiyaya düşməsinə səbəb ola bilər.

KAYNAKLAR

1.Həsənova A.M, Rüstəmli R.A., **(**2021) Müasir təbiətşünasliğin sosial-sinergetik konsepsiyasi, ADPU nəşriyyatı, Bakı – 91-130 s.

2.Geoff Watts (Июнь 2011). Leonard Hayflick and the limits of aging. The Lancet. ***377 (9783):*** *2075.* doi*:*10.1016/S0140-6736(11)60908-2. PMID 21684371.

3.Richel, Theo (Декабрь 2003). Will human life expectancy quadruple in the next hundred years? Sixty gerontologists say public debate on life extension is necessary. Journal of Anti-Aging Medicine. **6** (4): 309—314.

4.Aubrey de Grey, Michael Rae. Отменить старение. — 1-е. — St. Martin's Griffin, 14 октября 2008. — С. 15. — ISBN 9780312367077.

5.Lithgow, Gordon J. (1 сентября 2013). Origins of Geroscience. Public Policy & Aging Report. **4** (1): 10—11.

MÜASİR CƏMİYYƏTDƏ QOCALIĞIN TİBBİ VƏ NEYROPSİXOLOJİ ADAPTASİYA PROBLEMLƏRİ

Doçent Doktor, AMALYA HASANOVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi, Bioloji öğretim teknolojisi bölümü

***(amalya.hasanova59@mail.ru) ORCID:* 0000-0002-2196-3215**

MODERN TOPLUMDA YAŞLILIĞIN MEDİKO-NÖROPSİKOLOJİK ADAPTASYONUNUN SORUNLARI

Özet

19. yüzyılın sonunda, ünlü doktor S.P. Botkin'in fikirlerinin tıp bilimi üzerinde derin bir etkisi oldu. Botkin'in çalışmaları, her şeyden önce fizyolojik (doğal) ve patolojik (erken) yaşlılığı vurgulayarak klinik gerontoloji ve geriatrinin gelişimine önemli katkılarda bulunmuştur. S.P. Botkin, doğal, fizyolojik yaşlanma olasılığına inanıyordu ve yaşamın son döneminde, insanlarda sıklıkla görülen bir dizi kronik hastalıktan arınmış yaşlanmanın mümkün olduğuna inanıyordu. Belirli yaşlanma biçimlerinin gelişiminin doğrudan çevresel koşullara bağlı olduğu fikri o dönem için yeniydi ve yaşlanmanın doğuşunu doğru bir şekilde anlamak için son derece önemliydi. Yaşlılığa, mutlaka hastalıkla ilişkili olmayan doğal, fizyolojik bir süreç olarak bakmak, aktif uzun ömürlülük mücadelesine, insan vücudunun erken yaşlanmasına karşı mücadeleye daha iyimser bir bakış açısı yaratmayı mümkün kılmıştır. Modern gerontolojinin kurucusu ve gerontoloji teriminin yazarı I.I.Bu Mechnikov'dur. Rus gerontoloji okulu, insanlarda erken yaşlanmanın varlığına dair hipotezi doğrulayan ünlü araştırmasının ardından dünya çapında tanınırlık kazandı. I.I.Mechnikov'un yaşlanmanın tedavi edilmesi gereken bir hastalık olduğu fikri gerontolojide bugüne kadar geçerli olmaya devam ediyor. I.I. Mechnikov'un yaşlanmanın önlenmesi ve uzun ömürlülük mücadelesi hakkındaki fikirlerinin çoğu bugün hala geçerliliğini koruyor. Yaşa bağlı yaşlanmanın rolü, yaşamın somatik, zihinsel ve sosyal alanlarını birbirine bağlayan bütünleştirici bir işlev olarak beyin plastisitesini azaltmaktır. Yaşa bağlı değişiklikler kompleksi algı, hafıza, bilişsel beceriler, motor kontrol ve duygusal reaktivitedeki bozuklukları içerir.En yüksek bilgi işleme hızı ve çalışma belleği kapasitesi ortalama olarak 40-49 yaş arası kişilerde görülür. 50-59 yaş ve üstü kişilerde bu oranlarda önemli düşüşler gözlendi.

Anahtar kelimeler: S.P. Botkin, klinik gerontoloji, doğal və fizyolojik yaşlanma, duygusal bozukluk, beyin plastisiti

PROBLEMS OF MEDICAL AND NEUROPSYCHOLOGICAL ADAPTATION OF OLD AGE IN MODERN SOCIETY

Associate Professor, Amalya Hasanova

Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Biology Instructional Technology

***(amalya.hasanova59@mail.ru) ORCID:* 0000-0002-2196-3215**

Abstract

At the end of the XIX century, the famous doctor S.P.Botkin's ideas had a profound impact on medical science. Botkin's work made a significant contribution to the development of clinical gerontology and geriatrics, primarily by distinguishing between physiological (natural) and pathological (premature) old age. S.P.Botkin believed in the possibility of natural, physiological aging and believed that it is possible to have an old age free from a number of chronic diseases that are often observed in people in the last period of life. The idea that the development of certain forms of old age directly depends on environmental conditions was new for that time and was extremely important for a correct understanding of the genesis of aging. Viewing old age as a natural, physiological process, not necessarily associated with disease, made it possible to create a more optimistic perspective on the struggle for active longevity, the fight against premature aging of the human body. The founder of modern gerontology and the author of the term Gerontology I.I.He is mechnikov. The Russian School of Gerontology received worldwide recognition after its famous study, which confirmed the hypothesis of the existence of premature aging in humans. I.I.Mechnikov's idea that aging is a disease that must be treated remains an urgent issue in gerontology to this day. I.I.Many of mechnikov's ideas about the Prevention of aging and the struggle for longevity remain relevant today. The role of age-related aging lies in the decrease in brain plasticity as an integrative function connecting the somatic, mental and social spheres of life. The complex of age-related changes includes disorders in perception, memory, cognitive skills, motor control, and emotional reactivity.The highest speed of information processing and working memory capacity is observed on average in people aged 40-49 years. A significant decrease in these indicators was observed in people aged 50-59 years and older.

Keywords: S.P. Botkin, clinical gerontology, natural and physiological aging, emotional disorder, brain plasticity.

Giriş. Qocalıq və uzunömürlülük problemlərinə fərqli yanaşmalar. A.A.Boqomolets Sovet gerontologiyasının banisi hesab olunur. 1938-ci ildə onun rəhbərliyi altında dünyanın ilk elmi konfranslarından biri qocalma və uzunömürlülük problemlərinə həsr olunmuşdu. Qeyd etmək lazımdır ki, 1930-cu və 1940-cı illərdə SSRİ uzunömürlülük məsələlərini araşdırmaqda xüsusilə fəal idi və insan ömrünü maksimum dərəcədə 150 il və daha çox uzatmaq tezisi irəli sürüldü. Yaşlılıq dövründə zehni dəyişikliklər beynin adaptiv plastikliyinin pozulmasına əsaslanır ki, bu da beynin biokimyəvi mexanikasının inversiyası və morfoloji dəyişikliklər fonunda həyat tərzində, davranışda və fərdi statusda dəyişikliklərə səbəb olur [1].

H. W. Manke və həmmüəlliflər yaşla bağlı beyin dəyişikliklərinin dörd əsas amilini müəyyən edirlər:

– Fizioloji fəaliyyətin məhdudlaşdırılması.

– Funksional fəaliyyətə müdaxilə.

– Neyromodulyator nəzarətin zəifləməsi.

– Öyrənmə çətinliyi

70-79 yaş qrupunda emal olunan informasiyanın həcmi 40-49 yaş qrupundakı insanlarınkından iki dəfə azdır. 80-85 yaş qrupunda informasiyanın emal sürəti 40-49 yaş qrupuna nisbətən 1,3 dəfə, işçi yaddaş tutumu isə bir-iki dəfə aşağıdır. Beləliklə, idrak çatışmazlıqları qocalmış beynin əsas problemidir. Koqnitiv pozğunluqlar həyat keyfiyyətinə təsir edən əsas komponentdir [2].

Beyin mexanizmlərinin neyropsixoloji problemləri. Beyin itkisi korteks və bazal qanqlilərda kütləvi atrofik proseslə əlaqələndirilir ki, bu da neyronların ölümünə və sinapsların sayının azalmasına səbəb olur. Nəticədə beyin mədəcikləri böyüyür. Enerji metabolizi pozulur, oksigen qəbulu, qlükoza parçalanması və simpatoadrenal sistemdə neyrotransmitter aktivliyi azalır. Yaşlı insanlrda narahatlıq pozğunluqlarının inkişaf riski artır. Buna səbəb olan amillərə xroniki somatik xəstəliklər, funksional məhdudiyyətlər, aşağı təhsil, sosial dəstəyin azalması, xarici nəzarət lokusu, son itkilər, çətin həyat tarixçələri və emosional dəstəyin olmaması daxildir. Yaşlılıqda narahatlıq depressiyasının tezliyi artır ki, bu da minimal idrak pozğunluğunu daha da ağırlaşdıra bilər. G. Brodati və digərləri narahatlığı somatik xəstəliklərin gedişatını və onların proqnozunu pisləşdirdiyini aşkar etdilər. N. K. Korsakova və İ. F. Roşçina tərəfindən aparılan neyropsixoloji tədqiqatın nəticələrinə görə, unipolyar depressiv pozğunluğu olan yaşlı insanlarda unipolyar depressiv pozğunluğu olmayan eyni yaş qrupu ilə müqayisədə sağ və sol orbitofrontal korteksin həcmində 12% azalma, eləcə də sol və sağ ön sinqulyar girusda boz maddənin müvafiq olaraq 18% və 20%, sol və sağ düz əzələ girusunda isə 19% və 24% azalması müşahidə olunur. Depressiyası olan yaşlı insanlar prefrontal (sinqulyar girus, dorsolateral bölgələr) və orbitofrontal korteksdə neyron itkisi yaşayırlar. Depressiyanın şiddətinin koqnitiv çatışmazlıqların şiddəti və ön

sinqulyar korteksində və sol yarımkürənin premotor korteksində beyin perfuziyasının azalması ilə əlaqəli olduğu göstərilmişdir (tək fotonlu emissiya kompüter tomoqrafiyasına əsasən). MRT tədqiqatları (beyin morfometriyası) depressiyanın beynin limbik və kortikal strukturlarında, yəni koqnitiv funksiyalardan məsul olan strukturlarda patoloji neyroanatomik dəyişikliklərin inkişafı ilə əlaqəli olduğunu göstərmişdir. Depressiya nə qədər uzun olarsa, hipokampus və bazal qanqlilərin həcm indeksləri bir o qədər aşağı olur və atrofik proses hətta remissiya dövründə də davam edir. İlk depressiv epizoddan sonra depressiyası olan yaşlı insanlarda hipokampus həcmində əhəmiyyətli dərəcədə azalma boz maddə üçün 11%-ə, ağ maddə üçün isə 25%-ə çatır. Hipokampus həcmində azalmanın depressiv epizod müddəti ilə əlaqəli olduğuna inanılır [3].

Nəticələrin müzakirəsi.

Psixoloji qocalma təbiətinə və növlərinə görə dəyişir.

Fərdi qocalma modelləri aşağıdakı amillərdən asılıdır:

– Genetik meyl.

– Fiziki sağlamlıq vəziyyəti.

– Cins.

– İş intensivliyi (açıq havada aşağı intensivlikli iş ən əlverişlidir).

– Fiziki əmək və istirahətin kombinasiyası.

– Pəhriz (sadə süd və bitki mənşəli pəhriz ən əlverişlidir).

– Pis vərdişlər (alkoqol və siqaretdən nadir hallarda və ya tamamilə imtina, cinsi həddindən artıqlığın olmaması və ya məhdud sayda olması əlverişlidir).

– Təqaüdə çıxmazdan əvvəl və sonra həyat tərzi arasındakı ziddiyyət dərəcəsi.

– Dar və ya geniş sosial dairə (ailə, icma).

– Coğrafi xüsusiyyətlər və iqlim şəraiti.

Beləliklə, qocalma modellərinin olduqca müxtəlif olduğu və həmişə proqnozlaşdırıla bilmədiyi qənaətinə gəlmək olar. Buna görə də, tək bir ssenarini müəyyən etmək və qocalıq üçün əvvəlcədən adekvat gözləntilər formalaşdırmaq çətindir. Uyğunlaşma səviyyəsindən asılı olaraq, müxtəlif qocalıq növlərini ayırd etmək olar [4]. Bir neçə təsnifat mövcuddur.

– Neqativist (qocalığın hər hansı bir əlamətini inkar edir).

– Ekstrovert (qocalmanın başlanğıcını etiraf edir)

xarici şəraiti müşahidə etməklə: gənclərin böyüməsi, yaxınlarının ölümü, təqaüdə çıxma vaxtı və s.).

– İntrovert (qocalma prosesinin ümumi təcrübəsi ilə xarakterizə olunur: yeni şeylərə marağın itirilməsi, xatirələrə dalmaq, sülh arzusu; daxili dəyişikliklər onlar üçün qocalmanın xarici əlamətlərindən daha vacibdir).

İ.S. Kon bu yaş dövründə üstünlük təşkil edən fəaliyyət növündən asılı olaraq qocalığa uyğunlaşmanın əlverişli və əlverişsiz növlərini ayırır.

Əlverişli növlər:

– Aktiv, yaradıcı qocalıq. Bu tipin nümayəndələri öz məhdudiyyətlərini yaşamadan dolğun bir həyat yaşayırlar və yüksək psixoloji uyğunlaşma qabiliyyətinə malikdirlər. - İkinci tip qocalma təqaüdçüləri əvvəllər edə bilmədikləri fəaliyyətlərə, məsələn, iş yükü və uşaq böyütmə səbəbindən: özünütəhsil, hobbi, əyləncə və s. diqqət yetirirlər. Onlar yaxşı uyğunlaşma qabiliyyəti ilə xarakterizə olunurlar, lakin enerjiləri yalnız özlərinə yönəlir.

- Üçüncü tipin nümayəndələri (əksər hallarda qadınlar) ailələrində məmnunluq tapırlar. Nəticədə, daimi məşğulluq onların darıxmasının qarşısını alır, lakin bu qrupda həyatdan məmnunluq ilk iki qrupa nisbətən daha aşağıdır.

- Dördüncü tip yaşlı insanlar həyatlarının mənasını öz sağlamlıqlarına qayğı göstərməkdə görürlər. Bu diqqət müxtəlif fəaliyyətləri müəyyən edir. Lakin, onlar tez-tez xəyali və real xəstəlikləri şişirtməyə meylli olurlar və hipoxondriya nümayiş etdirirlər.

Qocalığa uyğunlaşmanın əlverişsiz növləri öz həyatından narazılıqla xarakterizə olunur. Lakin, müxtəlif tip insanlar həyatın uğursuzluqlarını müxtəlif mənbələrə aid edirlər.

- Birinci tip nümayəndələri öz bədbəxtliklərində başqalarını günahlandırırlar. Onlar aqressivdirlər, deyinməyə meyllidirlər, özlərindən başqa hər kəsdən narazıdırlar və hər kəsə mühazirə oxuyurlar.

- İkinci tip yaşlı insanlar uğursuzluqlarının səbəbini özlərində görürlər, buna görə də onlar özlərini məyus etmək, tənhalıq, uğursuzluq hissi və əsasən depresif emosional fon ilə xarakterizə olunurlar [5].

Nəticə.

Beləliklə, yaşlı insanların cəmiyyətlə münasibətləri ziddiyyətlidir və həmişə onların psixoloji rifahına töhfə vermir. Lakin, yaşlı insanların əhəmiyyətli bir qrupu ilə əhalinin qalan hissəsi arasında harmonik münasibətlərin qurulması müasir cəmiyyətin ən vacib vəzifələrindən biridir. Əgər qocalmanın ən tipik xüsusiyyətlərini birləşdirsək, onun tərifi aşağıdakı kimi təqdim edilə bilər: qocalma, zamanla, qocalmadan xeyli əvvəl inkişaf edən və qaçılmaz olaraq bədənin adaptiv qabiliyyətinin azalmasına və ölüm ehtimalının artmasına səbəb olan qaçılmaz və təbii olaraq mütərəqqi bioloji bir prosesdir. Qocalma özünütənzimləmə mexanizmlərinin məhdudlaşdırılmasının, potensialının azalmasının nəticəsidir. Bu, təkcə metabolik və funksional pozğunluqların

yarandığı və zəiflədiyi deyil, həm də digər adaptiv mexanizmlərin səfərbər olunduğu daxili ziddiyyətli bir prosesdir. Qocalma təkcə həyati proseslərin azalması və yatırılmasının deyil, həm də bədənin həyati funksiyalarının pozulmasına səbəb olan müəyyən aktiv mexanizmlərin aktivləşməsinin nəticəsidir.

KAYNAKLAR

1.Həsənova A.M, Rüstəmli R.A., **(**2021) Müasir təbiətşünasliğin sosial-sinergetik konsepsiyasi, ADPU nəşriyyatı, Bakı – 91-130 s.

2. Burch, John B.; et al. (8 мая 2014). Advances in Geroscience: Impact on Healthspan and Chronic Disease. The Journals of Gerontology: Series A. **69**

3.Seals, Douglas R.; Justice, Jamie N.; LaRocca, Thomas J. (29 января 2015). Physiological geroscience: targeting function to increase healthspan and achieve optimal longevity.

4.The Lancet Diabetes & Endocrinology (1 августа 2018). Opening the door to treating ageing as a disease. The Lancet Diabetes & Endocrinology. **6** (8): 587.

5.Carlos López-Otín; Maria A. Blasco; Linda Partridge; Manuel Serrano; Guido Kroemer (6 июня 2013). The Hallmarks of Aging. Cell. **153** (6): 1194

METONİMİYA VƏ SİNEKDOXANIN SEMANTİK ÜSLUBİ TƏHLİLİ

SEMANTİC STYLİSTİC ANALYSİS OF METONYMY AND SYNECDOCHE

Qasımova Nigar Azad

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, müəllim

Azərbaycan, Bakı

email: gasimovanigar90@gmail.com

https://orcid.org//0000-0002-2458-2469

Açar sözlər: məcazi məna, metonimiya, sinekdoxa, semantik əlaqələr, semantik dəyişmə, çoxmənalılıq, ilkin məna, bədii üslub

Key words: figurative meaning, metonymy, synecdoche, semantic relations, semantic change, polysemy, original meaning, artistic style

Məcazi məna yaranmasının əsas yollarından biri sözlər arasında müxtəlif əlaqələrin mövcudluğudur. Bu baxımdan metonimiya və sinekdoxa xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Hər iki hadisədə bir söz digərinin yerində işlənir, lakin onların yaranma prinsipləri fərqlidir. Metonimiya anlayışlar arasında real, məntiqi və əlaqəli münasibətə, sinekdoxa isə əsasən hissə–bütöv və bütöv–hissə münasibətinə əsaslanır. Metonimiya yunan sözüdür və ad dəyişdirmə deməkdir. Bir əşyanın, hadisənin adı ona yaxın olan başqa bir əşyanın, hadisənin adı ilə əvəz olunur, dəyişdirilir. Metonimiya metaforadan fərqli olaraq iki əşya, hadisə arasındakı oxşarlığa deyil, onlar arasındakı əlaqəyə əsaslanır. Metonimiya müxtəlif semantik əlaqələr əsasında meydana çıxır.

Metonimiya və sinekdoxa ancaq bədii üslubda işlədilən ifadə vasitələri deyil. Onlar semantik dəyişmələrin bir növüdür və sözlərin yeni mənalar qazanmasının mühüm mexanizmlərindəndir. Dil inkişaf etdikcə müəyyən sözlər əvvəlki ilkin, əsas mənalarından əlavə yeni, törəmə mənalar qazanır və bunun nəticəsində çoxmənalılılıq yaranır. Söz əsas mənasından əlavə mənalar qazanır ki, bu mənalar arasında semantik bağlılıq olur. Bu prosesdə metonimik əlaqələr mühüm rol oynayır. İnsan fəaliyyətinin müxtəlif sahələrində müəyyən yerlərin, dövlət orqanlarının və şəxslərin adları həmin fəaliyyətin özünü, iştirakçılarını bildirmək üçün istifadə olunur. Metonimiya dildə yalnız hazır məcazi ifadə yaratmır, həm də zaman keçdikcə dilin lüğət tərkibində sabitləşmiş yeni mənaların formalaşmasına səbəb olur.

Metonimiya və sinekdoxa bədii nitqin ifadəliliyini, emosionallığını, obrazlılığını artırır. Onların vasitəsilə fikri daha yığcam, obrazlı və emosional şəkildə ifadə etmək mümkündür. Eyni zamanda metonimiya və sinekdoxa gündəlik danışıqda, nitqdə də geniş şəkildə istifadə olunur. Metonimiya və sinekdoxa dilin semantik sistemində mühüm yer tutan məna köçürməsi hadisələridir. Hər iki hadisədə söz öz birbaşa mənasından kənara çıxaraq başqa bir anlayışı ifadə edir. Lakin onların əsas fərqi əlaqənin xarakterindədir.

Metonimiya anlayışlar arasında müxtəlif real, məntiqi və assosiativ əlaqələrə əsaslanır. Müəllif–əsər, məkan–insan, qab–məzmun, material–məhsul və müəssisə–əməkdaş münasibətləri bunun əsas nümunələridir.

Sinekdoxa isə daha konkret olaraq hissə–bütöv münasibətinə əsaslanır. Burada hissə bütövün, bütöv isə hissənin yerində işlənə bilir.

Metonimiya yunan dilində "metōnymia" sözündəndir, "adın dəyişdirilməsi" deməkdir. Bir əşyanın, hadisənin və ya anlayışın adının onunla müəyyən real və məntiqi əlaqədə olan başqa əşyanın, hadisənin və ya anlayışın adı ilə əvəz edilməsidir.

Başqa sözlə, metonimiyada iki anlayış arasında oxşarlıq deyil, əlaqə əsas götürülür.

Məsələn, "Bütün kənd onu qarşılamağa gəlmişdi" cümləsində metonimiyanı təhlil edək. Burada kənd sözü coğrafi ərazi mənasında deyil, kənddə yaşayan insanlar mənasında işlənmişdir. Başqa nümunə "Bu gün Nizamini oxuyuram" cümləsində Nizami şəxs kimi deyil, Nizaminin əsərləri mənasında işlənir. Deməli, metonimiyada bir anlayış digər anlayışla əlaqəsinə görə adlandırılır.

Metonimiyanın ən mühüm xüsusiyyəti onun assosiativ əlaqəyə əsaslanmasıdır. Məsələn, bu müəllif və əsər əlaqəsi ola bilər: "Nizamini oxuyuram", "Füzulini yenidən oxudum" və s. Burada şairin adı onun əsərlərinin yerində işlənir. Məkanın adı həmin məkandakı insanları, təşkilatı bildirmək üçün istifadə olunur. Məsələn,

"Bakı bu qərarı dəstəklədi" cümləsində Bakı şəhər kimi deyil, Bakı əhalisi və ya şəhəri təmsil edən insanlar mənasında başa düşülə bilər. Digər assosiativ əlaqə qab və içindəki maddə arasındadır. Məsələn, "Bir stəkan içdim" cümləsində əslində insan stəkanı deyil, stəkanın içindəki mayeni içir. Bəzən materialın adı ondan hazırlanmış əşyaları bildirmək üçün işlədilir. "Qızıl taxdı" cümləsində qızıl metaldan çox, qızıldan hazırlanmış zinət əşyası mənasında işlənir.

Metonimik əlaqələrin bir çox növləri mövcuddur. Metonimiya müxtəlif semantik əlaqələr əsasında meydana çıxa bilər: 1. Müəllif və əsər münasibəti. Müəllifin adı onun əsərinin yerində işlənir. Məsələn, "Nizamini oxuyuram", "Füzulini öyrənirik", "Şekspir səhnəyə qoyulacaq" və s. Burada müəllif adı əsərlə əlaqəli şəkildə işlənir. 2. Məkan və insan münasibəti. Məkan adı həmin məkanda yaşayan və ya fəaliyyət göstərən insanların yerində işlənə bilər. Məsələn, "Bütün universitet bunu müzakirə edir" cümləsində universitet binanı deyil, universitetdə çalışan və ya təhsil alan insanları ifadə edir. 3. Qab və məzmun münasibəti. Qabın adı onun içindəki maddənin yerində işlənə bilər. Məsələn, "Bir stəkan içdi", "Bir boşqab yedi" və s. Əlbəttə, burada insan stəkanı və ya boşqabı yemir, qabın içində olan içki və ya yemək nəzərdə tutulur. 4. Material və məhsul münasibəti. Materialın adı həmin materialdan hazırlanmış əşyanı bildirə bilər. Məsələn, "Qızıl

taxmışdı", "Gümüşlər stolun üstündə idi " və s. Burada material adı həmin materialdan hazırlanmış əşyaya keçmişdir. 5. Müəssisə və orada çalışan insanlar. Müəssisənin adı həmin müəssisənin əməkdaşlarını ifadə edə bilər. Məsələn, "Nazirlik açıqlama verdi", "Universitet qərar qəbul etdi" və s. Burada bina deyil, həmin qurumun səlahiyyətli şəxsləri nəzərdə tutulur. 6. Zaman və həmin zamanda baş verən hadisə. Bəzən zaman bildirən söz müəyyən tarixi hadisənin adı kimi işlənə bilər. Məsələn, "1990 Azərbaycan tarixində mühüm iz buraxdı" cümləsində təqvim ili deyil, həmin ildə baş vermiş hadisələr kompleksini nəzərdə tutur.

Metonimiya və metafora bədii üslubda istifadə olunan ifadə vasitələridir. Ancaq metonimiyanı metafora ilə qarışdırmaq olmaz. Metafora əsasən oxşarlığa,

metonimiya isə real əlaqəyə əsaslanır. Məsələn: "O, aslandır." Burada insanla aslan arasında real əlaqə yoxdur. İnsan cəsarətinə görə aslana bənzədilir. Bu, metaforadır.

Lakin: "Nizamini oxuyuram." Burada Nizami ilə onun əsərləri arasında real əlaqə vardır. Bu, metonimiyadır. Sadə şəkildə belə ifadə etmək olar ki, metafora oxşarlığa

metonimiya isə əlaqəyə əsaslanır.

Sinekdoxa yunan sözü olan synekdochē sözündəndir, "birgə anlama", "birgə nəzərdə tutma" mənasını bildirir. Bütövün bir hissə ilə, hissənin isə bütöv ilə ifadə edilməsinə əsaslanan məna köçürməsi növüdür. Sinekdoxanın əsasını kəmiyyət və hissə–bütöv münasibəti təşkil edir. Məsələn: "Bu damın altında beş ağız yaşayır."

Burada ağız insanın bir hissəsidir, lakin bütöv insanı ifadə edir. Başqa nümunə:

"Kənddə yüz baş mal-qara var." Burada baş heyvanın bir hissəsidir, lakin bütöv heyvanı bildirir.

Sinekdoxanın iki əsas növü var. Sinekdoxa əsasən iki istiqamətdə meydana çıxır: 1. Hissə bütövü bildirmək üçün işlədilir. 2. Bütöv hissəni bildirmək üçün istifadə olunur. Hissənin bütövü ifadə etməsi zamanı əşyanın və ya canlı varlığın bir hissəsinin adı bütün varlığın yerində işlənir. Məsələn: "Burada neçə baş var?"

Burada baş bütöv insanı və ya heyvanı bildirə bilər. "On ağız doyurmaq lazımdır."

Burada ağız bütöv insanı ifadə edir. "Yüz əl bu işi gördü." Burada əl insanı və ya işçini ifadə edir. Bütövün hissəni ifadə etməsi zamanı əksinə bütöv anlayışın adı onun bir hissəsinin yerində işlənir. Məsələn: "Azərbaycan bu yarışda qızıl medal qazandı."

Burada Azərbaycan sözü ölkənin özü deyil, Azərbaycanı təmsil edən idmançı və ya komanda mənasında işlənə bilər. "Məktəb yarışda qalib gəldi." Burada bütün məktəb binası deyil, məktəbi təmsil edən komanda nəzərdə tutulur. Bu tip nümunələr bəzi hallarda metonimiya ilə də sərhəddə dayanır. Buna görə sinekdoxanın təsnifatı bütün dilçilik məktəblərində tam eyni şəkildə qəbul edilmir.

Metonimiya və sinekdoxa bir-birilə əlaqəlidir. Sinekdoxa ilə metonimiya bir-birinə çox yaxın anlayışlardır. Bunun əsas səbəbi hər ikisinin assosiativ əlaqəyə əsaslanmasıdır. Metonimiyada əlaqə daha genişdir: müəllif və əsər, məkan və insanlar, qab və məzmun, material və məhsul, müəssisə və əməkdaşlar və s. Sinekdoxada isə əlaqə daha konkret xarakter daşıyır: hissə və bütöv, bütöv və hissə

Bu baxımdan sinekdoxanı metonimiyanın xüsusi bir forması hesab edən dilçilik yanaşmaları da mövcuddur. Lakin ənənəvi ritorika və üslubiyyatda sinekdoxa çox vaxt ayrıca məcaz növü kimi təqdim edilir.

Metonimiya və sinekdoxanı müqayisə etsək qeyd edə bilərik ki, burada oxşarlıq vacib deyil, əsas prinsip əlaqə və assosiasiyadır. Metonimiyada bu real əlaqədir, sinekdoxada isə hissə- bütöv əlaqəsidir. Metonimiya və sinekdoxa dilin inkişafında mühüm rol oynayır. Metonimiya və sinekdoxa yalnız bədii üslubda istifadə edilən ifadə vasitələri deyil. Onlar leksik-semantik dəyişmələrin və sözlərin yeni mənalar qazanmasının mühüm mexanizmlərindəndir. Dil inkişaf etdikcə müəyyən sözlər əvvəlki konkret mənalarından uzaqlaşaraq yeni, törəmə mənalar qazana bilir. Bu prosesdə metonimik əlaqələr mühüm rol oynayır. Məsələn, insan fəaliyyətinin müxtəlif sahələrində müəyyən məkanların, qurumların və şəxslərin adları həmin fəaliyyətin özünü və ya iştirakçılarını ifadə etməyə başlayır. Beləliklə, metonimiya yalnız hazır məcazi ifadə yaratmır, həm də zaman keçdikcə dilin lüğət tərkibində sabitləşmiş yeni mənaların formalaşmasına səbəb olur.

Metonimiya və sinekdoxa çox böyük üslubi əhəmiyyətə malikdir. Metonimiya və sinekdoxa bədii nitqin ifadəliliyini artırır. Onların vasitəsilə fikri daha yığcam, obrazlı və emosional şəkildə ifadə etmək mümkündür. Məsələn: “Bütün zal ayağa qalxdı.” Burada zal sözünün insanları ifadə etməsi fikri qısa və təsirli edir. Sinekdoxada isə hissənin seçilməsi bütövün müəyyən xüsusiyyətini ön plana çıxara bilər: “Gənc əllər şəhərin quruculuğunda iştirak edirdi.” Burada əllər sözü gənc insanları ifadə edir və onların əmək fəaliyyəti ön plana çəkilir. Beləliklə, bu məcazlar yalnız informativ deyil, həm də ekspressiv və üslubi funksiyaya malikdir.

Metonimiya və sinekdoxa gündəlik nitqdə, ünsiyyət prosesi zamanı da geniş şəkildə istifadə olunur. Çünki bu hadisələr yalnız ədəbi əsərlərdə deyil, gündəlik həyatda da yayılmışdır. Məsələn: “Bütün şəhər bunu bilir”, “Universitet qərarını açıqladı”, “Bir stəkan içdim”, “Beş ağız yemək gözləyir”, “Bütün sinif güldü” və s. Bu ifadələr danışıqda o qədər təbii qəbul edilir ki, onların məcazi xarakteri çox vaxt hiss olunmur. Bu da göstərir ki, metonimiya və sinekdoxa dilin yalnız bədii qatına deyil, ümumi leksik-semantik sisteminə də aiddir.

Metonimiya və sinekdoxanın müəyyənləşdirilməsi üçün praktik üsul kimi bu suallardan istifadə etmək olar: İki anlayış arasında oxşarlıq varmı? Əgər oxşarlıq varsa, çox güman ki, metaforadır. Anlayışlar arasında real və assosiativ əlaqə varmı?

Əgər varsa, metonimiya ola bilər. Bu əlaqə konkret olaraq hissə və bütöv arasındadırmı? Əgər cavab bu əlaqəni təsdiq edirsə, burada sinekdoxa olduğunu müəyyənləşdirmək olar. Məsələn: "Bir əl kömək etdi." Burada əl insanın hissəsidir və bütöv insanı bildirir. Buna görə sinekdoxadır. "Füzulini oxuyuram." Burada Füzuli müəllifdir, onun əsərləri nəzərdə tutulur. Bu isə metonimiyadır.

Metonimiya və sinekdoxa dilin semantik sistemində mühüm yer tutan məna köçürməsi hadisələridir. Hər iki hadisədə söz öz birbaşa mənasından kənara çıxaraq başqa bir anlayışı ifadə edir. Lakin onların əsas fərqi əlaqənin xarakterindədir.

Metonimiya anlayışlar arasında müxtəlif real, məntiqi və assosiativ əlaqələrə əsaslanır. Müəllif–əsər, məkan–insan, qab–məzmun, material–məhsul və müəssisə–əməkdaş münasibətləri bunun əsas nümunələridir. Sinekdoxa isə daha konkret olaraq hissə–bütöv münasibətinə əsaslanır. Burada hissə bütövün, bütöv isə hissənin yerində işlənə bilər. Beləliklə, metafora oxşarlıq əsasında məna köçürülməsidir, metonimiya isə əlaqə əsasında məna köçürülməsidir. Sinekdoxa isə hissə–bütöv əlaqəsinə əsaslanan məna köçürülməsidir.

Qədim Yunanıstanda filosoflar klassik ritorikada metafora, metonimiya, sinekdoxa kimi troplar haqqında məlumat vermişlər. Aristotel "metonimiya" və "sinekdoxa"nı müasir terminologiyadakı kimi ayrıca və tam sistemləşdirilmiş kateqoriyalar şəklində verməmişdir. Onun Poetika və Ritorika əsərlərində əsas nəzəri çərçivə metafora üzərində qurulur. Metonimiya və sinekdoxanın ayrıca ritorik trop kimi daha aydın təsnifi sonrakı klassik ritorikada Qədim Roma ritoru və müəllimi Kvintilian tərəfindən verilmişdir. Onun əsas əsəri "Institutio Oratoria" yəni "Natiqin təhsili" əsəridir. Bu əsərdə o, ritorikanın prinsiplərini, yaxşı natiqin xüsusiyyətlərini, nitq fiqurlarını izah edir. Kvintilian metafora, meonimiya, sinekdoxa kimi bədii ifadə vasitələrinin ritorik ənənədə izahına böyük təsir göstərmişdir. Aristoteldən sonra, Roma dövründə bu anlayışları daha pedaqoji və sistemli formada izah etmişdir. Metonimiya termini yunan mənşəlidir. Metonimiya termini yunan dilində "metōnymía" sözündəndir. Bu söz iki hissədən ibarətdir: meta "dəyişmə, başqa cür, ötürmə", onyma / onoma isə "ad, adlandırma" mənasını verir. Deməli, ilkin mənası təxminən "adın dəyişdirilməsi", "bir adın başqa adla əvəz edilməsi" deməkdir. Etimoloji mənbələr metōnymia sözünü yunan metonomazein "başqa adla adlandırmaq" feli ilə əlaqələndirir. Metonimiyada bir anlayışın adı ona bənzəyən başqa anlayışla deyil, onunla real, məntiqi, məkan, səbəb-nəticə, müəllif-əsər, qab-içindəkı, hökmdar-dövlət və s. əlaqəsi olan başqa anlayışın adı ilə əvəz olunur. Məsələn: "I have read Shakespeare." Burada Şekspir yazıçının özü deyil, Şekspirin əsərləri deməkdir. Metonimik əlaqə müəllif və əsər əlaqəsidir. Bu, metafora deyil, çünki Shakespeare əsərlərinə "bənzəmir"; onların müəllifidir.

Sinekdoxa termini də yunan mənşəli sözdür. Sinekdoxa yunanca "synekdochē" sözündəndir. Etimoloji baxımdan syn- "birlikdə, ilə", ek/ex-"dan, dən, içindən", dechesthai — "qəbul etmək, götürmək" deməkdir. Ümumi ilkin məna "birlikdə qəbul etmək", "bir şeyi digəri ilə birlikdə başa düşmək" kimi izah olunur.

Ritorikada isə sinekdoxa əsasən part for whole — hissə bütövün yerinə, whole for part — bütöv hissənin yerinə münasibətinə əsaslanır. Məsələn: "All hands on deck!" Burada hands "əllər" əslində sailors, yəni dənizçilər deməkdir. Bu, hissənin bütövü əvəz etməsidir.

Aristotelin Poetikasında metafora "bir adın başqa yerə köçürülməsi" kimi izah edilir. Aristotel metaforanın dörd əsas tipini göstərir. Aristotel metaforanı sadəcə bədii bəzək hesab etmir. Ritorikada o, uyğun metaforanın nitqə aydınlıq, canlılıq və estetik təsir verdiyini bildirir. Aristotelin məşhur metafora nümunəsi budur: "Achilles is a lion." Burada Axilles həqiqətən şir deyil. Onun cəsarəti və döyüşkənliyi şirə bənzədilir. Metaforanın əsasında oxşarlıq dayanır. Aristotel metonimiyanı müasir terminlə ayrıca sistemləşdirmir. Onun metafora anlayışı müasir dövrdəki "metafora" anlayışından daha genişdir. Buna görə bəzi Aristotel nümunələri sonrakı ritorik təsnifatda metaforaya, bəziləri isə başqa trop növlərinə yaxınlaşdırıla bilər. Metonimiya və sinekdoxanın sistemli şəkildə ayrılması xüsusilə Roma ritorikasında, Kvintilianın "Institutio Oratoria" əsərində görünür. Kvintilian sinekdoxanı bir şey vasitəsilə çox şeyi, hissə vasitəsilə bütövü, növ vasitəsilə cinsi və əksini anlamağa imkan verən trop kimi izah edir. Sonra onun metonimiyaya çox yaxın olduğunu bildirir və metonimiyanı "bir adın başqa adın yerinə qoyulması" kimi təqdim edir.

Beləliklə, klassik ritorikada metafora, metonimiya, sinekdoxa əsas troplar kimi müəyyənləşdirilir. Metafora oxşarlıq/analoq münasibəti, metonimiya yaxın əlaqə/assosiasiya, sinekdoxa hissə-bütöv münasibəti part ↔ whole əsasında qurulur.

Məsələn: 1. Metafora: He is a lion. Adam şirə bənzədilir. 2. Metonimiya: I am reading Shakespeare. Shakespeare adı ilə onun əsərləri bildirilir. Müəllif və əsər arasında real əlaqə var. 3. Sinekdoxa : All hands on deck. Hands sözü ilə sailors (dənizçilər) bildirilir. Hissə ilə bütöv ifadə olunur. Metafora oxşarlığa, metonimiya əlaqəliliyə, sinekdoxa isə əsasən hissə-bütöv münasibətinə əsaslanır.

AZƏRBAYCAN DİLİ DƏRSLƏRİNDƏ RABİTƏLİ NİTQİN İNKİŞAFININ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Gültəkin Atəş qızı Abdullayeva

pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Filologiya fakültəsi

ORCİD: 0009-0009-5332-2146

Pion2691@rambler.ru

Xülasə

Azərbaycan dili təlimində rabitəli nitqin inkişafı mühüm vəzifələrdən biridir. Rabitəli nitqin inkişafı üzrə aparılan işin məqsədi şagirdlərdə dil duyumunu inkişaf etdirmək, onlara öz nitq fəaliyyətində dil üzrə əldə etdikləri biliklərdən istifadə etməyi öyrətmək, eləcə də nitqlərində müvafiq jest və mimikalardan yeri düşdükcə istifadələrini təmin etməkdən ibarətdir. Rabitəli nitqi inkişaf etmiş şagirdlər ardıcıl, məntiqi, aydın, səlis ifadələrdən istifadə edərək yazılı və şifahi nitqə malik olurlar.

Rabitəli nitqin birinci mərhələsi ifadə, ikinci-daha yüksək mərhələsi inşadır. İfadə və inşalar bir çox ümumi cəhətlərə malikdir. İbtidai siniflərdə ifadə və inşalar, əsasən, öyrədici xarakter daşıyır. Onların hər ikisi cümlələri ümumi məzmun, ümumi ideya ətrafında birləşdirib, rabitəli mətn qurmağı tələb etməklə təfəkkürün və nitqin inkişafında mühüm rol oynayır.

Rabitəli nitq nitqin həm şifahi, həm də yazılı formasını əhatə edir. Şagirdləri yazılı nitqə yiyələndirmək üçün ilk növbədə onların şifahi rabitəli nitqinin - şifahi ifadə və inşalarının formalaşması üzərində işləmək lazımdır.

Azərbaycan dili dərslərində rabitəli nitqin ən mühüm vəzifəsi şagirdlərə düzgün, şüurlu, sürətli və ifadəli oxumaq vərdişi aşılamaqdan, bu əsasda əsərin mətni ilə işləmək və müstəqil kitab oxumaq bacarığını inkişaf etdirməkdən ibarətdir. Rabitəli nitq məntiqi və qrammatik cəhətdən düzgün qurulmuş nitqdir. Nitqin rabitəli olması üçün hadisələrin zaman ardıcıllığı ilə nəql edilməlidir. Rabitəli nitq dedikdə şagirdlərin öz bilik və yaş səviyyələrinə uyğun olaraq xarici aləmi düzgün qavramaları, onu qrammatik və üslubi cəhətdən savadlı ifadə etmələri nəzərdə tutulur.

Açar sözlər: rabitəli nitq, nitq inkişafı, təfəkkür

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF COHERENT SPEECH IN AZERBAIJANI LANGUAGE LESSONS

Abstract

The development of coherent speech is one of the important objectives in Azerbaijani language instruction. The purpose of work aimed at developing coherent speech is to foster students' language awareness, teach them to apply the linguistic knowledge they acquire in their own speech activities, and enable them to use appropriate gestures and facial expressions when necessary. Students with well-developed coherent speech are able to express themselves in both written and oral forms using consistent, logical, clear, and fluent language.

The first stage in the development of coherent speech is retelling, while the second and more advanced stage is composition. Retellings and compositions share many common features. In primary school, both types of activities are mainly instructional in nature. Both require students to combine sentences around a common content and central idea in order to construct a coherent text, thereby playing an important role in the development of thinking and speech.

Coherent speech encompasses both oral and written forms of language. In order to help students master written speech, it is first necessary to focus on developing their oral coherent speech, including oral retellings and compositions. One of the most important objectives of developing coherent speech in Azerbaijani language lessons is to cultivate students' ability to read correctly, consciously, fluently, and expressively, and, on this basis, to develop their skills in working with literary texts and reading books independently. Coherent speech is speech that is logically and grammatically structured. For speech to be coherent, events should be narrated in chronological order. Coherent speech implies students' ability to perceive the external world accurately in accordance with their level of knowledge and age, and to express their perceptions in a grammatically and stylistically appropriate manner.

Keywords: coherent speech, speech development, thinking

Giriş

Azərbaycan dili dərslərində rabitəli nitqin inkişafı kompleks xarakter daşıyır. Bu proses şagirdlərin dinləmə, danışma, oxu və yazı bacarıqlarının qarşılıqlı əlaqədə inkişaf etdirilməsini tələb edir. Şagird yalnız düzgün cümlə qurmağı deyil, həm də cümlələri ümumi məzmun və ideya ətrafında birləşdirərək bütöv mətn yaratmağı bacarmalıdır. Bu zaman dil bacarıqları ilə yanaşı, şagirdin təfəkkürü, müşahidə qabiliyyəti, yaddaşı və müstəqil düşünmə bacarığı da inkişaf edir.

Ana dili insanın düşüncəsinin, dünyagörüşünün və ünsiyyət bacarıqlarının formalaşmasında mühüm rol oynayır. Şagirdlərin Azərbaycan dilini düzgün mənimsəməsi yalnız qrammatik qaydaları, söz ehtiyatını və dil vahidlərini öyrənməklə məhdudlaşmır. Dil təliminin əsas məqsədlərindən biri də şagirdlərdə fikirlərini ardıcıl, məntiqi, aydın və düzgün ifadə etmək bacarığının formalaşdırılmasıdır. Bu baxımdan Azərbaycan dili dərslərində rabitəli nitqin inkişafı mühüm vəzifələrdən biri kimi qarşıya qoyulur.

Rabitəli nitq dedikdə, şagirdin müəyyən mövzu ətrafında fikirlərini məntiqi ardıcıllıqla, qrammatik və üslubi cəhətdən düzgün şəkildə ifadə etməsi nəzərdə tutulur. Rabitəli nitq həm şifahi, həm də yazılı formada özünü göstərir. Şagirdin yazılı nitqə yiyələnməsi üçün ilk növbədə onun şifahi nitqinin inkişaf etdirilməsi, fikrini sərbəst və ardıcıl ifadə etmək bacarığının formalaşdırılması vacibdir.

Rabitəli nitqin inkişafında əsas mərhələlərdən biri ifadə və inşa üzərində işin təşkilidir. İbtidai siniflərdə ifadə və inşalar, əsasən, öyrədici xarakter daşıyır. İfadə zamanı şagird oxuduğu və ya dinlədiyi mətndəki əsas fikri müəyyənləşdirir, hadisələrin ardıcıllığını qoruyaraq məzmunu öz sözləri ilə ifadə edir. Bu fəaliyyət şagirddə mətnin məzmununu anlamaq, əsas və ikinci dərəcəli fikirləri fərqləndirmək və fikirlər arasında məntiqi əlaqə yaratmaq bacarığı formalaşdırır. İnşa isə şagirdin daha yüksək səviyyədə müstəqil nitq fəaliyyətini tələb edir. Şagird müəyyən mövzu ilə bağlı öz fikirlərini sərbəst şəkildə ifadə edir, fikirlərini müəyyən ardıcıllıqla qurur və onları uyğun söz və cümlələrlə əlaqələndirir. Bu baxımdan inşa yazıları şagirdlərin həm yaradıcı təfəkküründün, həm də yazılı nitqinin inkişafında mühüm vasitədir.

Rabitəli nitqin inkişafında oxu vərdişlərinin əhəmiyyəti

Rabitəli nitqin inkişafı prosesində oxunun xüsusi əhəmiyyəti vardır. Düzgün, şüurlu, sürətli və ifadəli oxu şagirdin nitq imkanlarının genişlənməsinə müsbət təsir göstərir. Bədii və elmi-kütləvi mətnlərin oxunması zamanı şagird yeni söz və ifadələrlə tanış olur, müxtəlif cümlə modellərini mənimsəyir və düzgün nitq nümunələri əldə edir. Oxunmuş mətnin məzmununun danışdırılması, mətnə plan tərtib edilməsi, başlığın müəyyənləşdirilməsi, əsas fikrin söylənilməsi və mətnin yaradıcı şəkildə davam etdirilməsi kimi tapşırıqlar rabitəli nitqin inkişafına xidmət edir.

Azərbaycan dili dərslərində rabitəli nitqin inkişafı üçün şəkillər əsasında danışma və yazı, müşahidələrin təsviri, mətnin plan üzrə nəql edilməsi, dialoqların qurulması, suallara geniş cavabların verilməsi, oxunmuş mətnin yaradıcı şəkildə tamamlanması kimi müxtəlif iş formalarından istifadə etmək mümkündür. Bu tapşırıqlar şagirdlərin söz ehtiyatını zənginləşdirməklə yanaşı, onların fikirlərini müəyyən məqsəd və məzmun ətrafında birləşdirmələrinə imkan yaradır.

Rabitəli nitqin əsas xüsusiyyətlərindən biri fikrin məntiqi ardıcıllıqla ifadə edilməsidir. Şagird hadisələri təsvir və ya nəql edərkən zaman ardıcıllığını gözləməli, səbəb-nəticə əlaqələrini düzgün qurmalı və fikirlər arasında əlaqəni təmin etməlidir. Əks halda ayrı-ayrı cümlələr qrammatik baxımdan düzgün olsa da, bütöv mətn rabitəli və məntiqli təsir bağışlamır. Buna görə də Azərbaycan dili dərslərində yalnız cümlə quruluşunun deyil, cümlələrarası əlaqənin və mətn bütövlüyünün öyrədilməsinə də diqqət yetirilməlidir.

Rabitəli nitqin inkişafında müəllimin fəaliyyəti də mühüm əhəmiyyət daşıyır. Müəllim şagird üçün düzgün nitq nümunəsi yaratmalı, onun fikrini sərbəst ifadə etməsinə şərait yaratmalı və səhvləri düzəldərkən şagirdin müstəqil düşünməsinə mane olmamalıdır. Şagirdin verdiyi cavabın yalnız qrammatik düzgünlüyü deyil, fikrin məzmunu, ardıcıllığı, aydınlığı və ifadəliliyi də nəzərə alınmalıdır. Bu prosesdə şagirdlərin yaş və bilik səviyyəsinin nəzərə alınması mühüm şərtdir. İbtidai sinif şagirdləri üçün tapşırıqlar sadədən mürəkkəbə doğru qurulmalıdır. Əvvəlcə şəkil və suallar əsasında qısa cümlələrin qurulması, daha sonra bir neçə cümlənin əlaqələndirilməsi, mətnin plan üzrə nəql edilməsi və nəhayət, müstəqil mətn yaradılması məqsədəuyğundur. Belə ardıcıllıq şagirdlərin nitq bacarıqlarının mərhələli şəkildə inkişafına imkan verir.

Rabitəli nitqin inkişafı yalnız Azərbaycan dili fənninin deyil, digər fənlərin tədrisi üçün də əhəmiyyətlidir. Şagird hər hansı fənn üzrə əldə etdiyi biliyi şifahi və yazılı şəkildə ifadə edə bilməlidir. Deməli, rabitəli nitq bacarığı onun ümumi təlim fəaliyyətinin səmərəliliyinə də təsir göstərir. Fikrini aydın ifadə edə bilən şagird öyrəndiyi məlumatı daha yaxşı sistemləşdirir, müqayisə edir, ümumiləşdirir və nəticə çıxara bilir.

Nəticə

Beləliklə, Azərbaycan dili dərslərində rabitəli nitqin inkişafı şagirdlərin dil və təfəkkür fəaliyyətinin formalaşdırılmasının mühüm istiqamətlərindən biridir. Bu prosesdə şagirdlərin şifahi və yazılı nitqinin qarşılıqlı əlaqədə inkişaf etdirilməsi, oxu materiallarından səmərəli istifadə olunması, ifadə və inşa yazılarının təşkili, müxtəlif yaradıcı və kommunikativ tapşırıqların tətbiqi mühüm əhəmiyyət daşıyır.

Rabitəli nitqi inkişaf etmiş şagird öz fikirlərini ardıcıl, məntiqi, aydın və səlis şəkildə ifadə etməyi bacarır. Buna görə də Azərbaycan dili təlimində rabitəli nitqin inkişafına sistemli və məqsədyönlü yanaşılmalı, şagirdlərin müstəqil düşünməsi və fikirlərini sərbəst ifadə etməsi üçün əlverişli şərait yaradılmalıdır. Bu

istiqamətdə aparılan ardıcıl işlər şagirdlərin yalnız nitq bacarıqlarının deyil, həm də təfəkkürünün, yaradıcılıq qabiliyyətinin və ümumi kommunikativ kompetensiyalarının inkişafına geniş imkan yaradır.

Ədəbiyyat:

1. Cəfərova N. İbtidai siniflərdə Azərbaycan dilinin tədrisi metodikası. Bakı: Elm və təhsil, 2014. 404 səh.
2. Cəfərova N. Nitq inkişafı üzrə işin metodikası. Bakı: ADPU, 2018
3. Kərimov Y. Ana dilinin tədrisi metodikası. Bakı: Nasir, 2003. 520 səh.
4. Nəbiyeva Ş., Abdullayeva G., Kərimova A. İbtidai siniflərdə Ana dilinin tədrisi metodikası fənnindən mühazirələr. Bakı: Elm və təhsil, 2015. 510 səh.

HUMAN CAPITAL AND PRODUCTIVITY 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 transformation of production has changed the relationship between human capital and productivity by increasing the importance of workers' education, technical competencies and ability to use digital technologies. Therefore, the purpose of our paper is to investigate how human capital affects productivity in an economy increasingly dependent on digital technologies, as it is the case of Romania. In order to do that, our analysis focuses on the relationship between the skills embodied in the workforce and the capacity of firms to obtain productivity gains from digital investment in Romania. Human capital is measured through educational attainment and digital skills, while productivity is assessed mainly through labor productivity. Meanwhile, digitalization is captured through indicators of ICT investment and the adoption of digital technologies. In order to achieve our goal, we use a quantitative regression analysis in which productivity is explained by human capital and digitalization while controlling for physical capital and structural differences between economic sectors. We paid a particular attention to the interaction between human capital and digitalization, as this allows the complementary effect of skills and technology to be identified. Our main hypothesis is that human capital has a positive relationship with productivity in Romania and that the effect is stronger when human capital is combined with higher levels of digitalization.

Keywords: human capital, productivity, digital economy

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PUBLIC ADMINISTRATION: EFFICIENCY, ACCOUNTABILITY, PRIVACY AND CITIZEN RIGHTS

Dr. Sapna Devi
Former Research Scholar, Department of Public Administration,
Himachal Pradesh University, Shimla (India), 171005
ORCID: http://orcid.org/0009-0007-4559-9167
Dr. Vijay Singh
Former Assistant Professor, Public Administration,
Himachal Pradesh University, Shimla (India) 171005
E-mail: com.vvs@gmail.com Mob. : +91-7876170780, +91-9418130058
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2265-8888

Abstract

Artificial intelligence (AI) is increasingly influencing public administration by creating opportunities to improve administrative efficiency, support decision-making and strengthen public service delivery. However, its adoption also raises important concerns regarding accountability, transparency, privacy, fairness and citizens' rights. This paper examines the opportunities and challenges associated with AI-enabled public administration in India and explores how technological innovation can be aligned with democratic values and responsible governance. The study adopts a qualitative, exploratory and conceptual approach based on documentary analysis of academic literature, government policies, relevant legal frameworks and selected AI-enabled initiatives in India. The analysis considers administrative efficiency alongside the broader requirements of institutional accountability, data protection, ethical responsibility and inclusive service delivery. It highlights that faster processing and increased automation do not necessarily guarantee better governance, particularly when systems produce inaccurate outputs, create barriers for disadvantaged groups or weaken opportunities for administrative review. The paper proposes an integrated conceptual framework comprising five dimensions: administrative efficiency, accountability and transparency, privacy and data protection, fairness and inclusion, and public value and citizen trust. Legal compliance and meaningful human oversight are identified as essential conditions across all five dimensions. The study argues that responsible AI governance requires risk assessment, clearly defined institutional responsibilities, effective grievance redressal, continuous evaluation and appropriate citizen participation. As the research is conceptual and documentary, the proposed framework requires empirical validation in different administrative settings. The paper concludes that AI should complement, rather than replace, human judgment and public accountability to promote efficient, equitable and citizen-centred governance in India.

Keywords: Artificial Intelligence; Public Administration; Responsible AI Governance; Administrative Accountability; Citizen Rights; Public Value.

Introduction: Artificial Intelligence and the Transformation of Indian Public Administration

Public administration is undergoing a major transformation with the growing use of digital technologies and artificial intelligence (AI). Traditionally, government institutions have depended on established rules, bureaucratic procedures and the judgement of public officials to implement policies and deliver services. However, rising public expectations, expanding welfare responsibilities and the need for timely services have encouraged governments to explore new technological solutions. AI offers opportunities to improve administrative efficiency, support decision-making and make public services more responsive to citizens.

Public administration involves managing resources, maintaining records, monitoring development programmes, addressing grievances and protecting citizens' entitlements. Although digital governance has simplified several administrative processes, AI offers additional capabilities, including document processing, information analysis, pattern recognition and service-demand forecasting. Nevertheless, AI should be viewed as a tool that supports human judgement rather than replaces it. Its effectiveness depends on reliable data, appropriate applications and safeguards against inaccurate or unfair outcomes.

In India, the growing importance of AI is reflected in initiatives such as the IndiaAI Mission, approved in March 2024 with an allocation of ₹10,371.92 crore. Programmes such as BHASHINI, Kisan e-Mitra and SabhaSaar illustrate potential applications in multilingual communication, agricultural information and the summarisation of Gram Sabha and Panchayat meetings. While these initiatives demonstrate government interest in AI-enabled administration, their actual effectiveness requires independent assessment.

The benefits of AI must be considered alongside its limitations. Inaccurate translations, misleading information or errors in automated summaries may affect citizens and administrative processes. Unequal access to internet connectivity, digital devices and technical assistance can further disadvantage rural residents, older persons, persons with disabilities and economically weaker communities. Therefore, AI-enabled services should be accessible, reliable and supported by human assistance where necessary.

Accountability is equally important. When administrative decisions rely on automated recommendations, citizens must still be able to understand, question and challenge consequential outcomes. Public officials and institutions should retain responsibility for decisions, even when external technology providers are involved. In India, these concerns must be addressed within the constitutional and legal framework, particularly the principles of equality under Article 14, privacy under Article 21 and the Supreme Court's judgment in *Justice K. S. Puttaswamy (Retd.) v. Union of India* (2017). Applicable data-protection requirements and administrative procedures must also guide the use of personal information.

Against this background, the present study examines AI in Indian public administration through the interconnected dimensions of efficiency, accountability, transparency, privacy, fairness and citizen rights. Using qualitative documentary analysis, it proposes an integrated framework based on administrative performance, institutional accountability, data protection, inclusion and public value. The study argues that responsible AI governance requires clear institutional responsibilities, meaningful human oversight, appropriate safeguards, accessible grievance mechanisms and continuous evaluation. Ultimately, the purpose of AI-enabled administration should not be merely to make government faster, but to make it more accountable, inclusive, fair and responsive to the people it serves.

Statement of the Problem

The growing use of Artificial Intelligence in public administration presents a fundamental challenge: how can governments improve efficiency without compromising accountability, fairness, privacy and citizen rights? AI can assist in processing applications, analysing administrative information and supporting decisions, but faster processing does not necessarily produce lawful or equitable outcomes. The central problem is the possible gap between the technological capabilities of AI-enabled administration and the safeguards required to ensure responsible governance. This challenge becomes particularly serious when AI influences access to welfare benefits, public services or other entitlements. Incomplete or unrepresentative data may produce inaccurate results, while excessive reliance on automated recommendations may weaken independent administrative judgement. When decisions involve algorithms, government departments, technology providers and public officials, responsibility for errors may also become unclear. Citizens may struggle to obtain explanations, correct records or secure an effective remedy, particularly when they face digital, linguistic or accessibility barriers. At the same time, the collection and integration of personal information raise concerns about privacy, data security and the appropriate use of citizens' information.

These issues are especially relevant in India, where administrative institutions differ in their technological capacity and operate across diverse social and geographical conditions. Although initiatives such as BHASHINI, Kisan e-Mitra and SabhaSaar illustrate potential administrative applications, their actual value must be assessed in terms of performance, accessibility and accountability rather than technological adoption alone. The study therefore focuses on six interconnected dilemmas: efficiency versus procedural fairness; automation versus human judgement; data-driven governance versus privacy; innovation versus accountability; standardisation versus individual circumstances; and digital convenience versus equal access. It addresses the central research question: How can Indian public administration use AI to improve efficiency and service

delivery while protecting accountability, privacy, procedural fairness and citizens' rights? The study seeks to develop an integrated analytical framework that connects technological performance with constitutional principles, human oversight, responsible data governance and effective grievance redressal. Editorial note: The two sections now have distinct purposes: the Introduction establishes the context and significance of the study, while the Statement of the Problem identifies the central research gap and question. Before submitting the paper, verify the applicable commencement provisions and rules under India's data-protection framework, and add appropriate in-text citations and a reference list in the journal's required style.

Objectives of the Study

1. To examine the changing role of AI in public administration and its implications for administrative efficiency and service delivery.
2. To analyse selected AI-enabled government initiatives in India and their administrative significance.
3. To examine accountability gaps arising from automated and AI-assisted administrative decision-making.
4. To assess the implications of AI-enabled governance for privacy, equality, transparency and citizen rights.
5. To examine the relevance of constitutional principles, administrative law and India's evolving data-protection framework.
6. To propose a theoretical framework for transparent, accountable, inclusive and citizen-centric AI governance.

Research questions

- RQ1: How can AI improve efficiency, responsiveness and public service delivery in Indian administration?
- RQ2: What challenges does AI create for administrative accountability, discretion and transparency?
- RQ3: How can AI-enabled public administration reconcile data use and administrative innovation with privacy and citizen rights?
- RQ4: What institutional, legal and ethical safeguards are necessary for responsible AI adoption in India?
- RQ5: How can administrative efficiency be balanced with fairness, inclusion and democratic accountability?

Integrated Theoretical Framework for Artificial Intelligence in Indian Public Administration

Artificial Intelligence (AI) in public administration should be understood not merely as a technological advancement but as a transformative force that can influence administrative efficiency, decision-making, accountability and government–citizen relationships. This study integrates six theoretical perspectives—New Public Management (NPM), Digital-Era Governance (DEG), Public Value Theory, Principal–Agent Theory,

Street-Level Bureaucracy and Rights-Based Constitutional Governance—to explain the opportunities and challenges associated with AI adoption in India. NPM, as discussed by Hood (1991), emphasises efficiency, performance, effective resource utilisation and results-oriented administration. AI can support these objectives by automating routine tasks, processing applications, organising records, identifying inconsistencies and improving service delivery. Digital-Era Governance, developed by Dunleavy et al. (2006), extends this understanding by highlighting the transformation of administrative processes through digital integration, departmental coordination and citizen-oriented services. While digitisation converts information into digital form and digitalisation improves administrative workflows, AI introduces additional capabilities such as prediction, language processing, automated classification and information analysis. These technologies can facilitate multilingual communication, grievance management and evidence-based planning. However, their effectiveness depends on reliable data, institutional coordination, trained personnel and accessible digital infrastructure. Public Value Theory, associated with Moore (1995), further establishes that administrative success cannot be measured solely through cost reduction or processing speed. AI creates meaningful public value when it improves service quality, equitable access, timely delivery, citizen satisfaction and public trust. A system that processes applications quickly but produces inaccurate decisions or excludes disadvantaged citizens cannot be considered successful. Therefore, efficiency and technological innovation must remain connected with social welfare, fairness and the broader public interest.

The remaining theoretical perspectives establish the institutional, administrative and constitutional conditions necessary for responsible AI governance. Principal–Agent Theory highlights the challenges of information asymmetry, monitoring and accountability when public authorities depend on technology providers, data managers and automated systems. If an AI-assisted system incorrectly flags a welfare application, clear responsibility, proper documentation, explanation and effective review mechanisms are essential to protect citizens from administrative errors. Street-Level Bureaucracy, developed by Lipsky (1980), draws attention to the discretion exercised by frontline officials while implementing public policies. Although AI can reduce workloads and assist decision-making, excessive dependence on automated recommendations may weaken independent judgement and overlook individual circumstances. Meaningful human oversight, adequate training and the authority to question automated outputs are therefore necessary, particularly in decisions affecting welfare benefits and essential public services. Rights-Based Constitutional Governance provides the legal and ethical foundation for ensuring that technological progress remains consistent with constitutional principles. In India, Article 14 of the Constitution is relevant to equality and protection against arbitrary state action, while

Article 21 and the Supreme Court's judgment in *Justice K. S. Puttaswamy (Retd.) v. Union of India* (2017) establish important protections concerning privacy and personal liberty. Applicable data protection legislation, administrative law and procedural safeguards must also guide AI deployment. Citizens should have appropriate opportunities to understand, challenge and seek correction of consequential administrative decisions. Taken together, these six perspectives establish that responsible AI governance requires more than technical efficiency: it must combine administrative performance, digital transformation, public value, institutional accountability, human judgement and constitutional protection. This integrated framework provides the theoretical foundation for evaluating AI in Indian public administration and developing a citizen-centred approach that promotes innovation without compromising fairness, transparency, privacy, accountability and citizens' rights.

Analytical Connection among the Six Theoretical Perspectives

The six theoretical perspectives are analytically interconnected because each explains a different dimension of AI-enabled public administration, while together they establish a comprehensive basis for evaluating its performance, legitimacy and social consequences. New Public Management (NPM) provides the starting point by explaining how AI can improve administrative efficiency, reduce repetitive work and strengthen performance. However, efficiency alone cannot determine whether technological adoption benefits citizens. Digital-Era Governance (DEG) extends the NPM perspective by explaining how AI operates within broader digital transformation, requiring integrated systems, interdepartmental coordination and redesigned administrative processes. Public Value Theory further develops this argument by shifting the focus from organisational performance to the wider public interest, including service quality, equity, citizen satisfaction and public trust. Thus, NPM explains whether AI improves administrative performance, DEG examines how administrative structures and processes are transformed, and Public Value Theory assesses whether these improvements generate meaningful benefits for society. Nevertheless, even an efficient and integrated system that produces public benefits may create problems if its decisions are difficult to explain or its responsibilities are unclear. Principal–Agent Theory addresses this institutional challenge by examining information asymmetry, monitoring and accountability among public authorities, technology providers and other actors involved in AI-based decision-making. Its analytical contribution is to establish that the delegation of administrative tasks to technological systems must not weaken the responsibility of public institutions for their decisions.

Street-Level Bureaucracy and Rights-Based Constitutional Governance extend this framework by examining how AI affects administrative discretion and citizens' rights. Street-Level Bureaucracy explains that public services are ultimately implemented through frontline officials whose judgement influences how policies affect individuals. AI may support these officials by providing information and recommendations, but excessive dependence on automated outputs can restrict their discretion and overlook citizens' specific circumstances. Rights-Based Constitutional Governance establishes the legal and normative boundaries within which such discretion and technological assistance must operate, emphasising equality, privacy, procedural fairness and protection against arbitrary state action. These perspectives therefore complement one another: Principal–Agent Theory clarifies who must be accountable, Street-Level Bureaucracy explains how accountability and discretion operate in everyday administrative practice, and Rights-Based Constitutional Governance determines the rights and legal principles that administrative decisions must respect. The relationship is consequently both sequential and interdependent. Administrative efficiency and digital integration can generate public value only when institutional accountability is clear, human judgement remains meaningful and citizens' rights are protected. Accordingly, the combined framework evaluates AI-enabled public administration through six connected dimensions: efficiency, digital transformation, public value, institutional accountability, human discretion and constitutional legitimacy. Its central analytical proposition is that the success of AI in Indian public administration depends not merely on its technological capabilities but on the extent to which administrative improvements translate into equitable public outcomes through accountable institutions, responsible human oversight and rights-compliant governance.

AI-Enabled Governance in India: Policy Initiatives and Administrative Applications

Artificial intelligence (AI) is becoming an important part of India's efforts to modernise public administration. Growing digital infrastructure, increasing volumes of administrative data and rising expectations of accessible public services have encouraged government institutions to explore AI-based tools. These technologies may support information processing, multilingual communication, programme monitoring and administrative decision-making. However, their actual value depends on how they are implemented and whether they improve citizens' experiences without compromising their rights. India's approach combines the expansion of digital public infrastructure with initiatives designed to strengthen AI capabilities and introduce AI into selected public functions. The IndiaAI Mission, BHASHINI, Kisan e-Mitra and SabhaSaar illustrate different aspects of this development. These initiatives indicate growing policy interest, but their existence alone does not establish that

AI has improved administrative performance. Their effectiveness must be assessed through evidence concerning accuracy, accessibility, accountability and service quality.

IndiaAI Mission: Building Institutional and Technological Capacity

Approved by the Union Cabinet on 7 March 2024, the IndiaAI Mission has a financial outlay of ₹10,371.92 crore over five years. It aims to strengthen India's AI ecosystem through computing infrastructure, datasets, innovation, skill development, startup support and responsible AI development (Ministry of Electronics and Information Technology, 2024). For public administration, the Mission's significance extends beyond technological development. Effective AI adoption requires reliable infrastructure, appropriate datasets, trained personnel and the ability to evaluate systems independently. India's linguistic diversity and varied administrative conditions also demand solutions suited to local needs. Investment alone, however, cannot guarantee better governance. Public institutions must also address procurement, maintenance, cybersecurity, vendor dependence and long-term costs. Ultimately, the Mission's administrative value will depend on whether technological capacity translates into measurable improvements in service delivery, fairness and accountability.

BHASHINI: Multilingual AI and Inclusive Services

Language barriers can prevent citizens from understanding welfare schemes, completing applications and accessing government information. BHASHINI, associated with the Digital India programme, seeks to facilitate multilingual digital services through language technologies, including translation and speech-based interaction. Such tools may make public information more accessible, particularly to citizens who are less comfortable with text-heavy digital platforms. Nevertheless, translation does not automatically ensure meaningful access. AI-generated responses may be inaccurate, incomplete or unsuitable for local dialects and contexts. An incorrect explanation of eligibility requirements could cause citizens to misunderstand their entitlements or miss important deadlines. Therefore, language coverage, accuracy and user experience require systematic evaluation. Multilingual AI should complement human assistance and provide access to authoritative information, especially where guidance affects important public benefits.

Kisan e-Mitra: AI-Assisted Agricultural Support

Agricultural households frequently seek information about government schemes, payment status, eligibility and application procedures. Kisan e-Mitra is an AI-enabled conversational facility intended to assist farmers with information about agricultural schemes, including PM-KISAN-related queries. Government initiatives also indicate broader interest in using AI for agricultural services (Ministry of Agriculture and Farmers Welfare, 2024). Conversational tools may reduce information barriers, answer routine questions and direct farmers

towards appropriate services. They may also help officials manage repetitive enquiries. However, these benefits depend on the accuracy and timely updating of information. An AI assistant's response should not be mistaken for a formal eligibility decision or an authorised determination under a government scheme. Farmers must retain access to officials and grievance mechanisms when answers are incorrect or individual circumstances require examination. Evaluation should consider answer accuracy, language accessibility, enquiry resolution and user experience rather than merely counting chatbot interactions.

SabhaSaar: AI and Local Self-Government

Gram Sabhas and Panchayats are important institutions of grassroots democracy, where community concerns, local priorities and administrative decisions are discussed. Preparing meeting records can require considerable time and administrative effort. Introduced by the Ministry of Panchayati Raj in August 2025, SabhaSaar uses AI to assist in summarising Gram Sabha and Panchayat meetings (Ministry of Panchayati Raj, 2025). Automated summarisation may simplify documentation, but local-government records must accurately represent discussions, objections and decisions. An omitted concern or incorrectly summarised statement could weaken institutional memory and public accountability. AI-generated summaries should therefore be checked and corrected by responsible officials before being treated as authoritative records. Their reliability also requires attention to audio quality, language variation and local terminology. SabhaSaar illustrates that administrative efficiency at the grassroots level matters only when it supports, rather than undermines, meaningful public participation and accurate record-keeping.

AI for Monitoring and Administrative Decision Support

AI may also assist government departments in monitoring programmes, forecasting service demand, identifying unusual transactions and organising administrative information. These are potential application areas, not evidence that every Indian department currently uses AI for these purposes. Analytical tools may help officials identify delays, prioritise inspections and examine patterns in programme implementation. However, an unusual transaction or algorithmic risk score is not proof of fraud or misconduct. Historical data may contain inaccuracies or reflect unequal administrative practices, while changing conditions can make earlier patterns unreliable. Systems therefore require validation, periodic review and indicators such as prediction accuracy, false-positive rates and the proportion of flagged cases subsequently substantiated. AI may support administrative judgement, but it should not replace legally required scrutiny. Where decisions affect citizens' entitlements or impose adverse consequences, authorised officials must examine relevant evidence, follow applicable procedures and provide appropriate opportunities for review.

Cross-Cutting Challenges: Towards Responsible AI Governance

Across these initiatives, six concerns deserve particular attention. First, accountability requires clear identification of the officials and institutions responsible for AI deployment, verification and correction of errors. Second, transparency requires sufficient information to understand how AI contributes to administrative decisions. Third, privacy and data governance demand lawful, necessary and secure handling of personal information. Fourth, fairness and inclusion require attention to differences in language, location, accessibility and system performance across population groups. Fifth, meaningful human oversight is essential where automated outputs influence consequential decisions. Human approval alone is insufficient if officials lack the information or authority to question a system. Sixth, independent evaluation is necessary because official announcements describe intended objectives but do not, by themselves, establish effectiveness. Responsible AI governance therefore requires risk-based assessment, reliable data, clear institutional responsibilities, regular testing, human review, accessible grievance redressal and continuing evaluation. The central issue is not how many AI systems government introduces, but whether they improve public services while protecting citizens' rights. In India, successful AI-enabled governance must balance technological innovation with constitutional values, administrative responsibility and the practical needs of the people it serves.

Artificial Intelligence and Administrative Efficiency in India

Artificial intelligence (AI) offers public administration opportunities to improve processing speed, manage information and support administrative decisions. However, efficiency involves more than completing tasks quickly. It also requires accuracy, reliability, accessibility and responsible use of public resources. As Hood (1991) and Dunleavy et al. (2006) suggest through their discussions of performance-oriented management and digital-era governance, technological change should improve administrative processes. Public Value Theory further emphasises that efficiency must contribute to meaningful public benefits (Moore, 1995).

Automation of Routine Administrative Processes

AI may assist with document classification, information extraction, grievance categorisation and responses to routine enquiries. These applications can reduce repetitive work and help officials concentrate on complex cases requiring professional judgement. However, incorrect classifications or incomplete information may create additional delays if outputs are not verified. Automating routine tasks must also be distinguished from automating consequential decisions, such as determining eligibility for public benefits. Evaluation should consider processing time, error rates, correction requirements and total administrative costs.

Data-Driven Decision-Making and Administrative Planning

AI-assisted analysis may help departments identify service-delivery gaps, forecast demand and plan resource allocation. Such tools can support evidence-informed decisions, but predictions remain estimates rather than certainties. Inaccurate or unrepresentative data may overlook disadvantaged communities or reproduce existing inequalities. Officials must therefore combine analytical outputs with local knowledge, professional judgement and periodic validation. The value of AI depends on whether it improves the quality of decisions compared with existing administrative methods.

Improving Service Delivery and Citizen Responsiveness

AI-enabled conversational systems and multilingual tools may help citizens understand government schemes, application procedures and grievance channels. Yet quick responses do not necessarily mean effective service delivery. Incorrect guidance may mislead applicants, while language barriers and limited digital access may exclude some citizens. Public institutions should provide accurate information, accessible human assistance and clear routes for clarification or review. Service quality should be assessed through response accuracy, successful enquiry resolution, accessibility and citizen experience.

Resource Allocation and Institutional Capacity

AI may support workload management, administrative coordination and the identification of recurring operational problems. However, successful adoption requires trained personnel, reliable data, suitable infrastructure and clear institutional responsibilities. Dependence on external vendors may weaken a department's ability to evaluate systems independently. Authorities must also consider training, maintenance, cybersecurity and correction costs. AI can strengthen administrative capacity, but it cannot independently resolve structural problems such as inadequate staffing or poorly designed procedures.

Limitations of Efficiency-Based Evaluation

Efficiency alone cannot establish the success of AI-enabled governance. Systems may reduce processing time while generating errors, unequal outcomes or privacy risks. They may also weaken procedural fairness if citizens cannot understand or challenge adverse decisions. Evaluation should therefore combine operational indicators—such as cost, speed and accuracy—with measures of accessibility, accountability, human review and grievance redressal. Where reliable evidence is unavailable, effectiveness should remain an open question rather than an assumed outcome. Overall, AI should be viewed as a means of improving administration, not an end in itself. Its contribution to Indian public administration must be judged by whether it delivers reliable services, uses resources responsibly and strengthens fairness, accountability and public trust.

Artificial Intelligence, Administrative Accountability and the Rule of Law in India

Artificial intelligence (AI) can improve administrative speed and information processing, but its use also raises important questions about accountability, legality and citizens' rights. A government decision is not legitimate merely because it is produced quickly; it must comply with the law, follow fair procedures and remain open to scrutiny. AI may assist public officials, but it cannot replace their legal responsibilities. In India, AI-enabled administration must operate within the constitutional framework of equality, personal liberty and judicial review. The central principle is that technological assistance must strengthen, rather than weaken, the rule of law.

Accountability in AI-Assisted Decision-Making

Administrative accountability requires public authorities to explain their decisions, justify their actions and correct errors. AI complicates this responsibility when decisions involve officials, developers, vendors and external data providers. However, a department cannot avoid responsibility simply because a computer system produced an incorrect recommendation. A clear distinction is necessary between technical responsibility for designing and maintaining AI systems and public accountability for their administrative use. Authorities should establish who approves a system, verifies its outputs, makes final decisions and addresses complaints. The level of oversight should reflect the potential consequences of error, particularly where welfare benefits, employment or access to essential services are involved.

Transparency, Explainability and the Citizen's Right to Know

Citizens should be able to understand how AI influences administrative decisions. Transparency requires information about a system's purpose and role, while explainability concerns whether its particular outputs and consequences can be understood. For example, if an AI system flags a welfare application for verification, the applicant should receive meaningful information about the relevant discrepancy and how it may be corrected, where legally permissible. Technical complexity should not make administrative decisions impossible to challenge. In India, transparency must be considered alongside the Right to Information Act, 2005, applicable confidentiality provisions and other relevant laws. The objective should be practical explainability: citizens need understandable reasons, while auditors and reviewing authorities may require more detailed technical records.

Human Oversight and Administrative Discretion

Human oversight is effective only when officials can independently examine and question AI-generated recommendations. Merely requiring an official to approve an automated output may turn supervision into a

formality. Lipsky's (1980) concept of street-level bureaucracy highlights the discretion exercised by officials implementing policies and interacting directly with citizens. AI may influence this discretion by determining which cases receive attention or are flagged for verification. However, automated systems may overlook exceptional circumstances or incomplete records. Meaningful oversight requires trained officials, access to relevant information, authority to reject unsuitable recommendations and proper documentation. Stronger safeguards are particularly important when decisions affect citizens' rights or entitlements. AI should support administrative judgement, not eliminate responsible human decision-making.

Algorithmic Bias, Equality and Procedural Fairness

AI systems may reproduce existing inequalities when their data are incomplete or reflect historical disadvantages. In India, differences in language, digital access, geography and administrative record-keeping may affect system performance across communities. For instance, a discrepancy in an applicant's records may result from a spelling error or outdated information rather than misconduct. Treating every discrepancy as evidence of wrongdoing could impose unfair burdens on citizens. Article 14 of the Constitution, which guarantees equality before the law and equal protection of the laws, provides an important framework for examining potentially arbitrary or discriminatory administrative practices. Authorities should test system accuracy, examine unequal error patterns and provide opportunities to correct information. Automated risk scores should not be treated as conclusive evidence of fraud or ineligibility. Fairness must remain an ongoing responsibility, supported by periodic evaluation and effective procedures for correcting harmful outcomes.

Judicial Review, Grievance Redressal and Effective Remedies

Citizens must have practical ways to challenge administrative errors and obtain appropriate remedies. Articles 32 and 226 of the Indian Constitution provide constitutional remedies before the Supreme Court and High Courts, respectively, subject to applicable legal requirements. The use of AI does not place administrative action beyond judicial scrutiny. In Justice K. S. Puttaswamy (Retd.) v. Union of India (2017), the Supreme Court recognised privacy as a fundamental right. This judgment is relevant where AI systems process personal information, although the legal requirements for each application depend on the applicable framework. Departments should provide accessible grievance mechanisms through which citizens can correct inaccurate records, submit evidence and request review by authorised officials. Appropriate records of AI outputs, human interventions and final decisions should be maintained, subject to applicable privacy and retention requirements. Ultimately, responsible AI governance requires clear accountability, meaningful explanations, effective human oversight, fair procedures and accessible remedies. AI-enabled administration is legitimate only when

technological efficiency remains subject to the rule of law and citizens retain a meaningful opportunity to question decisions affecting them.

Artificial Intelligence, Data Protection and Citizen Rights in India

Artificial Intelligence (AI) is increasingly influencing Indian public administration through the collection and analysis of personal information, including welfare records, health data, land details, financial transactions and citizens' interactions with government services. Although AI can improve administrative planning, decision-making and service delivery, its use also raises concerns regarding privacy, surveillance, data security, discrimination and individual autonomy. In a welfare-oriented democracy, citizens often share personal information to access essential services and statutory benefits; therefore, technological advancement must not come at the cost of their fundamental rights. The Supreme Court's judgment in *Justice K. S. Puttaswamy (Retd.) v. Union of India* (2017) established privacy as a fundamental right, providing an important constitutional foundation for responsible data governance. The Digital Personal Data Protection Act, 2023, also forms part of India's legal framework for protecting digital personal data, subject to its applicable provisions, commencement arrangements and exemptions. These frameworks underline the importance of ensuring that personal information is processed lawfully, fairly and for legitimate purposes. Since AI can combine information from multiple sources and generate inferences about individuals, public authorities must carefully assess the necessity and proportionality of data processing, collect only the information reasonably required, restrict unauthorised access and prevent inappropriate secondary use. Data accuracy is equally important because outdated records, spelling variations, transliteration errors and inconsistencies in land or identity databases may result in incorrect classifications or unfair denial of benefits. Such discrepancies should be verified rather than automatically treated as evidence of fraud or ineligibility. Clear institutional responsibilities, regular security assessments, staff training and appropriate safeguards are necessary throughout the AI system's life cycle, including its procurement, testing, deployment and retirement.

Data protection must also address cybersecurity, surveillance and the risk of digital exclusion. Government databases may face cyberattacks, unauthorised access, insider misuse and accidental disclosure, potentially exposing citizens to identity misuse, financial loss and reputational harm. AI-enabled integration of databases can increase these risks, making safeguards such as secure authentication, access controls, encryption where appropriate, system logging and effective incident-response procedures essential. Similarly, although monitoring may serve legitimate administrative purposes, indiscriminate surveillance can threaten privacy and personal autonomy; therefore, monitoring must have an appropriate legal basis and remain proportionate to its

intended purpose. At the same time, AI-enabled services may exclude citizens who lack reliable internet access, suitable devices, digital literacy or proficiency in the languages supported by a system. These barriers can be particularly significant for people in remote, mountainous, rural and tribal areas. Multilingual interfaces, voice-based assistance and conversational tools may improve accessibility, but their effectiveness requires proper testing for translation errors, dialect limitations and speech-recognition difficulties. Inclusive administration must retain suitable alternatives, including telephone support, in-person assistance and human facilitation, especially when essential services or statutory entitlements are involved. Accordingly, a rights-based framework for AI governance should integrate lawful data processing, purpose limitation, data minimisation, proportionality, transparency, meaningful human review, accessible grievance redressal, fairness, cybersecurity and continuing institutional oversight. Citizens should be able to seek correction of inaccurate records, understand the relevant basis of consequential administrative decisions and challenge adverse outcomes through appropriate mechanisms. Public participation involving citizens, frontline officials, civil society and experts can further help identify recurring problems and improve system design. Ultimately, responsible AI governance requires public institutions to evaluate technological systems not only in terms of accuracy and efficiency but also through their effects on privacy, equality, security, accessibility and public trust. The central principle is that citizens must be treated not merely as sources of administrative data but as rights-bearing individuals entitled to lawful, fair, secure and inclusive public services. AI should therefore strengthen administrative capacity while remaining consistent with constitutional values and the protection of citizen rights.

Ethical Challenges and Responsible Use of Artificial Intelligence in Public Administration

Artificial intelligence (AI) creates an important ethical challenge for public administration: how can governments improve efficiency without compromising fairness, dignity and accountability? Public institutions do more than process information; they distribute resources, implement policies and make decisions affecting citizens' lives. Therefore, AI must be evaluated not only by its technical accuracy but also by its impact on public interest and individual rights. AI may influence the prioritisation of applications, identification of cases for verification and classification of public complaints. Such functions can affect access to welfare benefits, healthcare, education and other essential services. Responsible use of AI consequently requires ethical judgment, professional responsibility and respect for democratic values.

Ethical Decision-Making, Fairness and Public Interest

A system may produce technically accurate results while still creating unfair outcomes. For example, an AI tool that prioritises applications with complete digital records may disadvantage citizens whose documents contain

errors or inconsistencies beyond their control. Fairness therefore requires attention to both decision-making procedures and their consequences. Public institutions must also distinguish administrative efficiency from the public interest. A system that reduces processing time but creates barriers for vulnerable citizens cannot be considered successful on efficiency alone. Similarly, tools designed to identify irregularities may generate false alarms if their limitations are not properly assessed. Officials should examine the assumptions behind AI recommendations and ensure that their use is consistent with legal requirements and the objectives of public programmes. Significant recommendations should not be treated as conclusive when they conflict with verified evidence or individual circumstances. The degree of human review should reflect the importance of the decision and the potential harm to citizens. Ultimately, ethical AI governance must ask not only whether a system works, but also whom it benefits and whom it may disadvantage.

Human Dignity, Professional Ethics and the Limits of Automation

Citizens should be treated as individuals with rights and circumstances, not merely as data points or risk categories. AI can process information quickly, but it may fail to recognise the personal context behind a welfare application, complaint or request for assistance. Human judgment remains particularly important when cases involve exceptional circumstances, conflicting evidence or significant consequences for individuals. Public officials must retain responsibility for decisions made with AI assistance. Simply stating that a computer system recommended an outcome is not an adequate justification for an adverse decision. Officials must examine whether the recommendation is reliable, relevant and consistent with applicable rules. One important risk is automation bias, which occurs when people place excessive trust in computer-generated recommendations. Training, independent verification and adequate time for review can help officials recognise errors and question questionable outputs. Administrative discretion also requires careful treatment. AI can support consistent decision-making, but excessive dependence on standardised recommendations may prevent officials from considering individual circumstances. At the same time, discretion should remain reasoned and accountable. Documenting significant departures from AI recommendations can help preserve both consistency and professional judgment.

Public Trust and Responsible AI Adoption

Public trust depends on whether citizens believe that government decisions are fair, lawful and open to challenge. AI may strengthen trust by improving service delivery, but opaque systems, inaccurate outputs and unclear responsibility can undermine institutional legitimacy. High usage of a digital platform does not necessarily demonstrate public confidence, particularly when citizens have no practical alternative. Before

deploying AI, public authorities should clearly identify who will authorise the system, supervise its operation, review significant outputs and address complaints. Citizens should have accessible channels for seeking explanations and challenging errors. Departments should also communicate the system's purpose, limitations and the role of human oversight without presenting AI as infallible. Consultation with citizens, frontline officials, civil society organisations and relevant experts can reveal problems overlooked during technical development. Institutions must also assess whether they have the expertise, trained personnel and resources required for effective supervision. Finally, AI systems should be evaluated continuously. Departments should monitor errors, complaints, accessibility and unequal outcomes, making improvements when problems emerge. Where risks cannot be adequately controlled, restricting or discontinuing a system may be necessary. Responsible AI adoption is therefore not simply a technological decision. It is an ethical and institutional responsibility. AI can strengthen public administration when it supports fairness, dignity, transparency and accountability. Its ultimate purpose should be to improve the quality of public service while preserving the human judgment and democratic values that give government its legitimacy.

Framework for Responsible AI Governance in Indian Public Administration

Artificial intelligence (AI) can improve administrative efficiency, but its responsible use requires safeguards for accountability, privacy, fairness and citizens' rights. These challenges cannot be addressed through technology alone. They require clear institutional responsibilities, appropriate legal safeguards, human oversight and continuous evaluation. India has taken steps towards responsible AI governance. NITI Aayog's Responsible AI publications emphasise safety, equality, inclusivity, privacy, transparency and accountability (NITI Aayog, 2021a, 2021b). The Ministry of Electronics and Information Technology also introduced the India AI Governance Guidelines on 5 November 2025, promoting safe, inclusive and responsible AI adoption (MeitY, 2025). However, policy principles must be translated into practical administrative procedures. This section proposes five interconnected measures for achieving that objective.

Risk-Based Classification of AI Applications

AI applications do not carry equal risks. A tool that summarises meeting minutes differs significantly from one that influences welfare eligibility, public recruitment or enforcement decisions. Departments should assess systems according to their purpose, data sensitivity, level of automation and potential consequences of error. For practical assessment, this paper proposes three categories: low-risk applications, such as document formatting and administrative summarisation; moderate-risk applications, such as complaint prioritisation and workload forecasting; and high-risk applications that materially influence decisions affecting rights, essential

services or livelihood opportunities. This is an analytical framework proposed by the paper, not a claim that Indian law formally classifies all government AI applications in these categories. Higher-risk systems should undergo more rigorous testing, documented assessment, meaningful human review and accessible grievance procedures. Authorities should also reconsider whether automation is appropriate where potential harms cannot be adequately controlled. Risk assessments should be repeated whenever a system's purpose, data sources or degree of automation changes.

Institutional Accountability and Human Oversight

Every AI application should have a clearly identified public authority responsible for its use, supervision and review. Departments should specify who authorises the system, verifies significant outputs, investigates errors and responds to complaints. Depending on the system's risk, a review mechanism may include administrative officers, technical experts, legal advisers and data-governance specialists. Human oversight must be meaningful. Officials should possess the knowledge and authority to question or reject recommendations that conflict with verified evidence or applicable rules. This is especially important when decisions affect statutory entitlements or other significant interests. Responsibility should also remain clear when private technology providers are involved. Vendors may have contractual responsibilities for technical performance, but outsourcing technology should not make it impossible for citizens to identify the responsible public authority or pursue available remedies. Clear reporting procedures and corrective measures are therefore essential to accountable AI governance.

Transparency, Auditing and Continuous Evaluation

AI systems should be assessed before deployment and throughout their operational life. Departments should establish baseline indicators, including processing time, error rates, manual corrections, system reliability and complaint resolution. Where citizens are affected, assessments should also consider accessibility and whether particular groups experience disproportionate difficulties. Auditing should examine not only technical accuracy but also whether the system serves its authorised administrative purpose fairly. The level of scrutiny should reflect the potential consequences of failure. Higher-risk applications may require independent assessment, more extensive testing and closer examination of outcomes across relevant population groups. Transparency should meet the needs of different stakeholders. Citizens require understandable explanations of decisions affecting them, while auditors and authorised oversight bodies may need detailed technical records. Personal information and legitimately protected material must remain safeguarded. Audit findings should lead to

corrective action, further testing or suspension when necessary. Continuous evaluation helps identify emerging errors, bias and changing risks.

Data Protection, Privacy and Inclusive Service Delivery

Responsible AI requires lawful data processing, accurate records, secure access and clearly defined purposes. Departments should identify what information is necessary, who may access it and how inaccuracies will be corrected. Arrangements with external providers should specify data-handling responsibilities, security requirements and permitted uses in accordance with applicable law. Data quality is particularly important where records contain spelling differences, incomplete addresses or inconsistencies between databases. Such discrepancies should be verified rather than automatically interpreted as evidence of fraud or ineligibility. Inclusive governance also requires attention to language, disability, digital literacy and geographical barriers. Multilingual platforms can improve access, but citizens must be able to obtain human assistance when automated services are inadequate. Appropriate non-digital channels should be retained where necessary to prevent avoidable exclusion. Citizens should also have practical opportunities to correct records and seek review of consequential decisions.

Capacity-Building, Public Participation and Institutional Learning

Responsible AI depends on capable institutions, not simply the purchase of advanced technology. Administrators need to understand its implications for public expenditure and accountability; frontline officials need training to recognise errors and exercise independent judgment; and legal and audit personnel need the skills to examine compliance and system performance. Departments should assess long-term costs, maintenance requirements, cybersecurity and dependence on external providers before adopting AI. Consultation with citizens, frontline employees, civil society and relevant experts can help identify problems that technical testing may overlook. Complaints, recurring errors and unequal outcomes should inform institutional learning. Departments should establish clear criteria for continuing, modifying or discontinuing systems. An application should not be retained merely because money has already been invested in it; its continued use should depend on demonstrated usefulness, manageable risks and compliance with applicable requirements. Ultimately, responsible AI governance must ensure that technological innovation serves the public interest. By combining risk assessment, clear accountability, effective oversight, data protection, inclusion and institutional learning, Indian public administration can pursue efficiency without compromising citizens' rights or public trust.

Research Methodology

This study adopts a qualitative, exploratory and analytical research design to examine the opportunities and challenges of artificial intelligence (AI) in Indian public administration. It is a conceptual, document-based study that explores how AI can improve administrative efficiency while protecting accountability, privacy, fairness and citizens' rights. Rather than measuring the performance of a particular algorithm, it examines the principles and conditions required for responsible AI adoption. The study relies on secondary sources, including academic books, peer-reviewed journal articles, government policy documents, legislation, judicial decisions and international guidelines. It examines relevant public-administration theories, Indian AI governance initiatives and legal frameworks. Government initiatives such as BHASHINI, Kisan e-Mitra and SabhaSaar are used to illustrate potential administrative applications, not as independent proof of their effectiveness. International frameworks, including the OECD Recommendation on Artificial Intelligence and UNESCO's Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence, provide additional perspectives on responsible governance.

Qualitative thematic analysis is used to organise the material around administrative efficiency, accountability, transparency, human oversight, privacy, data protection, fairness, inclusion, public trust and effective remedies. The analysis connects these themes with New Public Management, digital-era governance, public value theory, principal–agent theory and street-level bureaucracy. Relevant constitutional and legal principles are examined to understand their implications for AI-assisted administration. The findings inform a proposed framework for responsible AI governance in India. The study focuses on AI applications in Indian public administration, particularly citizen-facing services, decision-support systems and administrative information processing. It does not include original surveys, interviews or field observations. Consequently, it cannot independently establish citizens' experiences or the actual performance of specific AI initiatives. Official publications are used to understand stated objectives, while claims about outcomes remain limited without independent evaluation. The proposed governance framework is conceptual and requires empirical testing across departments, states and service-delivery contexts. Relevant legal and policy developments should also be verified before publication. The study maintains academic integrity through accurate citation, careful interpretation and a clear distinction between evidence, hypothetical examples and analytical arguments. It differentiates binding legal requirements from government guidance, international recommendations and the author's proposals. Hypothetical risks are not presented as documented incidents without supporting evidence. This approach promotes transparency, conceptual clarity and consistency between the research objectives, analysis and conclusions.

Major Analytical Findings

The analysis suggests that AI can improve public administration in India, but its success cannot be measured by speed or automation alone. Accuracy, fairness, accessibility, privacy and citizen satisfaction are equally important. AI does not remove the responsibility of public officials; administrative decisions must remain open to explanation, human review and appropriate remedies. Reliable data, meaningful oversight and strong safeguards are essential to prevent errors, discrimination and misuse of personal information. Inclusive implementation also requires attention to language, disability, digital literacy and connectivity. These are conceptual findings based on documentary analysis, not results from an empirical survey.

Policy Recommendations

The Government of India should adopt practical, department-specific AI governance protocols. Before implementation, departments should assess potential risks, legal requirements and effects on citizens. Every consequential AI application should have clearly identified institutional responsibility, meaningful human supervision and accessible grievance-redressal mechanisms. Public authorities should strengthen data protection, cybersecurity, transparency and algorithmic auditing. AI-enabled services must remain accessible to diverse communities, with human-assisted alternatives where necessary. Regular evaluation should measure accuracy, processing time, complaint resolution, accessibility and fairness rather than focusing only on technological adoption. Training public officials and encouraging independent research will further support responsible implementation.

An Integrated Conceptual Framework for Evaluating Artificial Intelligence in Indian Public Administration

This paper proposes an integrated conceptual framework for evaluating artificial intelligence (AI) in Indian public administration, recognising that technological efficiency alone cannot guarantee good governance. Drawing on New Public Management (Hood, 1991), digital-era governance (Dunleavy et al., 2006) and public value theory (Moore, 1995), the framework combines administrative performance with accountability, constitutional values and citizen welfare. It identifies five interconnected dimensions: administrative efficiency, accountability and transparency, privacy and data protection, fairness and inclusion, and public value and citizen trust. Administrative efficiency examines whether AI improves processing time, accuracy, resource utilisation and service quality without creating additional errors or burdens. Accountability and transparency require clearly defined institutional responsibilities, understandable explanations, documented decisions, meaningful human oversight and accessible grievance-redressal mechanisms. Privacy and data protection emphasise lawful data processing, information security, accurate records and safeguards against unnecessary

collection or misuse of personal information. Fairness and inclusion require AI-enabled services to address differences in language, disability, digital literacy and connectivity so that disadvantaged communities are not excluded. Public value considers whether AI improves service accessibility, responsiveness, equitable outcomes and citizens' confidence in public institutions. Two principles apply across all five dimensions: compliance with applicable law and meaningful human oversight. Public authorities must retain responsibility for administrative decisions rather than treating automated outputs as final or unquestionable. The framework can be applied through a systematic process involving identification of administrative needs, assessment of potential risks, establishment of baseline performance indicators, implementation of proportionate safeguards and continuous monitoring. Departments should examine errors, complaints, accessibility and unequal outcomes, correcting shortcomings and reconsidering systems that create unacceptable risks. The framework provides a basis for evaluating individual AI applications, comparing administrative practices and developing future empirical research. However, it remains conceptual and requires testing and validation before its practical effectiveness can be established. Its central contribution is to connect technological performance with administrative responsibility, citizens' rights and public welfare. AI should not be considered successful merely because it makes government faster or more automated; its true value lies in making public administration more efficient, fair, transparent, accountable and responsive while protecting citizens' rights and maintaining public trust.

Future Research Directions and Implications for Democratic Governance

Future research should move beyond official claims about artificial intelligence (AI) and examine its actual effects on public administration. Comparative case studies, citizen surveys, interviews and administrative records could help determine whether AI improves service delivery, reduces errors and costs, and increases citizen satisfaction. Research should also explore differences in digital access across urban, rural, remote and tribal areas, particularly in Himachal Pradesh, where geography, connectivity, language and administrative capacity may influence citizens' experiences. Another important area is algorithmic accountability, including how public officials evaluate AI-generated recommendations, correct errors and retain responsibility for administrative decisions. Studies on privacy and data governance could examine citizens' understanding of personal-data use, institutional safeguards and the relationship between data protection and public trust. Researchers should also develop and validate indicators covering efficiency, accuracy, transparency, privacy, fairness, accessibility, grievance redressal and public value. These measures must be appropriate to the purpose and risks of each application and should not be used for rankings without a sound methodology. Comparative

studies of India and other jurisdictions could identify useful practices in AI auditing, procurement, impact assessment and citizen remedies, while recognising differences in legal systems and administrative conditions.

Beyond these practical concerns, AI raises fundamental questions about democratic governance. Public administration is not merely about processing information quickly; it also involves exercising public authority fairly, transparently and responsibly. AI may strengthen institutional legitimacy when it improves services while preserving accountability and citizen participation. However, systems that make decisions difficult to understand, weaken human judgment or restrict opportunities to challenge administrative action may undermine public trust. Decisions about automation must therefore remain subject to legal requirements, institutional scrutiny and ethical judgment. The central research challenge is to establish not only whether AI systems function effectively, but also how they affect citizens' rights, participation and relationship with the state. Ultimately, AI should strengthen democratic governance rather than make efficiency its sole objective. The conclusion should explicitly demonstrate how the paper has addressed its objectives: examining AI applications in Indian public administration, evaluating their potential for administrative efficiency, analysing accountability and citizen rights, identifying ethical and implementation challenges, and proposing a responsible governance framework. The revised version below connects these objectives to the study's analytical findings without claiming empirical results that the research did not establish.

Conclusion

This study examined the growing role of artificial intelligence (AI) in Indian public administration, focusing on its potential to improve administrative efficiency, its implications for accountability and citizen rights, and the safeguards required for responsible implementation. In doing so, it addressed the central question of how technological innovation can strengthen public service delivery without compromising the democratic, legal and ethical foundations of governance. The analysis of AI-enabled initiatives in India demonstrates the range of administrative functions in which AI may assist information processing, policy support, multilingual communication and citizen-service delivery. However, consistent with the study's first objective, the paper highlights that the potential for greater efficiency should not be confused with proven administrative success. Genuine improvement must also be assessed in terms of accuracy, service quality, accessibility, fairness and the experiences of citizens. In addressing the second objective, the study examined the implications of AI for administrative accountability, transparency, privacy and individual rights. It emphasises that public authorities must retain responsibility for decisions influenced by automated systems. Meaningful human oversight, appropriate explanations, data protection and accessible grievance-redressal mechanisms are essential to ensure

that technological complexity does not weaken citizens' ability to question administrative action. The analysis also identifies digital exclusion, algorithmic bias, inadequate institutional capacity and cybersecurity risks as important challenges requiring continuous attention. The study's principal contribution lies in proposing an integrated conceptual framework that brings together five dimensions: administrative efficiency, accountability and transparency, privacy and data protection, fairness and inclusion, and public value and citizen trust. By placing legal compliance and human oversight across these dimensions, the framework provides a structured basis for evaluating AI applications before deployment and throughout their operation. It also offers directions for future empirical research to test whether these safeguards improve administrative outcomes. Ultimately, the study argues that AI should be treated as an instrument of public service, not as a substitute for human judgment or institutional responsibility. The success of AI in Indian public administration will depend not merely on technological advancement, but on its ability to make governance more efficient, equitable, accountable and citizen-centred while protecting constitutional values and public trust.

References

1. Dunleavy, P., Margetts, H., Bastow, S., and Tinkler, J. (2006). New public management is dead—Long live digital-era governance. Journal of Public Administration Research and Theory, 16(3), 467–494. https://doi.org/10.1093/jopart/mui057
2. Floridi, L., et al. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. Minds and Machines, 28, 689–707. https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5
3. Government of India. (2005). The Right to Information Act, 2005.
4. Government of India. (2023). The Digital Personal Data Protection Act, 2023 (Act No. 22 of 2023). India Code. https://www.indiacode.nic.in/indiacode/handle/123456789/22037?view_type=browse
5. Government of India. The Constitution of India, Articles 14, 21, 32 and 226.
6. Hood, C. (1991). A public management for all seasons? Public Administration, 69(1), 3–19. https://doi.org/10.1111/j.1467-9299.1991.tb00779.x
7. Justice K. S. Puttaswamy (Retd.) v. Union of India, (2017) 10 SCC 1 (India).
8. Lipsky, M. (1980). Street-level bureaucracy: Dilemmas of the individual in public services. Russell Sage Foundation.
9. Ministry of Agriculture and Farmers Welfare. (2024, January 17). Ministry of Agriculture & Farmers Welfare is leveraging cutting-edge artificial intelligence (AI) technologies for the benefit of farmers and to increase overall productivity. Press Information Bureau, Government of India. https://www.pib.gov.in/Pressreleaseshare.aspx?PRID=1997066&lang=2&reg=48
10. Ministry of Electronics and Information Technology. (2024, March 7). Cabinet approves ambitious IndiaAI Mission to strengthen the AI innovation ecosystem. Press Information Bureau, Government of India. https://www.pib.gov.in/Pressreleaseshare.aspx?PRID=2012357&lang=1&reg=3
11. Ministry of Electronics and Information Technology. (2025, November 5). MeitY unveils India AI Governance Guidelines under IndiaAI Mission to ensure safe, inclusive, and responsible adoption of artificial intelligence across sectors. Press Information Bureau. https://www.pib.gov.in/Pressreleaseshare.aspx?PRID=2186639&lang=2&reg=3
12. Ministry of Electronics and Information Technology. (n.d.). BHASHINI. Digital India BHASHINI Division. https://bhashini.gov.in/en/

13. Ministry of Panchayati Raj. (2025, August 14). AI boost for Panchayats: Union Minister Shri Rajiv Ranjan Singh to launch "SabhaSaar" today in New Delhi. Press Information Bureau, Government of India. https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2156248&lang=2&reg=3
14. Moore, M. H. (1995). Creating public value: Strategic management in government. Harvard University Press.
15. NITI Aayog. (2021a). Approach document for India: Part 1—Principles for responsible AI. https://www.niti.gov.in/node/326
16. NITI Aayog. (2021b). Approach document for India: Part 2—Operationalizing principles for responsible AI. https://www.niti.gov.in/node/463
17. OECD. (2019). Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449
18. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence* (OECD/LEGAL/0449). https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449
19. UNESCO. (2021). Recommendation on the ethics of artificial intelligence. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137

TRANSFORMİNG PESANTREN GOVERNANCE: MANAGİNG VİOLENCE PREVENTİON AND BUİLDİNG SAFE EDUCATİONAL ECOSYSTEMS İN PEKALONGAN

Asipah

Sekolah Tinggi Agama Islam Ki Ageng Pekalongan (STAIKAP)

asipah.staikap@gmail.com

Abstract

Violence prevention has become an increasingly urgent dimension of educational governance, particularly in Islamic boarding schools (pesantren), where institutional traditions, authority structures, residential life, and religious values intersect in shaping students' everyday experiences. This study examines how pesantren in Pekalongan transform their governance systems to prevent violence and strengthen a safe, inclusive, and child-friendly educational ecosystem. Specifically, the research explores leadership commitment, institutional policies, standard operating procedures, human resource management, reporting and response mechanisms, student protection practices, and collaboration with external stakeholders. Using a qualitative multiple-case study design, the study will collect data through in-depth interviews, participant observation, and document analysis involving pesantren leaders, teachers, dormitory supervisors, students, parents, and relevant institutional partners. The study will analyse data thematically through coding, categorisation, cross-case comparison, and interpretive analysis. The study is expected to show that effective violence prevention in pesantren requires more than formal regulations; it depends on integrating protective governance, ethical leadership, transparent communication, participatory supervision, and culturally sensitive mechanisms consistent with Islamic educational values. The research is also expected to identify institutional barriers, including hierarchical power relations, limited reporting channels, weak procedural standardisation, and uneven staff capacity. By proposing a context-sensitive model of safe pesantren governance, this study contributes to Islamic education management scholarship. It offers practical recommendations for pesantren, government agencies, and educational stakeholders seeking to build safer, more accountable Islamic educational institutions in Pekalongan and comparable contexts.

Keywords: Islamic Education Management, Pesantren Governance, Violence Prevention, Safe Educational Ecosystem, Pekalongan.

INFLUENCE OF HEALTHCARE COMMUNICATION ON PATIENT SATISFACTION AND CARE OUTCOMES

Dr R Gowri

GRT Institute of Pharmaceutical Education and Research,Tiruttani

Corresponding Author Email : gowripharmajaya@gmail.com

Introduction: Effective communication is a fundamental component of quality healthcare. Clear, respectful, and empathetic interaction between healthcare professionals and patients promotes trust, improves understanding, and encourages active participation in treatment. The quality of communication can influence patient satisfaction, adherence to therapy, and overall healthcare experiences..

Key Components of Effective Communication

- **Active listening:** Understanding the patient's concerns without interruption.
- **Empathy:** Recognizing and responding appropriately to patients' emotions.
- **Clear language:** Explaining medical information in simple, understandable terms.
- **Non-verbal communication:** Using appropriate facial expressions, eye contact, posture, and tone.
- **Patient involvement:** Encouraging patients to participate in healthcare decisions.
- **Feedback and clarification:** Confirming whether the patient has understood the information provided.
- **Influence on Patient Satisfaction:**Effective communication can create a supportive healthcare environment in which patients feel respected, heard, and valued. Patients who receive understandable information and have opportunities to express their concerns may develop greater confidence in their healthcare providers. This can contribute to satisfaction with consultations, counselling, treatment decisions, and healthcare services.
- **Role of Pharmacists:** Pharmacists have frequent opportunities to communicate directly with patients regarding medication selection, administration, adverse effects, adherence, and lifestyle modifications. Effective pharmacist–patient communication can improve medication understanding and support the safe and appropriate use of medicines.
- **Conclusion:** Healthcare communication extends beyond the mere transmission of clinical information and constitutes a fundamental component of patient-centred healthcare delivery. Effective communication facilitates the establishment of therapeutic relationships, enhances patient satisfaction, promotes active participation in treatment, and contributes to improved healthcare outcomes. Therefore, strengthening communication competencies among healthcare professionals is essential for ensuring effective, safe, and high-quality patient care.

Keywords: Healthcare, Patient satisfaction, Patient counseling.

FROM LOCAL FLAVORS TO DİGİTAL MARKETS: BRANDİNG, STORYTELLİNG, AND DİGİTALİZATİON OF BATANG CULİNARY HERİTAGE

Adhi Wira Pradana Sugiyantoro[1], Muhammad Naziih Haniif [2], Irfandi Rizqullah[3], Sauqi Masda Kama[4], Miftakhudin [5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: sauqi.masda.kama24176@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Batang Regency possesses a diverse culinary heritage that reflects local identity, cultural values, traditional knowledge, and the creativity of local communities. However, the growing competition in the modern culinary market requires traditional food products to adapt without losing their distinctive local character. This chapter explores the role of culinary branding and digitalization in strengthening the competitiveness and market reach of Batang's culinary products. The discussion focuses on five interconnected strategies: local identity-based culinary branding, social media marketing, food photography and visual branding, digital storytelling, and e-commerce. Local identity can be transformed into a distinctive brand through names, packaging, visual elements, product narratives, and cultural values, while maintaining authenticity. Social media provides opportunities for culinary businesses to promote products, interact with consumers, and apply structured marketing approaches such as AIDA. Meanwhile, food photography and consistent visual branding help communicate product quality and strengthen brand recognition. Digital storytelling connects traditional culinary products with younger and digitally oriented consumers by presenting authentic stories about ingredients, production processes, cultural heritage, and local entrepreneurs. Furthermore, e-commerce expands market access beyond geographical boundaries and creates opportunities to connect culinary branding with tourism. Overall, digitalization should not merely pursue sales growth, but also function as a strategy for preserving local identity while transforming Batang's traditional culinary heritage into competitive, relevant, and marketable creative products.

Keywords: Batang Culinary, Culinary Branding, Local Identity, Digital Marketing, Digital Storytelling, E-Commerce, Culinary Heritage

FOOD SAFETY AND QUALITY ASSURANCE IN DEVELOPING THE HALAL CULINARY ECOSYSTEM IN BATANG REGENCY

Adhi Wira Pradana Sugiyantoro[1], Muhammad Naziih Haniif [2], Irfandi Rizqullah[3], Sauqi Masda Qama[4], Miftakhudin [5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: irfandi.rizqullah24151@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Food safety and quality assurance are essential components in developing a sustainable halal culinary ecosystem. Halal products are not only expected to comply with Islamic requirements but also need to be safe, clean, and of consistent quality. This study discusses the importance of food safety and quality assurance for culinary Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs), particularly in the context of Batang Regency. Food safety involves controlling biological, chemical, and physical hazards that may occur during food production, storage, and distribution. The World Health Organization (WHO) promotes the Five Keys to Safer Food, which include maintaining cleanliness, separating raw and cooked food, cooking food thoroughly, keeping food at safe temperatures, and using safe water and raw materials. These principles are particularly relevant for MSMEs because simple production practices can still create risks of contamination if they are not managed systematically. In addition to food safety, quality assurance is needed to maintain consistency in taste, texture, portion, packaging, and production processes. For traditional culinary products in Batang, standardization should not eliminate their cultural characteristics but should help preserve them as production volumes increase. Food safety and quality assurance are also increasingly important in traditional markets, tourism destinations, and food delivery services, where products may be exposed to different handling and distribution conditions. Therefore, strengthening food safety practices and simple quality standards can improve consumer confidence, protect the reputation of local culinary products, and support the development of Batang's traditional culinary sector into a competitive and sustainable halal culinary industry.

Keywords: food safety, quality assurance, halal culinary ecosystem, MSMEs, traditional culinary, Batang Regency

THE ROLE OF E-COMMERCE İN EXPANDİNG THE MARKET REACH OF LOCAL MSMES İN BATANG REGENCY

Muhammad Reza Kurniawan

UIN K.H ABDURRAHMAN WAHID PEKALONGAN

Abstract

The rapid growth of digital technology has reshaped how micro, small, and medium enterprises (MSMEs) reach consumers, yet many local businesses in Batang Regency, Central Java, have not fully benefited from this transformation. This study examines the role of e-commerce in expanding market reach for MSMEs in Batang, focusing on the adoption of online marketplaces and social commerce platforms, the factors that support or hinder adoption, and the resulting impact on sales performance. A qualitative descriptive approach was employed, drawing on in-depth interviews, field observations, and documentation involving MSME owners in sectors such as batik, culinary products, and handicrafts. The data were analyzed through data reduction, data display, and conclusion drawing. The findings indicate that e-commerce enables business actors to overcome geographical limitations, access broader consumer segments beyond the local and regional market, and reduce promotional and distribution costs. Marketplaces such as Shopee and Tokopedia, along with social media platforms like Instagram, were identified as the primary channels used. Nevertheless, several challenges remain, including limited digital literacy, inadequate product photography and branding, high logistics costs, and inconsistent customer service and content management. Business actors who actively apply digital marketing strategies and maintain product quality reported higher sales volume and stronger customer retention. The study concludes that e-commerce is a strategic instrument for market expansion, but its effectiveness depends on human resource readiness, institutional support, and product innovation. Therefore, continuous training, collaboration with local government and digital communities, and the development of local product branding are recommended to strengthen the competitiveness of Batang's MSMEs in the digital economy.

Keywords: e-commerce; market expansion; MSMEs; digital marketing; Batang Regency

CRAFTS AND ART PRODUCTS AS DRIVERS OF THE CREATIVE ECONOMY IN INDONESIA

Belinda HALILAJ **Lia Fatra Nur Laili Kamalin, M. Reza Fahrezi, Muhammad Romiz Assiddiqi**

Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Crafts and art products are an important part of the development of Indonesia's creative economy, relying on creativity, skills, innovation, and the utilization of local cultural potential. The development of this subsector not only produces products with higher economic value but also provides benefits in social, cultural, and environmental aspects. Crafts can transform simple materials and local resources into products with practical value, uniqueness, and competitiveness in the market. The utilization of local materials, such as purun plants processed into various woven products, demonstrates that community creativity can become a source of income while supporting more environmentally friendly resource utilization. The development of craft businesses can also create employment opportunities and increase community income, including providing opportunities for women and young people in rural areas to participate in economic activities. In addition, the use of traditional motifs, materials, techniques, and values in craft products can help preserve cultural identity and introduce it to future generations. Meanwhile, art has broader functions as a means of expression, communication, education, ritual, and preservation of social values and norms. Art products, both visual arts and performing arts, also have economic potential that can contribute to national economic growth. Therefore, the development of crafts and art products needs to be continuously supported through innovation and community empowerment in order to improve welfare, strengthen local culture, and promote sustainable economic growth.

Keywords: creative economy, crafts, art products, local culture, community empowerment.

THE CONSTITUTIONAL CHARACTER OF THE INSTITUTION OF MARRIAGE AND ITS PROTECTION BY THE STATE

Belinda HALILAJ

Doctor of Law, Lecturer at "Ismail Qemali" University, Vlora, Albania

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-3794-9195

E-mail: belinda.halilaj@univlora.edu.al

Abstract

Marriage is one of the fundamental institutions of family law and, at the same time, a relationship of particular social and legal significance. The right to marry is directly linked to individual freedom and the individual's right to found a family. However, the exercise of this right is not unlimited, as entering into marriage is conditional upon meeting requirements established by law and the absence of legal impediments to marriage. This article examines the constitutional character of marriage as a legal institution and the role of the state in guaranteeing and protecting the exercise of the right to marry. The analysis focuses on the historical development of the requirements and impediments governing marriage, with particular attention to Roman law, Albanian customary law, and the evolution of Albanian legislation, including the Civil Code of the Albanian Kingdom, the 1982 Family Code, and the contemporary legal regulation of marriage. Particular emphasis is placed on the distinction between the substantive and formal elements of marriage, as well as on the concept of legal capacity to marry. The article concludes by identifying the legal mechanisms through which the state safeguards the validity of marriage and provides institutional protection for marriage as a fundamental component of family life.

Keywords: Constitution, family, marriage, state, legal protection.

1. INTRODUCTION

Human society has undergone continuous evolution from its inception to the present day. The developments and changes that occurred within the realm of marriage were not merely coincidental, they represented a pivotal point for social advancement and were subsequently viewed as a necessity. Every individual has the right to marry and found a family, a right that cannot be deniedas enshrined in Article 53 of the Constitution of the Republic of Albania (2017). Although the right to marry is recognized for every individual regardless of religious, racial, or national background, its successful realization is not always guaranteed. Prospective spouses must meet all requisite conditions, and no legal impediments to marriage must exist, adherence to these requirements ensures the successful conclusion of the marriage.

Meeting the requirements for entering into marriage is not a condition unique to modern legislation, strict conditions existed even when the religious form of marriage prevailed. Today, the conditions for entering into marriage are more favorable. In addition to the requirements that prospective spouses must meet, it is also necessary to verify that no legal impediments exist. This paper aims to analyze the constitutional nature of the right to marriage in the Republic of Albania and to highlight the role of the state in respecting and implementing this right.

2. IDENTIFYING THE CONSTITUTIONAL NATURE OF THE INSTITUTION OF MARRIAGE

The Constitution (2017) stipulates that everyone has the right to marry. Marriage is contracted by the prospective spouses when they meet all the conditions prescribed by the legislation in force.

While certain conditions must be met for a marriage to be contracted, the situation regarding prohibitions is quite different; the latter must not exist at the time the marriage is entered into, yet both relate to the prospective spouses. Marital conditions and prohibitions have undergone an evolution. Studying the changes associated with them is significant, as it raises questions such as: "Did a young woman have the right to express her own will regarding marriage when customary law was in effect?" and "Was there a specific age limit?" The consent of the prospective spouses is an essential element for contracting a marriage. Regardless of the evolution of this institution, free and uncoerced consent remains the foundation of the marriage.

The constitutional nature of the institution of marriage is reflected in the age of the prospective spouses, the consent to enter into marriage, compliance with marital requirements and prohibitions, and the formalities involved in finalizing the marriage.

3. THE EVOLUTION OF MARITAL AND PROHIBITIONS CONDITIONS

3.1 Roman Law

In Roman society, marriage was considered sacred. During this period adherence to specific conditions and prohibitions was essential. Under Roman law, these conditions were (Mandro, 2004):

1.The right to contract a marriage, *ius connubii*: This right was not enjoyed by everyone, it was held only by Roman citizens and the old Latins.

2. *Affectio maritalis*: the intent to enter into a marriage.

Initially, this intent rested with the fathers of the prospective bride and groom; later, the expression of this intent became the prerogative of the prospective spouses themselves.

3.The third condition concerned the spouses' attainment of puberty: the girl had to be at least 12 years old, and the boy at least 14.

4.Marriage could only be contracted in the form prescribed by law.

Regarding marriage prohibitions in Roman law, the following were stipulated (Mandro, 2004):

1.An existing marriage was one of the primary impediments to entering into a new marriage; this impediment remains valid under modern legislation.

2.Blood relation without limitation.

3.Subsequent prohibitions were also established based on status and social position.

3.2 Customary Law

Under Albanian customary law, a marriage could not be contracted unless the necessary conditions were met; furthermore, there had to be no impediments preventing the marriage from taking place. During this period, when the Kanun of Lekë Dukagjini was strictly observed, marriage was not a matter of personal choice, rather, it resembled an agreement (Gjeçovi, 2001). Marriages were arranged based on the will of the girl's father and the boy's father.

The Kanun of Lekë Dukagjini stipulated that a marriage could not take place if certain prohibitions existed, these restrictions were determined prior to the engagement (Luarasi, 2018). An engagement could not be contracted if the families of the young man and woman shared blood ties or kinship, nor could they belong to the same clan.

3.3 Albanian Positive Law

The Civil Code of the Albanian Kingdom, which entered into force on April 1, 1929, addressed the conditions and prohibitions regarding marriage. Article 121 of the Code stipulated that the age for marriage was 18 for

males and 14 for females, marriage could not be contracted prior to reaching these ages (Gjeçovi, 2001). To contract a marriage, the formality of announcing the marriage had to be carried out by the civil status officer through a public notice posted at the entrance of the Municipality or Commune where the prospective spouses resided.

The 1982 Family Code was an important source of our legislation during that period (Law No.6599, 1982). The Code stipulated the conditions and prohibitions that prospective spouses were mandatorily required to observe, thereby also determining the legal consequences the marriage would entail. Adherence to marital conditions and impediments was essential, as failure to comply with them rendered the marriage invalid. One of the main conditions for entering into marriage was the consent of the future spouses (Begeja, 1984). The remainder of the article addresses the requirement that marriage be based on mutual acquaintance and love, this requirement is of an educational nature (Begeja, 1984). These two requirements within the same article differ from one another in that failure to meet the first requirement renders the marriage invalid, whereas failure to meet the second does not.

The will of the spouses to enter into marriage cannot be restricted neither by a time limit nor by a condition requiring the other spouse to perform or refrain from performing a specific act. Another condition for contracting a marriage concerns the age of the spouses. The age for marriage was set at 16 for women and 18 for men.

4. THE DISTINCTION BETWEEN FORMAL ELEMENTS AND THE CONCEPT OF CAPACITY TO MARRY (SUBSTANTIVE).

Marriage is a voluntary union between a man and a woman who have reached the age required by law. It is the source of family relationships and aims to establish a family. For prospective spouses to enter into a legally valid marriage, they must meet all the "essential conditions for contracting a marriage" (Mandro et.al., 2006). To enter into marriage, the prospective spouses must not only meet and observe the essential conditions, but they must also possess the legal capacity to marry. But when do prospective spouses possess the capacity to marry? Prospective spouses have the capacity to enter into marriage with each other if they fulfill the essential conditions required by law for contracting a marriage and subsequently carry out or solemnize it in the form prescribed by law. Thus, the concept of capacity to marry highlights two key elements: i) the fulfillment of essential conditions, and ii) solemnization in the form required by law (Mandro et.al., 2006).

Preliminary formalities and the solemnization of the marriage constitute a crucial prerequisite for the marriage to exist as failure to observe them renders the marriage invalid thereby distinguishing this stage from the

drafting and registration of the marriage record, which serve to provide proof that the marriage has taken place and to inform third parties of the spouses' current marital status. This element differs from the others because the announcement must first be made by the civil registrar before the process can proceed with the fulfillment of the remaining requirements.

The request for the publication of the marriage intention is submitted by the prospective spouses or by a person designated by them via a special power of attorney; this differs from the actual solemnization of the marriage. While both prospective spouses must be present for the marriage ceremony itself, the request for publication may be submitted by a designated third party holding a special power of attorney; conversely, the marriage ceremony cannot be performed by a representative even one holding a special power of attorney for that purpose as the country's legislation does not permit marriage by proxy. Just as with the prospective spouses, both witnesses must be present at the time the marriage is solemnize.

CONCLUSIONS

In Albania, the right to marry is protected by law. It is a fundamental right enshrined in the Constitution of the Republic of Albania. In this paper, we focus on the elements related to the constitutional nature of this right. Prospective spouses wishing to marry must meet all legal requirements and observe the prohibitions regarding marriage. We have examined the constitutional nature of this legal institution by focusing on the fulfillment of requirements and adherence to the prohibitions governing marriage.

Albanian legislation regarding this right has evolved over time, and these developments have positively influenced the protection of the right. The constitutional nature of the institution of marriage is addressed from two perspectives: first, regarding respect for the right to enter into marriage; and second, regarding the rules and procedures for exercising this right in accordance with the law.

DECLARATION

The author declares that artificial intelligent (AI) tools was used exclusively for language editing and/or grammatical improvement. The use of AI did not influence the scientific content, results and conclusion of the manuscript.

REFERENCE

Mandro, A., Meçaj, V., Zaka, T. , & Fullani, A. (2006). Family Law. Tirana .

Mandro, A. (2004). Roman Law.Tirana.

Luarasi, A. (2018). History of the State and Law in Albania. Luarasi. Tirana.

Gjeçovi, Sh. (2001). The Kanun of Lekë Dukagjini.

Begeja, K. (1984). Family Law in People's Socialist Republic of Albania,Tiranë.

Bonilini, G. (2005). Manual of family law, Luarasi, Tirana.

Kalia, A. (2007). Private international law. Sejko, Tirana.

Constitution of the Republic of Albania. (2017).

European Convention on Human Rights. (1950).

Universal Declaration of Human Rights. (1948).

Civil Code of 1929. (1998).

Family Code of the Republic of Albania. (2003).

Civil Code of the Republic of Albania. (2003).

Law No. 6599, dated 29.06.1982, “Family Code of the People's Socialist Republic of Albania”.

TECHNOLOGY AND INDUSTRİAL SUSTAİNABİLİTY İN THE DEVELOPMENT OF THE HALAL FOOD INDUSTRİAL AREA (KIPH) İN PEMALANG

Tabik Asghar Ramadhani, Haikal Adzimil Anam, Ghatfan Alhamda Rahman, M Abdul Latif , Muhammad Hidayatullah

UIN. K.H ABDURRAHMAN WAHID PEKALONGAN

Abstract

The development of the Halal Food Industrial Area (Kawasan Industri Pangan Halal/KIPH) in Pemalang requires an integrated approach that combines technological innovation with industrial sustainability. This chapter examines the role of digitalization, halal product traceability, food processing technology, green industry principles, and circular economy practices in strengthening the development of KIPH Pemalang. Digitalization is positioned as a foundation for connecting farmers, fishermen, food processors, halal certification institutions, distributors, and consumers through integrated supply chain information. Traceability systems, supported by digital databases, QR codes, and halal certification information, are expected to improve transparency and maintain halal integrity throughout the production and distribution processes. Meanwhile, appropriate food processing technologies can increase the added value, shelf life, quality, and competitiveness of local agricultural and fishery commodities. The implementation of green industry and circular economy principles is also important to ensure that industrial growth does not create excessive environmental impacts. Agricultural and fisheries waste can be utilized as secondary resources, while energy and material efficiency can reduce production costs and environmental burdens. However, the implementation of these technologies faces several challenges, including limited digital literacy, inadequate infrastructure, investment costs, human resource capacity, and the readiness of small and micro enterprises. Therefore, the development of KIPH Pemalang should adopt a gradual and collaborative approach involving local government, cooperatives, village-owned enterprises, universities, business actors, and halal certification institutions. The integration of technology, halal assurance, and sustainability can strengthen the competitiveness of KIPH Pemalang while supporting local economic development and creating a more resilient halal food industry.

Keywords: Halal Food Industry; Digitalization; Traceability; Food Processing Technology; Green Industry; Circular Economy; Pemalang.

PRODUCT DIVERSIFICATION OF PEMALANG TRADITIONAL CRAFTS INTO CREATIVE HALAL PRODUCTS

M. **Nasrul Rusydi Al Arzaqina1, May Naila Khoiroh2, Nafal Fikri3, Syihabud Din4**

1,2,3,4 Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

m.nasrul.rusydi.al.arzaqina24016@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Product diversification is an important strategy for developing traditional craft industries to adapt to changing consumer needs and preferences while maintaining local cultural identity. Pemalang, Central Java, has various traditional craft products with potential for development, particularly goyor woven fabric and Pemalang batik. Goyor fabric is traditionally produced using non-machine looms (ATBM) and is known for its soft texture, comfortable characteristics, distinctive motifs, and handmade production process. However, its market potential can be expanded by developing it into various products such as clothing, fashion accessories, household products, and souvenirs. One example of product innovation is Kain Gotik Pemalang, which combines goyor fabric and Pemalang batik through collaboration between local craftsmen. This demonstrates that diversification can create new products without eliminating the traditional characteristics and cultural identity of local crafts. Product diversification can also reduce dependence on a single market, increase economic value, utilize production waste, and reach broader consumer groups, including younger generations. In addition, branding, digital marketing, and collaboration among craftsmen, designers, and young people can strengthen the development of diversified products. From the perspective of creative halal products, diversification should consider the quality and suitability of materials, cleanliness of the production process, transparency, fairness in transactions, and business ethics. Therefore, product diversification can support the transformation of Pemalang traditional crafts into competitive creative halal products while preserving cultural identity and improving the economic sustainability of local craftsmen.

Keywords: Product Diversification; Pemalang Crafts; Goyor Fabric; Creative Halal Products; Local Culture

LOCAL KNOWLEDGE İN THE PRESERVATİON OF SERABİ KALİBELUK CULİNARY HERİTAGE İN BATANG REGENCY

Adhi Wira Pradana Sugiyantoro[1], Muhammad Naziih Haniif [2], Irfandi Rizqullah[3], Sauqi Masda Qama[4], Miftakhudin [5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: adhi.wira.pradana.sugiyantoro24146@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Local knowledge plays an important role in preserving traditional culinary heritage because it contains skills, experiences, cultural values, and practices passed down through generations. This study examines local knowledge embodied in the production and preservation of Serabi Kalibeluk, a traditional culinary product originating from Kalibeluk Village, Warungasem District, Batang Regency. The discussion focuses on knowledge of ingredients, traditional equipment, production techniques, intergenerational transmission, cultural representation, documentation, and the sustainability of culinary practices. Serabi Kalibeluk is made primarily from rice flour, grated coconut, and palm sugar, while its production continues to utilize traditional equipment, including modified mortar and pestle tools, wood-fired stoves, and clay molds. These practices demonstrate how local knowledge develops through long-term practical experience and is transmitted through direct participation within families. The continuity of this knowledge can be observed through the involvement of younger generations in the production process, allowing technical skills and practical experience to remain within the community. Furthermore, local knowledge surrounding Serabi Kalibeluk has been represented through the Serabi Kalibeluk Dance, which incorporates movements and traditional objects related to the preparation of serabi, such as pounding rice, sifting flour, cooking, and serving. This demonstrates that culinary knowledge can be preserved not only through food production but also through artistic and cultural expressions. Documentation by local authorities and the recognition of Serabi Kalibeluk as National Intangible Cultural Heritage in 2024 further support its preservation. Therefore, sustaining Serabi Kalibeluk requires continuous knowledge transmission, cultural documentation, and community participation to maintain its culinary identity and cultural significance.

Keywords: local knowledge; Serabi Kalibeluk; traditional culinary heritage; cultural preservation; intangible cultural heritage

CRAFT AS A LEADİNG CREATİVE ECONOMY SUBSECTOR İN PEMALANG REGENCY: LOCAL HERİTAGE, INNOVATİON, AND ECONOMİC POTENTİAL

Eva KHAERIYAH[1], Kamilah FIDINI[2], Fina HIMATUL KHUSNA[3], Novi MARISKA[4], Hernawati[5]

[1,2,3,4,5]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: eva.khaeriyah24091@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The craft subsector constitutes an important component of the creative economy in Pemalang Regency, Central Java, with substantial potential to contribute to regional economic development. This study aims to examine the potential and development of the craft subsector in Pemalang by analyzing local craft products, production processes, cultural values, economic contributions, as well as opportunities for innovation and market expansion. The analysis primarily focuses on handwritten batik and Goyor woven fabric, alongside other local craft products, including wayang golek, leather crafts, wood crafts, and products derived from wood waste. Handwritten batik represents one of the prominent creative economy products in Pemalang. Its development is supported by local artisans and designers who integrate traditional craftsmanship with creative approaches in developing motifs, patterns, and product designs. Meanwhile, Goyor woven fabric reflects the preservation of traditional craftsmanship through a manual production process utilizing non-mechanical looms. The production process consists of several stages that require technical skills, precision, patience, and creativity. The diversification of Goyor woven fabric into clothing, uniforms, accessories, and other derivative products indicates significant opportunities for product innovation and value enhancement. Beyond its economic dimension, the craft subsector plays an important role in generating employment, supporting local livelihoods, and preserving cultural heritage. The presence of craft production centers, exhibitions, and expanding market opportunities, including access to international markets, further demonstrates the growth potential of this subsector. Furthermore, the utilization of digital marketing provides opportunities for local artisans to overcome geographical limitations and expand their consumer base. Accordingly, the sustainable development of the craft subsector in Pemalang requires continuous innovation, improvements in product quality, strategic promotional efforts, and the effective utilization of digital technology. These efforts are essential to enhance the competitiveness of local craft products while simultaneously strengthening the sustainability of the creative economy and preserving the cultural heritage of Pemalang Regency.

Keywords: Creative economy, Craft subsector, Pemalang Regency, Handwritten batik, Goyor woven fabric, Local cultural heritage, and Innovation

BEYOND TUİTİON FEES: FİNANCİAL SELF-RELİANCE THROUGH REVENUE DİVERSİFİCATİON AND ASSET OPTİMİZATİON İN AN INDONESİAN ISLAMİC PUBLİC SERVİCE UNİVERSİTY

Hendri Hermawan Adinugraha, Ferida Rahmawati, Ayatullah Sadali

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

hendri.hermawan@uingusdur.ac.id

Abstract

This study examines how an Indonesian Islamic public service university can strengthen financial self-reliance through revenue diversification and strategic asset optimization beyond tuition-based income. Focusing on UIN Walisongo Semarang as a public service agency (Badan Layanan Umum/BLU), the study investigates the institutional strategies, governance mechanisms, and organizational capacities that support the development of non-tuition revenue while maintaining the university's public and academic missions. The study uses a qualitative case study design, drawing on semi-structured interviews with university leaders, financial managers, business-unit administrators, and other relevant stakeholders, complemented by analysis of institutional reports, financial documents, and policy regulations. The findings are expected to show that sustainable financial independence depends not merely on generating additional income, but on integrating entrepreneurial governance, professional asset management, market-oriented service innovation, and transparent accountability. Potential revenue streams include the commercialization of institutional expertise, optimization of land and facilities, professional training and certification services, research and consulting partnerships, and the development of university-owned business units. The study also highlights the importance of balancing commercial initiatives with affordability, academic integrity, and the social mandate of a public Islamic university. By identifying enabling factors, governance challenges, and strategic priorities, this research offers a practical framework for strengthening BLU-based financial sustainability in Indonesian public higher education. The study contributes to the literature on university financial autonomy by demonstrating how revenue diversification and asset productivity can reduce dependence on tuition fees without compromising institutional accountability and public value.

Keywords: financial self-reliance; Badan Layanan Umum (BLU); revenue diversification; asset optimization; Islamic higher education; university governance.

HALAL CONCEPTS IN THE FASHION INDUSTRY: THE DEVELOPMENT OF HALAL FASHION IN PEKALONGAN BATIK

Mutia Aira RAMADHANI

Islamic State University of UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Halal fashion has emerged as an important part of the broader halal economy, particularly in Indonesia, where Muslim consumer awareness continues to influence the development of the fashion industry. This study discusses the concept of halal fashion and its application in the batik industry, particularly in Pekalongan. Halal fashion is not limited to the final appearance of clothing but also includes the use of halal materials, halal production processes, halal distribution, and compliance with modesty standards in clothing design. In the context of batik, halal aspects may involve the materials used in fabrics, dyes, accessories, adhesives, finishing processes, packaging, and distribution systems. Previous research on Batik Huza in Pekalongan indicates that the implementation of halal fashion can function not only as a business strategy but also as a form of cultural da'wah. Products that meet halal fashion principles can increase Muslim consumers' trust while providing additional value in a market that is increasingly concerned with product origins and ethical production. Furthermore, research on halal fashion trends in Pekalongan batik shows that consumer demand plays an important role in encouraging changes in production practices. Therefore, halal fashion can be understood not merely as a normative religious concept, but also as a market-oriented approach that connects religious values, product quality, consumer preferences, and business strategies. The development of halal fashion in the batik industry demonstrates the potential for integrating Islamic values with local cultural identity and contemporary market demands.

Keywords: halal fashion, halal industry, batik, Pekalongan batik, Muslim consumers, modest fashion

FROM TRADİTİONAL CUİSİNE TO CREATİVE HALAL CULİNARY TOURİSM: INNOVATİON, BRANDİNG, TOURİSM VİLLAGES, AND MSME NETWORKS İN BATANG REGENCY, INDONESİA

Miftakhudin1, Muhammad Naziih Haniif 2, Irfandi Rizqullah3, Sauqi Masda Qama4, Adhi Wira Pradana Sugiyantoro5

1,2,3,4,5 Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: miftakhudin24158@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Halal culinary tourism has emerged as an important opportunity to strengthen local tourism while creating broader economic benefits for communities. This study explores the development of halal culinary tourism in Batang Regency, Central Java, Indonesia, by examining the integration of traditional culinary heritage, tourism villages, and Micro, Small, and Medium Enterprise (MSME) networks. Rather than positioning culinary products merely as food consumed by tourists, this study views local cuisine as part of the tourism experience and as a potential source of destination identity and economic value. The development of Tourism Village Bawang illustrates how local resources, community participation, and MSMEs can be integrated into tourism activities through culinary experiences, local products, and village-based tourism packages. At the same time, the development of MSME networks demonstrates the importance of connecting local producers with tourism managers, government institutions, investors, industries, and wider markets. Innovation in product development, packaging, branding, digital marketing, and halal assurance can increase the competitiveness of traditional culinary products and transform them into creative halal tourism products. Digital platforms and tourism events also provide opportunities to expand market access and strengthen collaboration among local economic actors. The study argues that the development of halal culinary tourism should be approached as an integrated ecosystem rather than as an isolated culinary sector. By connecting traditional food, tourism villages, MSMEs, communities, investment, and digital networks, Batang Regency has the potential to develop a distinctive halal culinary tourism model that strengthens local identity, visitor experiences, and sustainable community-based economic development.

Keywords: Halal Culinary Tourism; Tourism Villages; MSMEs; Local Cuisine; Sustainable Tourism

INNOVATİON İN TRADİTİONAL CULİNARY HERİTAGE OF BATANG: BALANCİNG AUTHENTİCİTY AND MODERN MARKET ADAPTATİON FOR CREATİVE HALAL PRODUCTS

Zahrotul Milatina[1], Naeza Fara Diba[2], Nabilatul Fauziyah[3], Anasta Nafsi[4], Muhammad Reza Kurniawan[5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Abstract

Traditional culinary heritage represents not merely a dietary pattern but also a symbol of regional identity and cultural wealth, facing challenges in remaining relevant amid shifting consumer preferences, particularly among younger generations. This study examines innovation strategies for traditional Batang cuisine including Lontong Lemprak, Soto Kebo, Soto Tauto, Serabi Kalibeluk, Nasi Megono, and other local specialties as pathways toward creative halal product development without compromising authentic flavor and cultural character. The discussion emphasizes that innovation should not replace original dishes but rather introduce selective modifications in presentation, portion size, packaging, and flavor variation while preserving core ingredients and distinctive taste profiles that define each dish's identity. Drawing on modification principles, the study illustrates how traditional foods can be adapted, such as transforming klepon into cake form or rendang into burger concepts, while maintaining signature flavors that resonate with contemporary consumer tastes. The halal dimension is identified as integral to this transformation, requiring that ingredient sourcing and processing methods remain compliant with halal principles throughout the innovation process. The research further highlights those digital marketing strategies including social media, marketplaces, delivery services, and influencer collaborations alongside physical presentation through restaurants, festivals, and culinary tourism, serve as essential complements to product innovation in expanding market reach, particularly toward younger digital-native consumers. Packaging innovation is shown to be closely interconnected with culinary modification, enhancing both souvenir potential and marketplace appeal. The study concludes that successful culinary innovation in Batang requires a balanced, bidirectional approach: preserving traditional recipes as cultural heritage while simultaneously developing modified products that meet modern market demands, ensuring that economic value creation does not come at the expense of culinary heritage preservation for future generations.

Keywords: Culinary innovation, traditional food, halal products, local heritage, Batang

TI RIFA'IYAH BATIK AND HALAL CREATIVE ECONOMY

Syaliva Dhu Sa'atin

Islamic State University UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia.

Abstract

Rifa'iyah Batik is a cultural heritage of the Rifa'iyah community in Batang, Central Java, that represents not only artistic and economic values but also Islamic values embedded in its motifs, production practices, and cultural traditions. This paper aims to examine the relationship between Rifa'iyah Batik, Islamic values, and the development of the halal industry, particularly in the context of halal fashion and local cultural-based creative industries. The discussion uses a descriptive qualitative approach through a literature review of relevant academic studies, government documents, and other supporting sources. The results show that the relationship between Islam and batik has developed through cultural acculturation, making batik a medium for expressing religious values, modesty, ethics, and social identity. In the production process, Islamic ethics emphasize the use of appropriate materials, cleanliness, honesty, fair treatment of workers, and social responsibility. The concept of halal fashion also extends beyond the final product to include materials, production processes, distribution, packaging, and consumer protection. Rifa'iyah Batik has considerable potential to be developed into halal fashion products while maintaining its cultural identity. Local cultural-based modest fashion can create added economic value while strengthening the identity of Batang and its surrounding region. Therefore, the development of Rifa'iyah Batik as part of the halal creative economy requires collaboration among artisans, entrepreneurs, government institutions, academics, designers, halal certification bodies, and consumers. Such development should balance economic innovation with the preservation of cultural and Islamic values.

Keywords: Rifa'iyah Batik, Islamic Values, Halal Industry, Halal Fashion, Creative Economy

PEMALANG TOWARDS A HALAL FOOD MANUFACTURİNG HUB: INSTİTUTİONAL DEVELOPMENT, ISLAMİC FİNANCİNG, AND GOVERNMENT–PRİVATE PARTNERSHİPS

Tabik Asghar Ramadhani, Haikal Adzimil Anam, Ghatfan Alhamda Rahman, M Abdul Latif , Muhammad Hidayatullah

UIN. K.H ABDURRAHMAN WAHID PEKALONGAN

Abstract

The development of Pemalang as a Halal Food Manufacturing Hub requires an integrated approach that combines institutional strengthening, Islamic financing, investment, and government–private sector partnerships. This study discusses a development model based on the local economic potential of Pemalang, including agriculture, fisheries, plantations, food processing, micro, small, and medium enterprises (MSMEs), and the creative economy. The institutional model emphasizes a multi-level structure involving community-based groups, cooperatives, farmer and fisher groups, Pokdarwis, business actors, financial institutions, universities, and local government. Such institutional integration is expected to strengthen production capacity, market access, accountability, and coordination across the halal food value chain. In terms of financing, Islamic financial institutions such as Islamic banks, BPRS, Islamic cooperatives, and BMT/KSPPS can provide financing tailored to different stages of business development. Financing can support working capital, equipment, halal certification, packaging, distribution, and market expansion while applying transparent and appropriate sharia contracts. Furthermore, government–private sector partnerships can support the development of infrastructure, food processing facilities, cold chains, logistics, waste management, and other supporting facilities. These partnerships should be based on clear project feasibility, proportional risk allocation, transparent contracts, public accountability, and measurable economic and social benefits. The proposed model positions the government as a facilitator and regulator, private sector as an investment and market partner, financial institutions as financing providers, universities as knowledge and innovation partners, and local communities and MSMEs as key economic actors. This integrated ecosystem is expected to increase local value added, strengthen halal industry competitiveness, create employment, and support sustainable regional economic development in Pemalang.

Keywords: Halal Food Industry, Pemalang, Institutional Development, Islamic Financing, Government–Private Partnership, MSMEs, Halal Value Chain.

CHALLENGES İN DEVELOPİNG A CREATİVE ECOSYSTEM İN BATANG REGENCY: TOWARDS AN INCLUSİVE AND SUSTAİNABLE WELFARE ECOSYSTEM

Nisa Amalia

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: nisa.amalia24075@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The development of Batang Regency has experienced significant transformation through the growth of investment and industrial areas, creating opportunities for economic growth, employment, and local business development. However, investment and industrial expansion do not automatically ensure equitable community welfare. This study discusses the challenges of developing a creative ecosystem in Batang Regency and the importance of building an integrated system involving government, industry, communities, educational institutions, Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs), farmers, fishermen, and other local economic actors. The concept of a "welfare ecosystem" emphasizes that industrial development should be connected to local communities and supply chains to generate broader economic benefits. The findings indicate that the development of Batang's creative ecosystem faces several challenges, including limited human resource capacity, inadequate infrastructure, limited access to appropriate technology, low innovation-oriented behavior, and weak collaboration among stakeholders. Nevertheless, Batang possesses significant potential through community initiatives, environmental movements, waste management innovations, recycling activities, and the utilization of local resources. Digital technology can further strengthen this ecosystem by connecting local products with broader markets, supporting innovation, and facilitating collaboration. Therefore, strengthening education and training, developing collaborative spaces, improving digital and physical infrastructure, providing economic incentives, and encouraging multi-stakeholder partnerships are essential. A collaborative creative ecosystem can transform local creativity into innovation, entrepreneurship, employment opportunities, environmental solutions, and sustainable community welfare. Thus, Batang's future development should move beyond being merely an investment destination toward becoming an inclusive, innovative, and sustainable welfare ecosystem.

Keywords: Creative Ecosystem, Local Economic Development, Industrial Development, Community Empowerment, Innovation; Sustainable Development, Batang Regency.

THE FORMATİON OF CULTURAL CAPİTAL THROUGH CRAFT İN PEMALANG

Nafal FIKRI[1], May Naila KHOIROH[2], Syihabud DIN[3], M. Nasrul Rusydi Al ARZAQINA[4]

1,2,3,4,5 Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: nafal.fikri24100@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

rafts in Pemalang Regency, Indonesia, represent more than material products; they embody knowledge, skills, identity, community relations, and cultural recognition that together constitute cultural capital. Drawing on Bourdieu's concept of cultural capital, this study addresses the research question: How do Pemalang crafts build cultural capital through knowledge, identity, and community, and how can this cultural capital contribute to creative economic development? This study employs a qualitative descriptive approach through the review and synthesis of documented information on local craft practices, artisan knowledge, craft products, community participation, institutional recognition, and creative economic development. The analysis identifies three interconnected dimensions of cultural capital in Pemalang crafts. First, embodied cultural capital is reflected in artisans' skills and knowledge acquired through learning and experience. Second, objectified cultural capital is represented through craft products such as Sarung Goyor, bamboo weaving, Pekunden pottery, leather crafts, and corn-husk crafts, whose value extends beyond their material function to include cultural stories, techniques, and local identity. Third, institutionalized cultural capital emerges through recognition and support from government, cultural institutions, exhibitions, and broader markets. The findings indicate that knowledge becomes cultural capital when it is maintained and transmitted, while local identity gains value when embedded in products, community practices, and regional recognition. Creative communities provide an important social space for sustaining knowledge, developing innovation, and connecting artisans with wider markets. The study further finds that cultural capital can contribute to economic value through product diversification, cultural narratives, digital promotion, intellectual property protection, and market development, provided that artisans and communities remain central beneficiaries. The study concludes that Pemalang crafts function as living cultural capital, connecting traditional knowledge, local identity, and community life with opportunities for sustainable creative economic development.

Keywords: Keyword, keyword, keyword

HALAL BRANDİNG OF CULİNARY PRODUCTS İN PEMALANG

Nabilati Naela Makhasin[1], Indah Naela Zulfa[2], Rhessa Maulida[3], Himmatul Aliyah[4], Mahya Akmeelia[5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: nabilati.naela.makhasin24023@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The culinary industry is one of the sectors developed by Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in Pemalang Regency. The increasing number of culinary products has created stronger competition among business actors, requiring them not only to focus on taste and price but also to build product identity and consumer trust. One strategy that can be applied is halal branding, which makes halal values part of a product's identity and image. This study discusses the importance of halal branding for culinary MSMEs in Pemalang and its role in strengthening consumer trust and product competitiveness. Halal branding is not limited to displaying a halal logo or the word "halal" on packaging, but also involves product quality, food safety, transparency of information, attractive packaging, and effective marketing. Halal certification is closely related to halal branding because it provides assurance regarding the halal status of a product, while branding communicates this value to consumers. Previous community assistance activities have shown that education and assistance regarding halal certification can improve MSME actors' understanding and consumer confidence in their products. For culinary MSMEs in Pemalang, halal branding can be developed through clear brand identity, attractive packaging, complete product information, halal certification, and digital marketing. The integration of halal values with local characteristics can also create a distinctive identity for Pemalang culinary products. Therefore, halal branding can serve not only as a form of halal assurance but also as a marketing strategy to strengthen the image, consumer trust, and competitiveness of local culinary MSMEs.

Keywords: Halal Branding, Culinary MSMEs, Halal Certification, Consumer Trust, Pemalang

CULINARY HERITAGE AS CULTURAL HERITAGE: PRESERVING LOCAL IDENTITY THROUGH THE TRADITIONAL CUISINE OF PEMALANG REGENCY

Mahya Akmelia[1], Indah Naela Zulfa[2], Nabilati Naela Makhasin[3], Rhessa Maulida[4], Himmatul Aliyah[5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: mahya.akmelia24037@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Culinary heritage is an important form of intangible cultural heritage that reflects the historical, social, and cultural identity of a community. Traditional foods are not merely consumed to fulfill nutritional needs; they also embody local knowledge, cultural values, skills, and traditions that have been transmitted across generations. This study explores the role of Pemalang's traditional cuisine as a form of cultural heritage and examines its significance in preserving local identity, supporting tourism development, and strengthening the local economy. Using a qualitative descriptive approach based on literature review and cultural analysis, the study highlights how the geographical diversity of Pemalang, ranging from the northern coastal region to the southern highlands, has shaped a rich variety of culinary traditions. Traditional dishes such as nasi grombyang, pecak belut, tahu pletok, nasi megono, and apem Comal represent not only food products but also the collective memory, environmental adaptation, and culinary knowledge of local communities.

The findings indicate that culinary heritage serves as a medium for cultural preservation through the transmission of recipes, cooking techniques, stories, and social values. Storytelling, gastronomy-based tourism, digital promotion, documentation, and community participation are identified as effective strategies for safeguarding culinary traditions while enhancing visitor experiences. However, modernization, globalization, and changing consumer preferences pose challenges to the sustainability of traditional cuisine, particularly among younger generations. Therefore, preservation efforts should integrate innovation, education, digitalization, and intergenerational knowledge transfer without compromising cultural authenticity. The study concludes that Pemalang's culinary traditions constitute a living cultural heritage that should be preserved through collaborative efforts among government institutions, local communities, tourism stakeholders, and culinary entrepreneurs. Such collaboration can ensure that traditional cuisine remains culturally meaningful, economically valuable, and relevant to future generations.

Keywords: culinary heritage, cultural heritage, intangible cultural heritage, traditional cuisine, local identity, gastronomy tourism, Pemalang Regency.

FROM TRADITIONAL CUISINE TO A CREATIVE HALAL CULINARY DESTINATION: AN INTEGRATED COMMUNITY-BASED TOURISM MODEL FOR BATANG REGENCY, INDONESIA

Miftakhudin1, Muhammad Naziih Haniif 2, Irfandi Rizqullah3, Sauqi Masda Qama4, Adhi Wira Pradana Sugiyantoro5

1,2,3,4,5 Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: miftakhudin24158@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Halal culinary tourism is increasingly relevant as destinations seek to transform local cultural resources into distinctive and sustainable tourism experiences. This study proposes an integrated community-based model for developing Batang Regency, Indonesia, as a creative halal culinary destination by connecting traditional cuisine, tourism villages, local Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs), cultural heritage, and tourism stakeholders. Batang possesses diverse tourism resources, including natural and religious attractions, traditional culinary heritage, village-based communities, and local enterprises. However, the potential of traditional cuisine can be strengthened by moving beyond food consumption toward an integrated tourism experience that creates cultural, social, and economic value. The proposed model positions local cuisine as a strategic element of the destination ecosystem. Traditional culinary products can be developed through innovation in presentation, packaging, branding, hygiene, halal assurance, and digital marketing while maintaining their local identity and cultural narratives. Tourism villages can function as spaces for culinary production, cultural interaction, food experiences, and local product promotion, while MSMEs and BUMDes connect local products with tourism markets. The model also emphasizes multi-stakeholder collaboration, adequate infrastructure, accessibility, digital promotion, environmental sustainability, and community empowerment. Experiences such as Minggon Jatinan illustrate the potential to integrate local cuisine, cultural activities, community participation, and halal tourism within a single destination experience. This study argues that transforming traditional cuisine into creative halal culinary tourism can strengthen destination identity, expand MSME market opportunities, enhance visitor experiences, and support inclusive and sustainable local economic development.

Keywords: Creative Halal Tourism; Culinary Tourism; Tourism Villages; MSMEs; Community-Based Tourism

HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL Dİ PEMALANG

Novi MARISKA[1], Fina HİMATUL KHUSNA [2], Eva KHAERIYAH[3], Kamilah FIDINI[4], Hernawatı [5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Abstract

Intellectual Property Rights (IPR) are important instruments for protecting creativity, innovation, and products that have economic value. For MSMEs in Pemalang, intellectual property protection is increasingly relevant because local businesses produce various creative products, including culinary products, fashion, crafts, designs, and other regional products. This study aims to examine the importance of intellectual property protection in supporting the development and competitiveness of MSMEs in Pemalang. The discussion uses a literature-based approach by examining studies and information related to intellectual property rights, MSMEs, creative industries, and legal protection. The results show that intellectual property protection can provide legal certainty for business actors and help prevent the unauthorized use of brands, creative works, and other business assets. Trademark protection is particularly relevant for MSMEs because a distinctive brand can strengthen product identity, support promotional activities, and build consumer recognition. Intellectual property can also provide added value to local products when it is managed as part of a business development strategy. However, limited awareness and understanding of intellectual property protection remain challenges for some MSME actors. Therefore, cooperation among MSMEs, government institutions, universities, and related organizations is needed to provide accessible education and assistance. Strengthening intellectual property protection can encourage MSMEs to value their creative assets and develop their products with greater confidence. By combining creativity, innovation, product identity, and legal protection, MSMEs in Pemalang can increase the added value, competitiveness, and sustainability of local products in a wider market.

Keywords:intellectual property rights, MSMEs, creative economy, product identity, legal protection, Pemalang

HALAL CULİNARY TOURİSM İN BATANG: CONNECTİNG LOCAL CUİSİNE, CREATİVE ECONOMY, AND SUSTAİNABLE TOURİSM DEVELOPMENT

Adhi Wira Pradana Sugiyantoro[1], Muhammad Naziih Haniif [2], Irfandi Rizqullah[3], Sauqi Masda Kama[4], Miftakhudin [5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: irfandi.rizqullah24151@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Batang Regency has significant potential to develop halal culinary tourism by integrating its traditional cuisine, local communities, creative economy, and tourism resources. This chapter examines how halal culinary tourism can function not only as a means of fulfilling the needs of Muslim tourists but also as an instrument for strengthening local economic development and destination identity. The discussion focuses on five interconnected aspects: the concept of halal culinary tourism, the integration of culinary products with village tourism, culinary festivals as cultural attractions, networks between micro, small, and medium enterprises (MSMEs) and the tourism industry, and a development model for Batang as a halal culinary destination. Halal culinary tourism requires more than the availability of halal food; it also involves clear halal information, accessibility, quality, Muslim-friendly facilities, and an attractive culinary experience. Local cuisine can strengthen village tourism by connecting traditional food with local culture, community participation, and tourist experiences. Meanwhile, culinary festivals can promote regional identity, expand MSME markets, and create opportunities for collaboration among communities, government, tourism actors, and creative industries. Stronger MSME networks can further connect local products with tourism destinations, investment, distribution, and digital markets. Based on these perspectives, Batang's development as a halal culinary destination should emphasize an integrated ecosystem involving MSMEs, communities, BUMDes, government, tourism managers, investors, and digital platforms. Such an approach can transform traditional culinary products from local consumption into creative economic products and distinctive tourism attractions while maintaining cultural identity and supporting sustainable local economic development.

Keywords: Halal Culinary Tourism, Batang Regency, Local Cuisine, Village Tourism, MSMEs, Creative Economy, Sustainable Tourism

LOST IN THE MODEL: CULTURAL-LINGUISTIC BIAS IN LARGE LANGUAGE MODELS AND THE ERASURE OF ARABIC-FRANCOPHONE EFL LEARNERS

Dr. Moufida Boumous

Department of English, Mohamed-Cherif Messaadia University

Souk Ahras, Algeria

Abstract

Large language models (LLMs) have rapidly entered EFL classrooms worldwide as writing assistants, feedback tools, and language learning companions. Yet the pedagogical discourse surrounding their adoption overwhelmingly assumes a learner shaped by Anglophone, monolingual, and Western educational norms. This paper critically examines the cultural-linguistic biases embedded in dominant LLMs and argues that these biases systematically disadvantage Arabic-Francophone EFL learners, particularly those situated in North African institutional contexts. Drawing on postcolonial applied linguistics, critical AI studies, and the author's sustained classroom experience in Algeria, the paper identifies three interlocking dimensions of bias: the pathologisation of Arabic-Francophone rhetorical conventions, the invisibility of cross-linguistic transfer patterns, and the production of linguistic ventriloquism in student writing. The paper argues that North African EFL contexts are not peripheral case studies but diagnostic sites that expose the ideological architecture undergirding mainstream AI-language research. A postcolonial reorientation of this field is proposed, with critical AI literacy advanced as a pedagogical imperative for EFL instructors operating outside the Anglophone centre.

Keywords: large language models, EFL, cultural-linguistic bias, postcolonial applied linguistics, North Africa

BLOCKCHAIN-ENABLED EDUCATIONAL ADMINISTRATION, DIGITAL CREDENTIALING, AND SECURE DATA MANAGEMENT: ADVANCING COMPUTER SCIENCE EDUCATION FOR TRUSTED DIGITAL TRANSFORMATION

Moses Adeolu AGOI1

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

agoi4moses@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-8910-2876

Oluwakemi Racheal OSHINOWO2

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

oshinowooluwakemiz@gmail.com

ORCID ID: 0000-0003-0568-6446

Adebayo Samuel ADEOGUN3

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

adeogunas.@lasued.edu.ng

Christiana Toyin ODUWOLE4

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

oduwolect.@lasued.edu.ng

Abstract

Blockchain technology is increasingly being explored as a distributed trust infrastructure for transforming educational administration, credential management, academic record verification, and institutional data security. Conventional educational information systems frequently depend on centralized databases, manual verification procedures, fragmented records, and institution-controlled data repositories, creating vulnerabilities involving credential fraud, unauthorized alteration, privacy breaches, inefficient information exchange, and limited interoperability. This study examines the application of blockchain-enabled architectures to educational administration, digital credentialing, and secure data management, with particular attention to their implications for advanced Computer Science Education. The study adopted a descriptive survey design supported by a conceptual technology framework integrating distributed ledgers, smart contracts, cryptographic authentication, digital wallets, verifiable credentials, access-control mechanisms, and institutional governance. Data were collected from 500 respondents using a structured instrument measuring blockchain-enabled educational administration, digital credentialing effectiveness, secure data management, and trusted digital transformation. Descriptive statistics, reliability analysis, Pearson product-moment correlation, and multiple regression were

employed to analyse the relationships among the study variables. The findings revealed positive relationships among blockchain-enabled administration, digital credentialing, secure data management, and trusted digital transformation, with secure data management and digital credentialing demonstrating substantial contributions to perceived institutional transformation. The findings further indicate that blockchain-enabled approaches can strengthen credential authenticity, traceability, cross-institutional verification, administrative accountability, and secure educational information exchange. However, scalability, interoperability, regulatory compliance, privacy protection, technical expertise, implementation costs, and institutional governance remain significant considerations for sustainable adoption. The study concludes that blockchain should be integrated into Computer Science Education not merely as a technical subject but as an interdisciplinary infrastructure for developing competencies in distributed computing, cryptography, cybersecurity, digital identity, secure data management, and trustworthy digital governance, thereby supporting the development of secure, verifiable, accountable, and trusted digital educational ecosystems.

Keywords: Blockchain; Computer Science Education; Digital Credentialing; Educational Administration.

INTRODUCTION

The accelerating digitisation of education has transformed the generation, storage, exchange, verification, and governance of academic information, thereby creating new requirements for trustworthy educational information infrastructures. Universities and other educational institutions increasingly depend on digital systems for student registration, academic records, assessment, certification, identity management, staff administration, institutional reporting, and inter-organisational information exchange. However, conventional centralised systems can create single points of failure, fragmented databases, duplicated verification processes, weak interoperability, and vulnerabilities associated with unauthorised modification or disclosure of sensitive information. Blockchain technology has consequently attracted increasing scholarly attention because its distributed ledger architecture, cryptographic mechanisms, consensus processes, timestamping, and programmable smart contracts can support tamper-evident records and verifiable transactions. Recent research identifies educational credentialing, academic record management, administrative data sharing, certificate verification, and access control among the most prominent blockchain applications in education (Alsobhi et al., 2023; Suktam et al., 2024; Tran et al., 2023). Blockchain-based approaches are particularly relevant to Computer Science Education because they connect theoretical knowledge of distributed computing, cryptography, databases, cybersecurity, software engineering, and information systems with practical institutional problems. For example, blockchain-enabled credentialing can allow students to possess verifiable digital certificates while employers and other institutions independently authenticate credentials without lengthy manual correspondence. Evidence from blockchain-based diploma systems and cross-border credential pilots demonstrates the technical feasibility of this direction, although interoperability, governance, identity management, data protection, and institutional adoption remain unresolved issues (Rustemi et al., 2024; Tan et al., 2023). In addition, educational administration requires mechanisms capable of preserving reliable audit trails while enabling authorised stakeholders to share information efficiently. Blockchain-supported access-control architectures have therefore been proposed for educational archives and institutional data ecosystems (Chen et al., 2023). Nevertheless, blockchain should not be interpreted as a universal replacement for existing educational databases because sensitive personal information may require off-chain storage, encryption, selective disclosure, and carefully designed governance arrangements. UNESCO's work on digital credentialing similarly highlights the importance of interoperability, standards, identity, ownership, verification, and quality assurance within emerging credential ecosystems. (UNESCO UIS) Against this background, this paper investigates blockchain-enabled educational administration, digital credentialing, and secure data management

as interconnected components of trusted digital transformation and considers how these developments can advance contemporary Computer Science Education **INTRODUCTION**

The accelerating digitisation of education has fundamentally transformed the generation, storage, processing, exchange, verification, and governance of academic information, thereby creating new requirements for trustworthy, secure, interoperable, and accountable educational information infrastructures. Universities, colleges, schools, accreditation agencies, examination bodies, and other educational organisations increasingly depend on digital technologies for student registration, academic records, assessment management, certification, identity management, staff administration, institutional reporting, research administration, and inter-organisational information exchange. Although these technologies have improved administrative efficiency and expanded access to educational services, their increasing dependence on centralised information architectures has introduced significant technological and governance challenges. Conventional centralised systems may create single points of failure, fragmented institutional databases, duplicated verification processes, inconsistent data standards, weak interoperability, limited transparency, and vulnerabilities associated with unauthorised modification, identity compromise, cyberattacks, or inappropriate disclosure of sensitive educational information. These challenges are particularly significant in contemporary educational environments where academic credentials and learner records increasingly need to move across institutional, national, professional, and international boundaries.

Blockchain technology has consequently attracted increasing scholarly attention as a potential infrastructure for strengthening trust, transparency, data integrity, and verifiability within digital educational ecosystems. Unlike conventional databases in which information is primarily controlled and maintained by a central authority, blockchain employs distributed ledger architectures in which validated transactions can be synchronised across participating nodes. Cryptographic hashing, consensus mechanisms, digital signatures, timestamping, decentralised verification, and programmable smart contracts can collectively provide tamper-evident records and traceable transactions. These characteristics have encouraged researchers to investigate blockchain applications in educational credentialing, academic record management, certificate verification, administrative data sharing, identity management, access control, and institutional governance (Alsobhi et al., 2023; Suktam et al., 2024; Tran et al., 2023). The significance of these applications extends beyond the technical replacement of existing databases because blockchain can potentially establish a shared trust layer connecting institutions, learners, employers, professional organisations, government agencies, and other authorised stakeholders.

Blockchain-based digital credentialing represents one of the most promising applications within this emerging ecosystem. Traditional academic certificates frequently require graduates to retain physical documents or depend on issuing institutions to confirm their authenticity when credentials are presented to employers, professional bodies, immigration authorities, or other educational institutions. Such procedures may be time-consuming, expensive, and susceptible to document alteration or fraudulent representation. Blockchain-enabled credentialing can provide students with digitally verifiable academic certificates whose authenticity can be independently confirmed by authorised third parties. Evidence from blockchain-based diploma systems and cross-border credential-verification initiatives demonstrates the technical feasibility of this approach, while simultaneously revealing continuing challenges involving interoperability, governance, digital identity, privacy, regulatory compliance, and institutional adoption (Rustemi et al., 2024; Tan et al., 2023). The value of blockchain therefore depends not only on its capacity to record transactions but also on the development of reliable standards and governance arrangements governing who can issue, access, verify, modify, revoke, or recognise digital credentials.

The implications are particularly important for Computer Science Education because blockchain provides an authentic context through which theoretical and practical knowledge can be integrated. Concepts associated with distributed computing, cryptography, database management, cybersecurity, software engineering, networking, digital identity, information systems, and data governance can be connected to practical educational administration problems. Computer Science educators can employ blockchain-based projects to expose learners to the design of secure credential platforms, distributed academic repositories, digital identity systems, smart-contract applications, access-control mechanisms, and interoperable verification services. Such applications can strengthen students' computational thinking and systems-development capabilities while simultaneously encouraging critical consideration of privacy, ethics, cybersecurity, governance, and institutional accountability.

Furthermore, educational administration requires mechanisms capable of preserving reliable audit trails while enabling authorised stakeholders to share information efficiently. Blockchain-supported access-control architectures have consequently been proposed for educational archives and institutional data ecosystems (Chen et al., 2023). Nevertheless, blockchain should not be interpreted as a universal replacement for existing educational databases. The permanent nature of blockchain records can create privacy and regulatory concerns when sensitive personal information is stored directly on-chain. Consequently, hybrid architectures involving encrypted off-chain storage, cryptographic hashes, selective disclosure, decentralised identifiers, verifiable credentials, and carefully designed access-control mechanisms may provide more appropriate solutions.

UNESCO's work on digital credentialing similarly emphasises interoperability, standards, identity, ownership, verification, portability, and quality assurance as important considerations within emerging credential ecosystems. Against this background, the present paper investigates blockchain-enabled educational administration, digital credentialing, and secure data management as interconnected components of trusted digital transformation and examines how their integration can contribute to the advancement of contemporary Computer Science Education.

LITERATURE REVIEW

Blockchain Technology and the Transformation of Educational Administration

Blockchain represents a distributed data architecture in which participating nodes maintain synchronised records through agreed validation mechanisms. Its relevance to educational administration derives from the possibility of establishing shared, traceable, and tamper-evident institutional records without requiring every transaction to depend on a single administrative database. Aithal and Aithal (2023) describe blockchain as an emerging technological infrastructure capable of restructuring institutional processes through decentralisation, transparency, automation, and enhanced trust. Within education, these capabilities can potentially support admissions, student registration, examination administration, transcript management, staff records, inter-institutional transfers, accreditation, procurement, and institutional reporting.**Mishra et al. (2022)** examined blockchain applications in the government education sector and identified administrative transparency, data reliability, security, and process efficiency as important application areas. Their review indicates that blockchain is particularly relevant where multiple institutions need to exchange information but do not necessarily operate within a common technological or organisational environment. Such circumstances are common in educational systems where universities, accreditation agencies, examination bodies, professional organisations, employers, and government agencies independently maintain information systems. Recent evidence extends this argument. **Aybar-Bellido et al. (2026)** systematically reviewed blockchain integration into university educational processes and reported that applications increasingly focus on validation and monitoring of academic achievements, although broader integration with educational processes remains limited. (DOI) Similarly, a 2026 study of blockchain-enabled educational administration proposed consortium blockchain, smart contracts, encryption, and dynamic authorisation as mechanisms for addressing data silos, security risks, trust deficits, and inefficient approval workflows. From a Computer Science Education perspective, educational administration therefore becomes a practical laboratory for applying distributed systems, database management, cryptography, cybersecurity, software architecture, and systems analysis.

Students can investigate how consensus mechanisms, smart contracts, APIs, digital identities, and access-control models can support real administrative processes. Nevertheless, blockchain adoption requires careful institutional governance because decentralisation does not automatically guarantee accurate data entry, legal compliance, or organisational accountability. The effectiveness of blockchain-enabled administration ultimately depends upon the quality of the information entered into the system, participating institutions, governance rules, interoperability standards, and cybersecurity controls.

Blockchain-Enabled Digital Credentialing and Academic Verification

Digital credentialing is one of the most mature educational applications of blockchain. Conventional certificates are often dependent on paper documents, central institutional databases, or manual communication between issuing institutions and credential verifiers. Such approaches can become costly and slow when graduates seek employment, professional registration, international study, migration, or cross-institutional recognition. Blockchain offers an alternative architecture in which cryptographically secured credential references can be independently verified while the underlying personal information can remain outside the blockchain. **Alsobhi et al. (2023)** conducted a systematic literature review of blockchain-based micro-credentialing systems in higher education and identified credential validation, privacy preservation, interoperability, and learner-controlled records as major requirements. Their review demonstrates that blockchain can support increasingly granular educational achievements beyond conventional degrees, including micro-credentials and competency-based learning records. **Tariq et al. (2023)** developed Cerberus, a blockchain-based accreditation and degree-verification system designed to address credential fraud. The system incorporates smart contracts for credential revocation and supports transcript verification and selective disclosure. The published implementation appeared in *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 10(4), 1503–1514, with DOI 10.1109/TCSS.2022.3188453. Similarly, **Rustemi et al. (2024)** proposed DIAR, a blockchain-based system for generating and verifying academic diplomas. The study addresses limitations associated with centralised credential systems and demonstrates how blockchain can support diploma integrity and verification. The work is openly accessible through Springer and carries DOI 10.1007/s42452-024-05984-1. Evidence from Nigeria is also emerging. **Ifeyemi et al. (2024)** developed a blockchain-based digital educational certificate verification system using the Celo blockchain, certificate hashes, metadata, and QR-code verification. The study reported user evaluations across interface, database security, blockchain security, revocation, and maintainability dimensions. These developments demonstrate how blockchain credentialing can connect Computer Science Education with real-world cybersecurity and digital identity problems. However, credential authenticity still

depends on the legitimacy of the issuing institution, while revocation, lost credentials, identity recovery, accessibility, standards, and interoperability require additional governance mechanisms.

Secure Educational Data Management, Privacy, and Access Control

Educational institutions manage highly sensitive information, including student identities, academic performance, examination records, disciplinary information, financial records, staff information, and research data. Consequently, educational digital transformation requires more than efficient information storage; it requires confidentiality, integrity, availability, accountability, and controlled information sharing. Blockchain can contribute particularly strongly to integrity and auditability because transactions recorded through distributed consensus are difficult to alter retrospectively. **Platts and others (2022)** reviewed the relationship between blockchain, cybersecurity, and data privacy and highlighted the security advantages of distributed and immutable records while also identifying challenges involving regulatory frameworks, encryption, data governance, and privacy. (Springer) These issues are especially significant in education because permanent storage can conflict with privacy principles when personal information is written directly to a blockchain. **Chen et al. (2023)** proposed EduASAC, a blockchain-based educational archive-sharing and access-control system. The architecture combines blockchain-based membership legitimacy, access control, behavioural recording, and cryptographic mechanisms to improve the security of educational archives. The study was published in *Computers, Materials & Continua*, 77(3), 3387–3422, DOI 10.32604/cmc.2023.042000. A technically important principle is therefore the separation of sensitive educational information from blockchain transaction metadata. Rather than storing complete student records on-chain, an institution can store encrypted data in conventional or decentralised storage while placing hashes, permissions, timestamps, identifiers, or verification references on-chain. This hybrid architecture can support integrity verification without unnecessarily exposing personal information. For Computer Science Education, this architecture provides a useful multidisciplinary teaching environment. Students can learn how hashing establishes data integrity, encryption protects confidentiality, access-control mechanisms regulate authorised use, and distributed ledgers create auditable transaction histories. However, blockchain does not eliminate cybersecurity risks. Vulnerable smart contracts, compromised private keys, malicious nodes, poor identity management, insecure interfaces, and incorrect data input can still undermine system security. Therefore, blockchain-enabled educational data management should operate as one layer within a broader cybersecurity architecture rather than as a standalone security solution.

Interoperability, Digital Identity, and Cross-Institutional Credential Exchange

The educational value of blockchain depends heavily on interoperability. A technically secure blockchain that cannot communicate with institutional databases, identity systems, digital wallets, credential standards, or external verification services provides limited practical value. Educational ecosystems involve numerous stakeholders, making interoperability particularly important for student mobility, credit transfer, professional recognition, lifelong learning, and international education. **Tan et al. (2023)** provide important empirical evidence through an action-research study involving the European Blockchain Services Infrastructure (EBSI). Their cross-border pilot examined education credential verification between Belgium and Italy and incorporated digital wallets, verifiable credentials, decentralised identifiers, and blockchain infrastructure. The researchers identified governance onboarding, transcript data schemes, digital identity interoperability, and wallet compatibility as major implementation challenges. UNESCO's analysis of digital credentialing similarly emphasises the importance of standards, interoperability, identity, ownership, verification, and quality assurance. The report notes that blockchain can facilitate verification but does not independently solve every aspect of credential exchange, storage, identity management, and archival requirements. **Tran et al. (2023)** proposed a blockchain-powered university architecture integrating educational data and institutional services. Their work highlights the potential of blockchain to improve security, connectivity, transparency, and the management of student achievements and certifications. The article appeared in *Sustainability*, 15(21), 15545, DOI 10.3390/su152115545. Interoperability therefore requires common data schemas, APIs, verifiable credential formats, digital identity standards, institutional governance, and agreed procedures for credential issuance and revocation. For Computer Science Education, this creates opportunities for teaching standards-based systems integration rather than isolated programming exercises. Students can develop interoperable credential platforms that communicate with institutional databases and external verification services while implementing privacy-preserving identity mechanisms.

Smart Contracts, Automation, and Trusted Educational Governance

Smart contracts extend blockchain beyond passive record keeping by allowing predefined computational rules to execute automatically when specified conditions are satisfied. In education, smart contracts can potentially automate credential issuance, academic progression rules, credit recognition, verification requests, access permissions, approval workflows, and selected administrative transactions. This introduces an important connection between blockchain and computational governance. **Suktam et al. (2024)** argue that blockchain can improve educational administration by enhancing data integrity, credential security, and administrative

efficiency while acknowledging challenges associated with scalability, regulation, and institutional resistance. Their review appeared in *Journal of Education and Learning Reviews*, 1(6), 37–46, DOI 10.60027/jelr.2024.739. **Mishra et al. (2022)** similarly identify blockchain applications within government education as extending beyond credential management toward broader institutional processes and governance. Their systematic bibliometric review provides evidence that blockchain research in education increasingly addresses transparency, data reliability, security, and administrative efficiency. Smart contracts can reduce repetitive administrative intervention. For example, when predefined academic requirements are satisfied, a smart contract could initiate a credential-verification workflow. Similarly, an approved credit transfer could automatically update a student's academic record subject to institutional authorisation. Such automation can reduce delays while creating auditable transaction histories. Nevertheless, computational automation should not be confused with autonomous institutional decision-making. Educational governance includes legal, ethical, professional, and human considerations that cannot always be reduced to deterministic rules. Incorrectly encoded rules may reproduce administrative errors at scale. Smart contracts may also create difficulties when regulations change or when exceptional circumstances require human intervention. Consequently, trusted educational governance should combine computational automation with human oversight, transparent institutional policies, appeal mechanisms, cybersecurity controls, and clearly defined responsibility structures.

Blockchain Adoption, Computer Science Education, and Trusted Digital Transformation

The educational significance of blockchain extends beyond deploying blockchain platforms. It also concerns the competencies required by Computer Science graduates to design, evaluate, secure, govern, and responsibly deploy distributed digital infrastructures. Blockchain intersects with several Computer Science domains, including distributed systems, cryptography, cybersecurity, databases, software engineering, artificial intelligence, cloud computing, networking, information systems, and digital forensics. **Desplebin et al. (2024)** examined the incorporation of blockchain into university accounting curricula and demonstrated that blockchain education increasingly requires curricular strategies that connect technical capabilities with professional applications. Although their study focused on accounting, the underlying implication is relevant to Computer Science Education: emerging technologies should be taught through authentic disciplinary and organisational contexts rather than as isolated technical concepts. **Aybar-Bellido et al. (2026)** found that blockchain applications in universities remain concentrated around validation and monitoring of academic achievements, with comparatively limited integration into pedagogical processes. This suggests that blockchain education itself requires further development beyond credential verification. A trusted digital transformation framework

for Computer Science Education should therefore integrate blockchain theory, practical system development, cybersecurity, digital identity, data governance, ethics, legal compliance, and institutional management. Students can develop blockchain-based prototypes for transcript verification, digital badges, examination records, research provenance, secure student archives, and cross-institutional credential exchange. Such projects can simultaneously develop programming, systems analysis, database, cybersecurity, and problem-solving competencies. However, blockchain adoption should remain evidence-based. The existence of immutability or decentralisation does not automatically make a system trustworthy. Trust emerges from the combined operation of reliable data, secure algorithms, authenticated identities, transparent governance, interoperable standards, competent users, appropriate regulation, and accountable institutions. Thus, the central educational objective should be to prepare Computer Science professionals who understand both the computational capabilities and institutional limitations of blockchain.

MATERIALS AND METHODS

The study adopted a descriptive survey design to examine the relationship between blockchain-enabled educational administration, digital credentialing, secure data management, and trusted digital transformation within Computer Science Education. The target population comprised Computer Science educators, educational administrators, ICT personnel, and postgraduate students with relevant knowledge of educational information systems. A sample of 500 respondents was selected for the study using an appropriate sampling procedure. Data were collected using a structured 5-point Likert-scale questionnaire comprising four constructs: Blockchain-Enabled Educational Administration (BEEA), Digital Credentialing Effectiveness (DCE), Secure Data Management (SDM), and Trusted Digital Transformation (TDT), with five measurement items assigned to each construct. The instrument was subjected to expert review to establish content validity, while its internal consistency was determined using Cronbach's alpha. Data analysis involved descriptive statistics, including frequency distributions, means, and standard deviations, while Pearson product-moment correlation was employed to determine the relationships among the study variables. Multiple regression analysis was further conducted to establish the predictive contributions of BEEA, DCE, and SDM to TDT. Statistical decisions were made at a 0.05 level of significance, providing an empirical basis for assessing how blockchain-enabled administrative processes, digital credentialing, and secure data-management practices contribute to trusted digital transformation in Computer Science Education.

RESULTS AND DISCUSSION

Blockchain-Enabled Educational Administration, Digital Credentialing, and Secure Data Management as Predictors of Trusted Digital Transformation

The analysis of data obtained from the 500 respondents revealed a generally high level of perceived effectiveness of blockchain-enabled educational administration, digital credentialing, secure data management, and trusted digital transformation. Blockchain-Enabled Educational Administration (BEEA) recorded a mean score of **4.18 (SD = 0.56)**, indicating that respondents generally perceived blockchain-supported administrative processes as capable of improving transparency, traceability, verification, and accountability in educational institutions. Digital Credentialing Effectiveness (DCE) recorded a mean of **4.24 (SD = 0.51)**, suggesting strong recognition of the potential of blockchain-based credentials to improve the authenticity, portability, accessibility, and independent verification of academic qualifications. Secure Data Management (SDM) produced the highest mean score of **4.31 (SD = 0.48)**, demonstrating strong perceptions regarding the capacity of blockchain-supported mechanisms to enhance data integrity, access control, auditability, and protection of educational records. Trusted Digital Transformation (TDT) recorded a mean of **4.16 (SD = 0.55)**, indicating that respondents generally perceived blockchain-enabled technologies as relevant to the development of more reliable and accountable digital educational environments. The reliability analysis produced Cronbach's alpha coefficients of **.91 for BEEA, .89 for DCE, .93 for SDM, and .92 for TDT**, confirming satisfactory internal consistency across the measurement constructs. Pearson product-moment correlation analysis further revealed significant positive relationships between BEEA and TDT (**$r = .68$, $p < .001$**), DCE and TDT (**$r = .72$, $p < .001$**), and SDM and TDT (**$r = .76$, $p < .001$**), indicating that stronger perceptions of blockchain-enabled administration, effective digital credentialing, and secure data-management practices were associated with higher levels of perceived trusted digital transformation. Multiple regression analysis demonstrated that BEEA, DCE, and SDM jointly accounted for **67.4% of the variance in TDT ($R^2 = .674$, adjusted $R^2 = .672$, $F(3,496) = 342.11$, $p < .001$)**, indicating substantial explanatory power within the study model. The standardised regression coefficients showed that BEEA (**$\beta = .24$, $p < .001$**), DCE (**$\beta = .31$, $p < .001$**), and SDM (**$\beta = .43$, $p < .001$**) each made statistically significant positive contributions to TDT, with secure data management recording the largest unique contribution. These findings suggest that respondents' perceptions of trusted digital transformation are particularly associated with the capacity of blockchain-enabled educational systems to protect and manage institutional information securely, while credentialing and administrative applications also contribute meaningfully to the transformation process. The finding concerning digital credentialing is consistent

with **Tran et al. (2023)**, who examined blockchain-powered university systems and identified secure connectivity, data management, and educational certification as important areas in which blockchain can support institutional transformation. Similarly, **Rustemi et al. (2024)** demonstrated through the DIAR system that blockchain can facilitate the generation and verification of academic diplomas, thereby addressing limitations associated with conventional certificate-verification processes. The significant relationship between DCE and TDT is also consistent with **Tariq et al. (2023)**, whose Cerberus system applies blockchain and smart-contract technologies to accreditation and degree verification, and **Tan et al. (2023)**, whose cross-border implementation of blockchain-based educational credentials demonstrated the relevance of verifiable credentials, digital identity, wallets, and interoperable verification mechanisms. The comparatively stronger relationship between SDM and TDT is further supported by **Chen et al. (2023)**, whose EduASAC framework combines blockchain technology with access-control mechanisms for educational archive sharing and protection. These findings collectively indicate that blockchain's contribution to educational transformation is not limited to credential verification but can extend to the broader management, protection, and controlled exchange of institutional information. The results should nevertheless be interpreted within the technological and organisational context of blockchain adoption. **Alsobhi et al. (2023)** identified interoperability, privacy, security, scalability, cost, regulation, accessibility, and institutional adoption as continuing challenges affecting blockchain-based micro-credentialing systems. Accordingly, the positive relationships observed in this study should not be interpreted to mean that blockchain independently guarantees institutional transformation. Rather, blockchain provides technological capabilities that can strengthen data integrity, credential verification, administrative transparency, auditability, and trusted information exchange when implemented alongside appropriate cybersecurity controls, interoperability standards, privacy-preserving mechanisms, institutional policies, and competent human oversight. The regression findings particularly suggest that secure data management deserves substantial attention in blockchain-enabled educational transformation because the protection and integrity of academic information constitute an important foundation for institutional trust. For Computer Science Education, this result reinforces the importance of developing learners' competencies in distributed systems, cryptography, database security, digital identity, smart contracts, access control, and information governance. Overall, the findings provide empirical support for considering blockchain-enabled administration, digital credentialing, and secure data management as interconnected dimensions of trusted digital transformation in contemporary educational institutions.

CONCLUSION

Blockchain-enabled educational administration, digital credentialing, and secure data management constitute interconnected components of an emerging trusted digital education ecosystem, with important implications for institutional governance and advanced Computer Science Education. The findings of the study indicate that blockchain-based approaches can provide distributed and tamper-evident mechanisms for managing educational information, verifying academic credentials, recording institutional transactions, controlling authorised access, and strengthening the traceability of administrative activities. The relatively high mean scores recorded for Blockchain-Enabled Educational Administration, Digital Credentialing Effectiveness, Secure Data Management, and Trusted Digital Transformation demonstrate favourable perceptions of the relevance of blockchain technologies to contemporary educational information management. The correlation results further established significant positive relationships between blockchain-enabled administration, digital credentialing, secure data management, and trusted digital transformation, while the regression analysis showed that the three technological dimensions jointly accounted for a substantial proportion of the variance in trusted digital transformation. Secure Data Management recorded the strongest unique contribution, highlighting the importance of data integrity, confidentiality, access control, auditability, and secure information exchange within digitally transformed educational institutions. These findings complement existing evidence from blockchain-based diploma systems, educational archive platforms, and cross-border credential-verification initiatives, which demonstrate the practical potential of distributed ledger technologies for improving credential authenticity, verification efficiency, and institutional information management (Rustemi et al., 2024; Tan et al., 2023; Chen et al., 2023). Digital credentialing is particularly important because contemporary learners increasingly require portable and independently verifiable evidence of degrees, competencies, micro-credentials, professional qualifications, and lifelong-learning achievements. Blockchain-supported credential systems can reduce dependence on paper certificates and lengthy manual correspondence by enabling authorised stakeholders to verify credential records through cryptographically secured mechanisms. However, the successful adoption of blockchain requires more than deploying distributed ledger infrastructure. The findings and reviewed literature indicate that interoperability, privacy, scalability, regulatory compliance, institutional governance, cybersecurity, technical expertise, implementation costs, and user acceptance remain important considerations. Blockchain also does not independently guarantee the accuracy of information entered into a ledger, and immutability cannot eliminate risks arising from compromised credentials, insecure interfaces, vulnerable smart contracts, inappropriate access permissions, or inaccurate institutional records.

Consequently, blockchain should be integrated with existing educational information systems, encryption, privacy-preserving technologies, digital identity frameworks, interoperable credential standards, secure off-chain storage, and clearly defined governance structures. From the perspective of Computer Science Education, the findings reinforce the value of using blockchain as an authentic interdisciplinary environment for developing competencies in distributed computing, cryptography, cybersecurity, database management, software engineering, digital identity, smart contracts, access control, information governance, and systems integration. Educational institutions can therefore incorporate blockchain-based projects involving credential verification, secure academic records, digital certificates, student identity, and administrative data exchange into advanced Computer Science curricula. Such approaches can enable learners to connect theoretical computing principles with practical institutional challenges involving data integrity, credential fraud, privacy, accountability, and secure information sharing. The contribution of blockchain-enabled digital transformation consequently extends beyond technological decentralisation to the establishment of accountable mechanisms for creating, verifying, exchanging, protecting, and auditing educational information. Advanced Computer Science Education should therefore prepare graduates not only to develop blockchain applications but also to critically evaluate their technical, organisational, ethical, legal, security, and governance implications. A sustainable trusted digital education ecosystem will depend on the strategic integration of blockchain with complementary information technologies, interoperable standards, privacy-preserving architectures, competent professionals, institutional policies, and responsible governance. In this context, blockchain represents an enabling infrastructure whose educational and administrative value depends on how effectively its computational capabilities are aligned with institutional requirements, data-protection principles, cybersecurity practices, and the broader objectives of trustworthy digital transformation.

FUTURE RESEARCH

Future research should move beyond conceptual discussions and modelled datasets toward longitudinal, multi-institutional empirical investigations of blockchain-enabled educational ecosystems. Studies should compare conventional and blockchain-supported administrative processes using measurable indicators such as verification time, processing cost, data-integrity incidents, credential fraud, user satisfaction, interoperability, and cybersecurity performance. Research should also investigate privacy-preserving architectures combining blockchain with zero-knowledge proofs, decentralised identifiers, verifiable credentials, secure off-chain storage, and advanced encryption. Comparative studies across Nigerian universities and other African higher-

education systems would be particularly valuable for identifying infrastructure, regulatory, financial, digital-literacy, and governance factors affecting sustainable blockchain adoption.

References

Alsobhi, H. A., Alakhtar, R. A., Ubaid, A., Hussain, O. K., & Hussain, F. K. (2023). Blockchain-based micro-credentialing system in higher education institutions: Systematic literature review. *Knowledge-Based Systems, 265*, 110238. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2022.110238

Aybar-Bellido, I., Arones, M., Arévalo-Tuesta, J. A., Adauto-Medina, W., & Ochoa-Carbajal, H. (2026). Blockchain integration into the university education process: A systematic review of application, justification, and impact. *International Journal of Evaluation and Research in Education, 15*(1). https://doi.org/10.11591/ijere.v15i1.36591

Chen, et al. (2023). EduASAC: A blockchain-based education archive sharing and access control system. *Computers, Materials & Continua, 77*(3), 3387-3422. https://doi.org/10.32604/cmc.2023.042000

Desplebin, O., Lux, G., & Petit, N. (2024). Inclusion of blockchain in university accounting curricula: An overview of practices and strategies. *Accounting Education, 33*(3), 265-286. https://doi.org/10.1080/09639284.2024.2321125

Ifeyemi, T., Oyedeji, A. O., & Adebiyi, F. (2024). A blockchain-based digital educational certificate verification system. *ITEGAM-JETIA, 10*(49), 35-41. https://doi.org/10.5935/jetia.v10i49.1145

Mishra, V., Walsh, I., & Srivastava, A. (2022). Applications of blockchain in government education sector: A comprehensive review and future research potentials. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing, 15*(3), 449-472. https://doi.org/10.1108/JGOSS-09-2021-0076

Platts, J., et al. (2022). Cybersecurity, data privacy and blockchain: A review. *SN Computer Science*. https://doi.org/10.1007/s42979-022-01020-4

Rustemi, A., Dalipi, F., Atanasovski, V., & Risteski, A. (2024). DIAR: A blockchain-based system for generation and verification of academic diplomas. *Discover Applied Sciences, 6*, 297. https://doi.org/10.1007/s42452-024-05984-1

Suktam, W., Lapchit, S., Supsin, J., Sonwa, S., & Suthamdee, C. (2024). Blockchain in education: Transforming learning, credentialing, and academic data management. *Journal of Education and Learning Reviews, 1*(6), 37-46. https://doi.org/10.60027/jelr.2024.739

Tan, E., Lerouge, E., Du Caju, J., & Du Seuil, D. (2023). Verification of education credentials on European Blockchain Services Infrastructure (EBSI): Action research in a cross-border use case between Belgium and Italy. *Big Data and Cognitive Computing, 7*(2), 79. https://doi.org/10.3390/bdcc7020079

Tariq, A., Haq, H. B., & Ali, S. T. (2023). Cerberus: A blockchain-based accreditation and degree verification system. *IEEE Transactions on Computational Social Systems, 10*(4), 1503-1514. https://doi.org/10.1109/TCSS.2022.3188453

Tran, V. D., Ata, S., Tran, T. H., Lam, D. K., & Pham, H. L. (2023). Blockchain-powered education: A sustainable approach for secured and connected university systems. *Sustainability, 15*(21), 15545. https://doi.org/10.3390/su152115545

DIAGNOSIS OF THE LIFESTYLE OF STUDENTS IN NORTHERN BENIN IN 2024

Brigitte Affidéhomé Tonon[1]*, Stève Marjelin Donan Falola[1, 2], Josi-Noelline Sinh[3,4], Gilchrist Fabrice Gouthon[1, 3, 5], Jean-Paul Kouassi[3,4], Mohamed Lamine Dioubaté[6], Zaïnoul Traoré[6], Tiranké Touré[6]

1 Sports, Health, and Evaluation Research Unit. National Institute for Youth, Physical Education, and Sports, University of Abomey-Calavi, Republic of Benin.

2 Biomechanics and Performance Research Unit. National Institute for Youth, Physical Education, and Sports, University of Abomey-Calavi, Republic of Benin.

3 Center for Expertise and Training of Sports Professionals,12tharrondissement of Cotonou, Republic of Benin.

4 Multidisciplinary Laboratory for Human Movement, Development and Well-being Sciences. National Institute for Youth and Sports, Félix Houphouët-Boigny University, Abidjan, Republic of Ivory Coast.

5 Center for Studies and Research in Education and Social Interventions for Development. National Institute of Youth, Physical Education, and Sports. University of Abomey-Calavi, Porto-Novo, Republic of Benin.

6. Laboratory for Socio-Anthropological Analysis of Guinea (LASAG). General Lansana Conté University of Sonfonia–Conakry (UGLC-SC), Republic of Guinea

1. Laboratory for Socio-Anthropological Analysis of Guinea (LASAG). General Lansana Conté University of Sonfonia–Conakry (UGLC-SC), Republic of Guinea

2. Center for Studies and Research in Education and Social Interventions for Development (CEREID). National Institute of Youth, Physical Education, and Sports. University of Abomey-Calavi, Republic of Benin.

3. Research Unit on the Sociology of Organizations, Management, and Sports Engineering. National Institute of Youth, Physical Education, and Sports. University of Abomey-Calavi, Republic of Benin.

Abstract

The lifestyle of students is influenced by sports, hygiene, eating habits, and alcohol and tobacco consumption, especially during a health crisis when lockdown is recommended. This study aimed to examine the lifestyle of students enrolled in middle schools in northern Benin. To this end, the study was conducted in three carefully selected middle schools in northern Benin and involved 1,500 students, including 892 boys, who were selected using a non- random method and random selection technique. A questionnaire was used to collect information on the students' lifestyles. Lifestyles were assessed as good or poor. The results revealed that the lifestyle of 86.3% of the students surveyed was considered poor. Sports, hygiene, eating habits, and food consumption had a strong influence on the students' lifestyles ($p < 0.001$). The poor lifestyle of students requires action to change their behavior in order to maintain and preserve a well-being that is conducive to their overall development and, above all, their academic success.

Keywords: Quality of life; Students; Well-being; Health; Benin

ASSOCIATION BETWEEN DAILY SMARTPHONE SCREEN TIME, SLEEP QUALITY, AND ANXIETY SYMPTOMS AMONG UNIVERSITY STUDENTS IN CENTRAL JAVA, INDONESIA: A CROSS-SECTIONAL STUDY

Rofiqoh Aliyah Arifin

Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

ABSTRACT

Poor sleep quality and anxiety are common among university students, and long smartphone use may worsen both. However, local evidence linking these variables in Indonesian universities is still limited. This study aimed to examine the association between daily smartphone screen time, sleep quality, and anxiety symptoms among university students in Central Java, and to assess whether sleep quality mediates the relationship between screen time and anxiety.

A cross-sectional survey was conducted among undergraduate students aged 18–24 years, selected by stratified random sampling across faculties. Daily screen time was self-reported and checked against the phone's screen-time record. Sleep quality was measured with the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI), and anxiety symptoms with the Generalized Anxiety Disorder-7 (GAD-7), both in validated Indonesian versions. Participants gave informed consent, and ethical approval was obtained. Analysis used Spearman correlation, multivariable linear regression adjusted for age, sex, and residence, and a mediator analysis ($p < 0.05$).

A total of 327 students were included. Poor sleep quality (PSQI > 5) was found in 63.9% of participants, and 24.8% had moderate to severe anxiety (GAD-7 ≥ 10). Longer screen time correlated positively with PSQI score (rho = 0.28, $p < 0.001$) and GAD-7 score (rho = 0.22, $p < 0.001$). After adjustment, each additional hour of daily screen time was associated with a higher anxiety score ($\beta = 0.17$, 95% CI 0.06–0.28). Sleep quality explained about 29% of this association.

Longer smartphone screen time was associated with poorer sleep quality and higher anxiety symptoms, and sleep quality partly explained this link. Because of the cross-sectional design, causality cannot be concluded. These findings support sleep hygiene education and routine sleep and anxiety screening on campus, and can guide future longitudinal studies.

Keywords: Sleep Quality; Screen Time; Anxiety; Students; Smartphone; Cross-Sectional Studies

DIGITALIZATION AND GLOBALIZATION OF RIFA'IYAH BATIK

Syaliva Dhu Sa'atin

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia.

Abstract

Rifa'iyah Batik is a cultural heritage that has both economic and cultural value, including historical identity, artistic characteristics, and traditional knowledge of the Rifa'iyah community. The development of digital technology, changes in consumer behavior, and increasingly competitive markets encourage batik industries to adapt through digitalization and globalization. This discussion aims to examine the role of digitalization in supporting the development of Rifa'iyah Batik, particularly through digital marketing, social media, branding, e-commerce, and market expansion. This discussion uses a descriptive qualitative approach through a literature review, with information analyzed thematically based on relevant studies and documents. The results show that digitalization provides opportunities to improve production efficiency, develop product designs, expand marketing channels, strengthen brand identity, and reach wider consumer markets. Social media, marketplaces, websites, and digital content can also be used to introduce the history, motifs, philosophy, and cultural identity of Rifa'iyah Batik. However, digital transformation requires adequate digital literacy and adaptation among artisans and business actors. The use of technology should support creativity without replacing traditional skills or reducing the authenticity of Rifa'iyah Batik. Therefore, digitalization needs to be implemented in a balanced manner by combining technological innovation, market adaptation, cultural preservation, and environmental awareness. Through appropriate digital strategies and collaboration among artisans, communities, government, academics, designers, and business partners, Rifa'iyah Batik has the opportunity to strengthen its competitiveness while maintaining its identity as a living cultural heritage.

Keywords: Rifa'iyah Batik, Digitalization, Digital Marketing, Social Media, Globalization.

BATİK RİFAİYAH AND THE FASHİON INDUSTRY: CULTURAL ADAPTATİON, DESİGN INNOVATİON, AND CREATİVE ECONOMİC DEVELOPMENT

Sabrina Zahroh

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Batik has an increasingly important position in the fashion industry because of its ability to combine cultural heritage with contemporary aesthetic and lifestyle needs. This study discusses the relationship between Batik Rifaiyah and the fashion industry, particularly in terms of cultural adaptation, design innovation, and creative economic development. Batik is no longer limited to traditional clothing or formal occasions but can be developed into various contemporary fashion products through adjustments in motifs, composition, colors, techniques, and garment structures. In the context of Batik Rifaiyah, such adaptation needs to consider its distinctive cultural identity so that innovation does not reduce batik to merely a decorative element. The development of fashion products can be achieved by applying Batik Rifaiyah motifs to everyday clothing, workwear, event attire, and other fashion products while maintaining their cultural characteristics. Innovation can also be developed through alternative production techniques, motif exploration, surface treatment, and digital or contemporary design approaches. Collaboration between artisans and designers is important because artisans possess traditional knowledge and technical skills, while designers understand current fashion trends and consumer preferences. However, the integration of batik into the global fashion industry also creates challenges related to commercialization and the preservation of cultural integrity. Therefore, fashion development should maintain a balance between market demands, creative innovation, artisan skills, and cultural values. The study concludes that the fashion industry can provide a strategic space for Batik Rifaiyah to expand its market and economic value while simultaneously strengthening cultural sustainability. Through appropriate adaptation and innovation, Batik Rifaiyah can remain relevant to contemporary consumers without losing its cultural identity.

Keywords : Batik Rifaiyah, fashion industry, cultural adaptation, design innovation, creative economy, cultural sustainability.

SOCIAL INEQUALITIES AND ECOLOGICAL RESPONSIBILITY: A HUMAN ECOLOGY PERSPECTIVE ON COMMUNITY RESILIENCE

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

Environmental responsibility is exercised within unequal social and material conditions. This article develops a human ecology framework connecting environmental justice, everyday practices and community resilience, and examines selected public indicators through descriptive secondary analysis. The evidence comprises global emissions estimates, European housing statistics and European Union surveys on climate and energy attitudes. These sources are analysed separately because their populations, reference periods and measurement instruments differ. The analysis distinguishes contributions to environmental pressure, exposure to deprivation, capacity to change practices and authority to influence collective decisions. It argues that ecological responsibility becomes socially credible when expectations are matched by practical opportunities and accountable institutions. Public willingness to support environmental action cannot substitute for adequate housing, accessible mobility or participation in decisions. Schools are considered institutions that can connect environmental knowledge with local experience, provided that participation does not depend on household purchasing power or unpaid family labour. The article proposes a framework of differentiated responsibility and inclusive capacity, together with operational questions for future community research. Its contribution is to clarify the conditions under which cooperation strengthens adaptation without transferring institutional obligations to disadvantaged residents. The secondary indicators provide contextual evidence rather than a direct test of community resilience or individual causal relationships. Recommendations therefore focus on the design and evaluation of accessible programmes, the distribution of benefits and burdens, and the distinction between voluntary participation and the public provision necessary to sustain it.

Keywords: Human ecology, environmental sociology, social inequality, ecological responsibility, community resilience environmental justice

1. INTRODUCTION

Environmental action presents a sociological problem whenever people are asked to make similar changes under dissimilar conditions. A household may understand the benefits of insulation while lacking authority over its dwelling. A student may value clean transport while living beyond a reliable bus route. A neighbourhood may be willing to cooperate while possessing no discretionary budget. These situations make the relationship between knowledge and action conditional on arrangements that are often absent from explanations centred on personal choice. The central question of this article is how ecological responsibility can be understood as a relationship between social position, practical capacity and collective institutions.

The argument is that responsibility should be differentiated by contribution to environmental pressure, capacity to change and authority over the conditions of action. This differentiation does not abolish individual agency. It identifies the circumstances in which agency can be exercised and the institutions that can expand those circumstances. A sociological account must ask who can act, which actions are available, who pays, whose knowledge counts and what happens when participation requires resources that some residents cannot provide. Community resilience is consequently approached as the ability to sustain essential functions and revise unjust arrangements during environmental pressure, rather than as a moral quality possessed by particularly resourceful populations.

The paper extends the conceptual orientation of human ecology through a descriptive reading of public evidence. No survey or ethnographic investigation is reported. The numerical material establishes the scale and distribution of selected conditions relevant to environmental action. It does not measure the causal effect of education on adaptation or demonstrate the resilience of a particular Romanian community. Conceptual frameworks should specify supporting observations and acknowledge evidence that remains unavailable for investigation.

The European evidence is useful for an international congress because it offers documented instruments and a range of institutional contexts. Romania enters the discussion where verified housing comparisons warrant attention and through the author's earlier scholarship on migration and integration. The paper does not treat European averages as estimates for Romanian schools or households. It also does not extrapolate from a global distribution of emissions to the behaviour of individuals in a particular town. Different geographical scales illuminate different parts of the problem and must remain analytically separate.

Three questions organise the inquiry. How should ecological responsibility be distinguished from environmental concern? How do material constraints and institutional arrangements condition community

action? What role can education play in connecting individual understanding to inclusive collective capacity? The article answers these questions by defining its concepts, documenting its secondary evidence and developing propositions for future investigation. Its practical focus is the design of programmes that avoid mistaking visible participation for equitable access.

1.1. Human Ecology and Social Position

Catton and Dunlap (1980) situate sociology within an ecological worldview that challenges assumptions of human exemption from environmental constraints. The present human ecology framework connects that orientation to the organisation of everyday life. Here, the environment includes built infrastructure and arrangements through which people obtain shelter, energy, transport and information. Physical exposure is consequently connected to institutional access. Poor insulation or an inaccessible public building can express both environmental conditions and decisions about investment, maintenance and entitlement. The analytical task is to investigate those connections while retaining the material limits that cooperation and institutional reform cannot simply abolish.

An ecological approach can become misleading if it describes communities as unified organisms. Residents do not share identical occupations, resources or authority. A business owner, a tenant, an older person living alone and a school administrator may depend on the same local infrastructure while controlling different aspects of it. Community boundaries also fail to contain supply chains, labour markets and public budgets. The framework adopted here therefore treats a community as a set of overlapping relationships rather than a self-contained entity. Local cooperation operates within wider systems that may support or restrict it.

Adger (2000) provides an important distinction between social and ecological resilience. The capacity of a social group to respond to disturbances cannot simply be inferred from the persistence of an ecosystem, although the two may interact. Norris et al. (2008) identify adaptive capacities involving economic resources, social capital, communication and community competence. These contributions establish why resilience requires more than physical protection. The present framework adds an explicit question about the distribution of those capacities: a community can preserve services while particular residents face exclusion from the means of recovery.

This distributional question changes the meaning of a successful intervention. Suppose a local programme improves buildings primarily through reimbursement after households have paid for renovations. Its environmental output may be positive, but its entry condition privileges those able to finance the initial expense. A programme offering technical advice alone may reach many residents while leaving decision-making

authority with landlords. These are analytical examples, not observations from a new study. They show why a human ecology perspective must examine the sequence of access as well as the eventual outcome.

1.2. Environmental Justice and Differentiated Responsibility

Environmental justice concerns the allocation of burdens and benefits, the recognition of affected groups, participation in decisions and the capabilities needed to live well. Schlosberg (2007) connects these dimensions rather than treating distribution as sufficient. This perspective helps explain why formally equal invitations can coexist with unequal participation. The same meeting time, application form or contribution requirement can have different effects across residents. Recognition also concerns whether experiences of deprivation are accepted as relevant evidence or dismissed as resistance to change.

Ecological responsibility has at least four dimensions. Causal responsibility concerns the contribution made to environmental pressure. Practical responsibility concerns what a person or institution can reasonably change. Political responsibility concerns authority over rules and investments. Relational responsibility concerns obligations arising through dependence, care and cooperation. These distinctions are the article's analytical synthesis. They prevent the term responsibility from becoming a vague demand that everyone do more, regardless of influence or constraint.

The distribution of emissions is relevant to causal responsibility, but it does not determine every practical obligation. A person with a small footprint may still influence a local decision, while an institution with substantial influence may not appear as a household emitter. Conversely, poverty does not make harmful local practices environmentally harmless. The framework requires examining contributions and alternatives together. An avoidable activity by an actor with extensive resources raises a different policy question from a necessary activity performed under constrained circumstances.

The contrast between equal expectations and differentiated possibilities is especially important in education. Requiring every pupil to purchase environmentally certified materials may reward family resources rather than learning. Evaluating sustainability through the possession of particular goods can convert an educational objective into a status competition. A more appropriate assessment would examine understanding, collaborative problem-solving and the ability to identify institutional barriers. Material contributions should remain available through school provision rather than being assumed to follow from family support.

Table 1 specifies the distinctions used throughout the article. Its purpose is conceptual precision, not the classification of survey respondents into categories that the available data cannot identify.

Table 1. Dimensions of ecological responsibility

Dimension	Analytical question	Relevant observation
Causal	Who contributes to environmental pressure?	Attributed emissions and activity patterns
Practical	Which alternatives are feasible?	Resources, infrastructure and control
Political	Who can change rules and investment?	Mandates, budgets and decision routes
Relational	How are dependence and care organised?	Support obligations and distribution of effort

Note. Conceptual distinctions, not measured respondent categories.

Source. Author's analytical synthesis informed by Schlosberg (2007), Shove (2010) and Ostrom (2010).

The sociological value of these distinctions is that they separate moral judgement from empirical investigation. A resident's apparent inactivity could reflect disagreement, lack of authority, inadequate information or an unaffordable option. These explanations require different observations and different responses. Treating them as interchangeable would produce both weak research and poorly targeted programmes.

1.3. Practices and Collective Efficacy

Shove (2010) challenges environmental explanations organised narrowly around attitudes, behaviour and choice. Her argument supports examining the arrangements through which activities become routine. Travel, heating and consumption depend on equipment, skills, schedules and shared expectations. The present article applies that insight by asking which alternatives are practically available before interpreting a declared preference as the cause of an action. This is particularly relevant when interventions seek rapid household change without changing the systems on which households rely.

Collective efficacy adds another element. Sampson et al. (1997) relate social cohesion and willingness to intervene for a common purpose in their study of neighbourhood violence. That finding cannot be transferred directly to environmental resilience. Nevertheless, the distinction between knowing neighbours and coordinating action is conceptually useful. A dense network may circulate information without possessing the authority or means to repair a building. Environmental cooperation requires a connection between relationships and implementable decisions, not merely the existence of interpersonal familiarity.

The framework therefore distinguishes ties from resources and resources from rights. Ties may help someone discover assistance. Resources may make assistance possible. Rights determine whether assistance can be claimed or depends on personal favour. An intervention based entirely on informal relationships may leave

isolated residents disadvantaged and make access contingent on local status. Institutional procedures can correct that problem when they remain understandable, accountable and reachable by people outside established networks.

Ostrom (2010) examines polycentric arrangements for environmental collective action. Multiple centres of decision can permit action at different scales, but multiplicity should not be confused with the disappearance of responsibility. In the present framework, cooperation among schools, municipal services and resident groups needs an identifiable route for decision, implementation and appeal. If every actor can refer a problem elsewhere, a network may increase procedural complexity without improving capacity. Accountability must therefore be analysed alongside collaboration.

2. METHOD

2.1. Design and Source Selection

The study combines conceptual synthesis with descriptive secondary analysis of public aggregate indicators. Sources were selected purposively for their relevance to the relationship among environmental pressure, material deprivation and practical action. Inclusion required an identifiable producer, a stated geographical scope, an interpretable denominator and public documentation. Institutional statistics and surveys provide the numerical evidence; scholarly publications support the conceptual distinctions. This is a focused analytical review, not a systematic review or meta-analysis, and no claim of exhaustive literature coverage is made.

The evidence covers global emissions estimates reported by the United Nations Environment Programme (UNEP), European Union Statistics on Income and Living Conditions (EU-SILC) housing indicators, and European Commission surveys on climate change and energy policy. Sources were consulted on 10 October 2026. The selection uses identified reference years rather than presenting every available statistic as current. Housing comparisons refer to 2024, the energy survey to 2024 and the climate survey to 2025. The global emissions distribution refers to the underlying historical estimates discussed in the 2023 UNEP report.

The sources address distinct questions. Emissions estimates concern an allocation of environmental pressure across income groups. Housing statistics concern persons living under specified household conditions. Survey percentages concern reported views or actions and are affected by question wording. Combining them in one regression would not be justified because they are neither observations on the same individuals nor a harmonised panel. They are read as complementary contexts that help formulate research questions at the community level.

Table 2 records the role and limitations of the numerical sources. Documenting these limitations before interpreting the graphs prevents the conceptual argument from acquiring an unwarranted appearance of statistical proof.

Table 2. Architecture of the secondary evidence

Source	Scope and reference	Analytical use	Main limitation
UNEP (2023)	Global historical emissions estimates	Contribution to pressure	Not a local household sample
Eurostat (2026)	EU-SILC housing, 2024; warmth also 2023	Material conditions	No link to individual attitudes
Commission (2024)	EU energy-policy survey, 2024	Reported action and policy priorities	Self-report; conditional bases
Commission (2025)	EU climate survey, 2025	Perceived capacity and benefits	Opinions are not outcomes

Note. Separate aggregates; no pooled dataset or causal estimation. Reference years are retained in figure notes.

Source. UNEP (2023); Eurostat (2026); European Commission (2024, 2025).

The sources provide descriptive leverage rather than causal identification. Their differences are retained in captions and notes. Institutional reports are also read critically: their policy framing does not automatically determine the interpretation adopted here. A public agency can document a useful pattern while using language that the sociological analysis needs to examine independently.

2.2. Measurement and Visualisation

Percentages are reproduced as published, retaining the reported precision. Percentage points are used for differences between percentages. No individual sample counts, confidence intervals or standard errors are reconstructed from rounded aggregate results. Multiple-response questions are identified so their categories are not mistakenly treated as parts of a single distribution. Conditional questions retain the relevant subgroup denominator. This is particularly important for measures concerning household investments, where respondents who undertook improvements differ from all respondents.

Each graph is assigned a separate analytical function. Tables specify concepts, source architecture, institutional roles, research propositions or evaluation criteria, avoiding duplication of the plotted numerical series. Titles are placed outside the graph. Percentage labels, axis names and source information permit independent reading. Visual forms vary while preserving a common commitment to legibility. Decorative transformations that would obscure denominators or exaggerate small differences are avoided.

Lines represent an observed temporal change only when a temporal ordering exists. With two annual observations, a connecting line describes the change between those observations; it cannot establish a durable trend or support forecasting. Nominal categories such as countries or institutions are not connected by fitted trend lines because their order has no substantive metric. For those graphs, separate marks show comparisons. This distinction is a methodological safeguard against implying movement or causality from an arbitrary arrangement of labels.

The interpretive procedure proceeds through three questions. What exactly does the indicator measure? Which dimension of ecological responsibility or capacity does it illuminate? What evidence would be needed to move from that contextual observation to a community-level explanation? The final question keeps interpretation conditional. The article's propositions are intended to guide empirical investigation and programme evaluation; they are not reported as statistically confirmed findings.

2.3. Scope and Ethical Considerations

The analysis uses published aggregates and does not involve identifiable participants. It therefore makes no claim to have obtained interview consent, ethics approval or access to unpublished records. Future empirical research would require separate arrangements, especially if it concerned minors, household hardship or institutional conflicts. Examples involving schools illustrate possible mechanisms and programme designs. They should not be read as assessments of the institutions named in the author's affiliation.

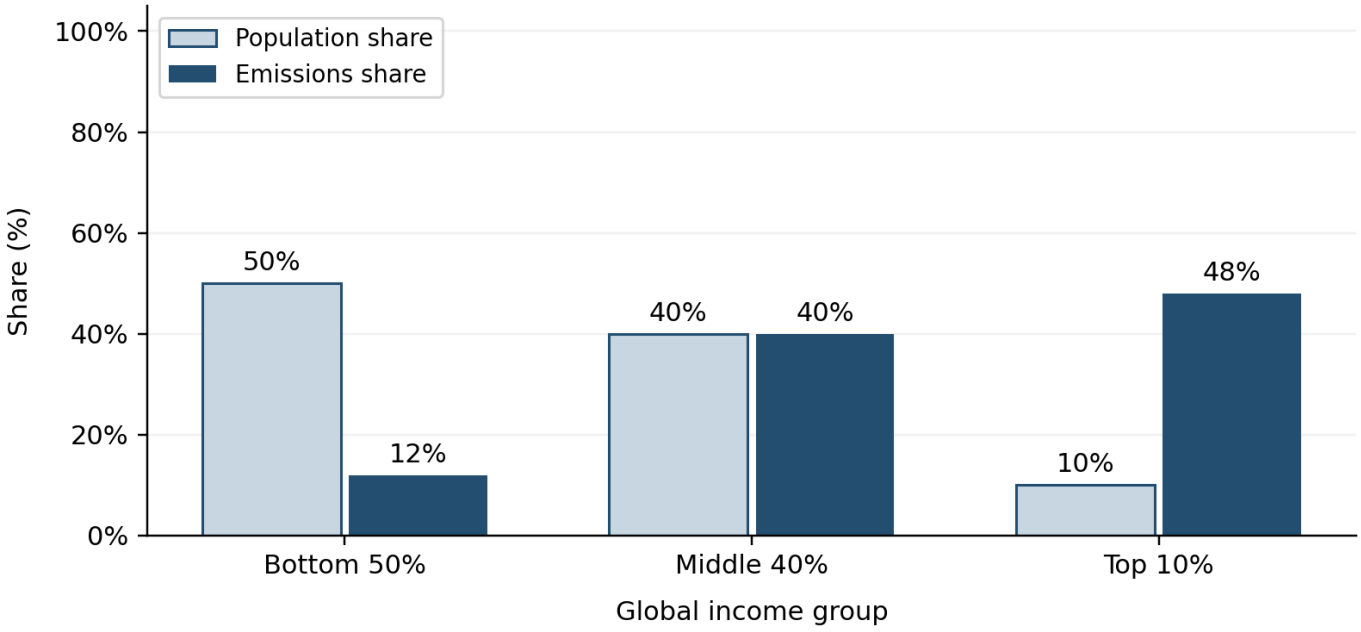
Earlier work by Feraru (2015) on migration integration provides a relevant perspective on links between inclusion and regional development. It is used here to motivate attention to mobility and unequal institutional access, not as evidence about contemporary environmental attitudes. The self-citation remains limited to a substantive connection. Historical migration data from that publication are not recycled into the present graphs, and its findings do not stand in for ecological research.

3. FINDINGS AND ANALYTICAL DEVELOPMENT

3.1. Contributions to Environmental Pressure

The first empirical context concerns the distribution of environmental pressure. UNEP (2023) reports substantial inequality in consumption-based emissions between global income groups. Figure 1 compares population shares with emissions shares, making the mismatch visible. The middle group's emissions share is a transparent residual derived from the two published endpoints, not an additional independently estimated observation. The graph concerns a global allocation and should not be used to assign a footprint to a particular participant in a local programme.

Figure 1. Population and emissions shares by global income group



Note. Global estimates for 2019, as reported in UNEP (2023). Allocation includes consumption and investment emissions; middle-group share = 100 − 12 − 48, derived from rounded reported shares. This is not a 2023 household survey.

Source. UNEP (2023), executive summary p. XVII and Chapter 2; underlying estimates discussed by Chancel (2022).

The sociological implication is that a universal appeal to personal restraint requires a differentiated account of contribution. A policy that treats all residents as equivalent sources of pressure risks placing its greatest rhetorical demands on people whose available consumption is already restricted. This observation does not identify the best tax or investment instrument. It establishes a question of proportionality that any instrument should address. Responsibility cannot be inferred from the visibility of an environmentally controversial practice while ignoring the scale of other activities.

The comparison also encourages a distinction between absolute need and discretionary demand. A local transport programme should investigate whether people travel to obtain necessary services, maintain care relationships or undertake optional high-emission activities. Those purposes cannot be classified from income alone. However, an analysis of available alternatives can identify whether reducing an activity would improve efficiency or restrict access to essential functions. The distinction is sociological because it concerns the organisation of life, not simply the technical performance of equipment.

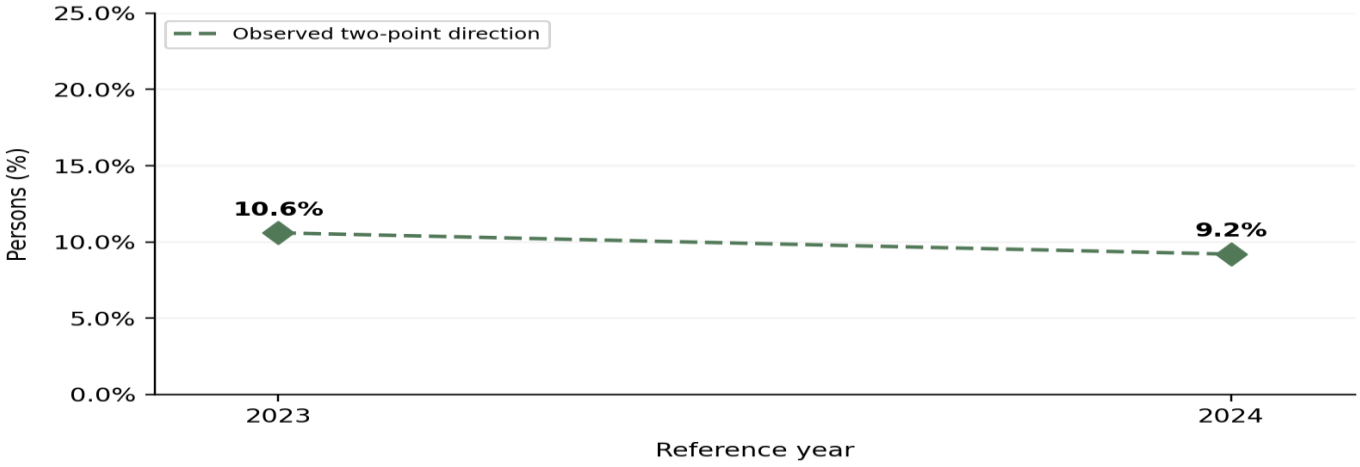
Chancel (2022) estimates inequality in individual greenhouse gas emissions over time using income and wealth information alongside environmental accounting. The relevance here is the need to specify what is allocated when speaking of a carbon footprint. Consumption and investment can enter accounting differently. The article does not treat an aggregate footprint as a complete moral description of a person. Environmental responsibility also concerns institutions that organise production and allocate benefits, so accounting choices need to remain visible within public discussion.

For community research, this leads to a practical sequence. Investigators should first describe the activity and its environmental implications, then examine which actors control it, and finally assess available alternatives. An institution controlling procurement may have more capacity to alter demand than a pupil choosing from materials already supplied. A tenant's authority over heating systems may be narrower than a landlord's. Differentiated responsibility follows from such relationships, rather than from a general exemption for some social groups.

3.2. Housing and the Material Conditions of Adaptation

Ecological responsibility is conditioned by the quality of shelter. Figure 2 presents the European share of persons living in households unable to keep their homes adequately warm in two specified years (Eurostat, 2026). The indicator captures reported affordability, not measured indoor temperature or an engineering assessment of efficiency. The connecting line records an observed change, leaving open the contributions of prices, income, weather and support measures.

Figure 2. Inability to keep the home adequately warm in the EU



Note. EU-SILC; persons living in households unable to afford adequate warmth. The dashed segment shows the observed two-point direction only; it is not a fitted trend or forecast.

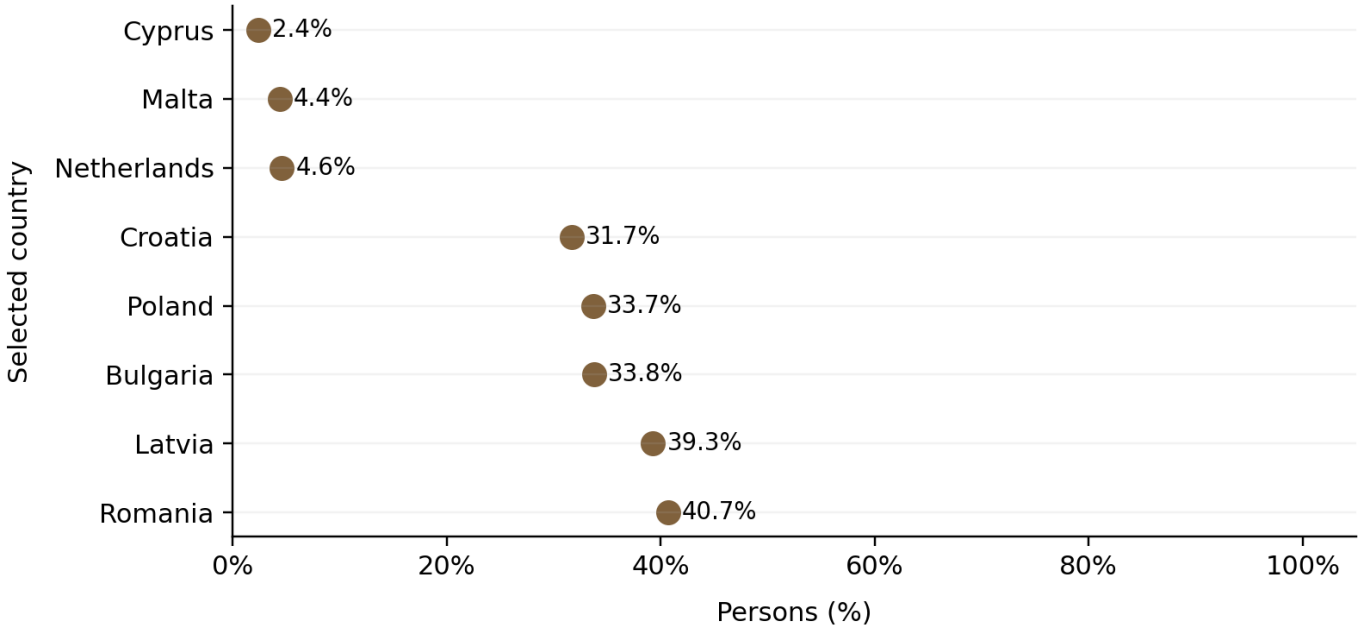
Source. Eurostat (2026), dataset ilc_mdes01.

An improvement in an aggregate indicator does not establish that all households improved. Nor does it reveal whether change resulted from public support, different weather or changes in household resources. The sociological issue is how deprivation affects the feasibility of environmental recommendations. Asking residents to reduce energy use has a different meaning where adequate warmth is already unaffordable. Programme evaluation should distinguish efficiency gains that sustain comfort from reductions achieved by accepting harmful living conditions.

Housing can also distribute power within the household. Control over spending, the use of rooms and the timing of domestic activities may be negotiated among members whose preferences and needs differ. An aggregate household indicator cannot show these internal arrangements. A future study should therefore avoid assuming that a respondent's reported action represents an equal capacity among all household members. The organisation of care, illness and paid work may affect which changes are possible and who bears their inconvenience.

Figure 3 examines another housing condition, overcrowding, in a deliberately selected set of European countries (Eurostat, 2026). The comparison is illustrative and includes both high and low reported rates. It is not a comprehensive country ranking, and it should not be combined with the warmth indicator to create an unvalidated resilience index.

Figure 3. Overcrowding in selected eu countries



Note. EU-SILC, 2024; persons living in overcrowded households under Eurostat room and household-composition criteria. Countries are selected illustrations, not the full EU ranking.

Source. Eurostat (2026), dataset ilc_lvho05a.

Overcrowding matters to the proposed framework because domestic space can affect study, care, rest and the storage or use of equipment. Those pathways are hypotheses for investigation, not demonstrated consequences of the plotted national rates. The graph provides a reason to examine the housing context when environmental programmes assume that everyone can organise domestic practices in similar ways. Household advice becomes more useful when it responds to constraints on space and control rather than imagining an unconstrained home.

Romania's position in this comparison warrants attention to structural conditions in future local inquiry. It does not justify a conclusion that Romanian residents possess weaker ecological values. To investigate the relationship, researchers would need observations connecting housing conditions, resources, programme access and reported practices among the same participants. They would also need to distinguish individual circumstances from neighbourhood services. Without these connections, a national comparison is contextual information rather than an explanation of local behaviour.

Table 3 identifies institutional functions relevant to these constraints. It turns the preceding discussion into questions about provision and accountability without assuming that particular institutions already perform these functions successfully.

Table 3. Institutional functions supporting inclusive capacity

Institution or setting	**Potential function**	**Question of accountability**
School	Provide shared learning resources	Can all pupils participate without purchases?
Municipal services	Coordinate locally accessible provision	Who responds to an unmet request?
Housing authority or owner	Enable building changes	Who controls repairs and eligibility?
Community organisation	Connect residents and knowledge	Are isolated residents reached?
Programme administrator	Manage application and completion	Can barriers and errors be challenged?

Note. Proposed functions, not an evaluation of named institutions. Allocation depends on actual authority.

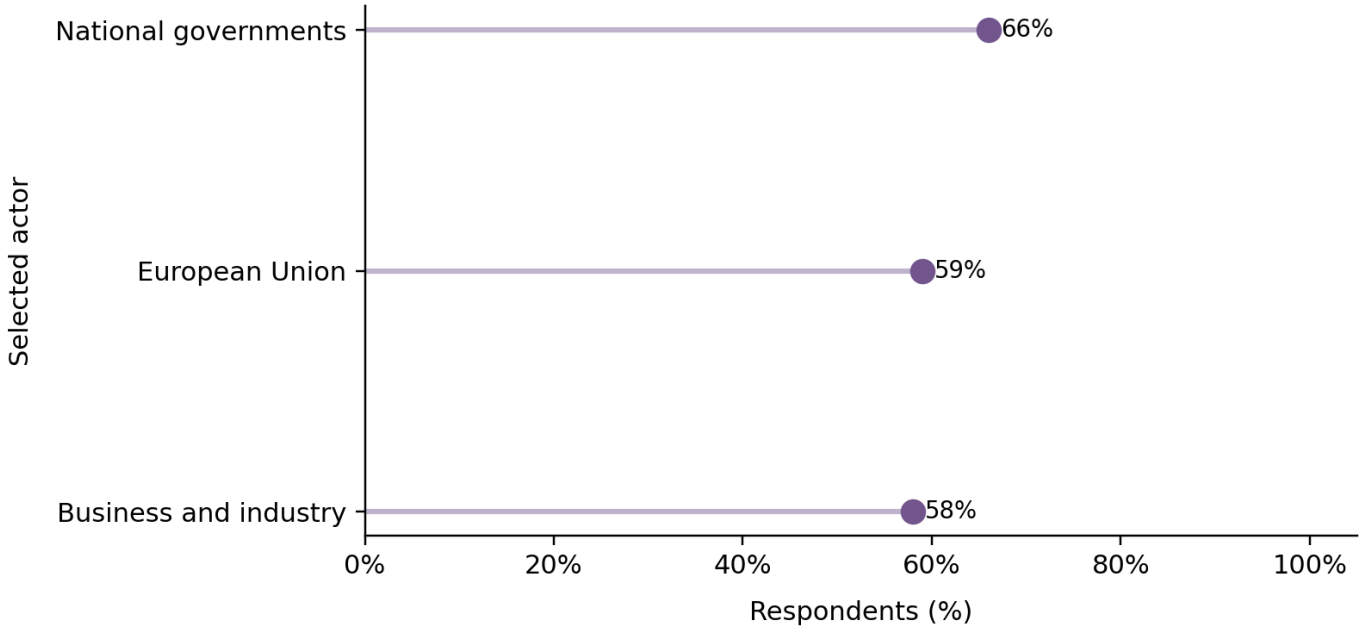
Source. Author's framework informed by Norris et al. (2008), Ostrom (2010) and Schlosberg (2007).

The table shifts analysis from a catalogue of household obligations to the arrangements that make action feasible. Its interpretation is not that every institution should perform every function. Responsibilities should be allocated according to authority and competence, with a clear route for coordination. A school can identify barriers to pupil participation, while building repairs or transport provision require other decision makers. Recognising those boundaries prevents educational initiatives from promising solutions they cannot deliver.

3.3. Public Expectations and Institutional Authority

Public views on who can address climate change provide another perspective on responsibility. Figure 4 shows selected actors identified as best placed to act in the 2025 European climate survey (European Commission, 2025). This is a multiple-response comparison, so the percentages do not allocate a fixed budget of responsibility. The wording concerns perceived capacity, not a direct measurement of institutional effectiveness or respondents' willingness to accept any specific policy.

Figure 4. Selected actors perceived as best placed to tackle climate change



Note. EU climate survey, 2025; multiple responses possible. Perceived capacity is not measured institutional performance. No trend is fitted to nominal categories.

Source. European Commission (2025), Special Eurobarometer 565 summary.

The pattern makes institutional action central to the discussion, but it cannot demonstrate trust in every institution or support for every proposed intervention. A respondent can judge an institution powerful while doubting its commitment. The sociological interpretation therefore distinguishes expected authority from legitimacy. Future research should ask whether residents believe institutions can act, whether they believe those institutions will act fairly, and whether residents possess a route to influence the decision. These questions may produce different answers even for the same actor.

An environmental programme also needs to distinguish participation in implementation from participation in defining the problem. Residents may be asked to volunteer after objectives and spending priorities have been fixed. Such involvement can be useful without amounting to shared decision making. Assessing procedural

inclusion requires attention to when participation occurs and whether alternatives remain open. An invitation issued only after a design is final cannot reveal how affected people would have framed the intervention themselves.

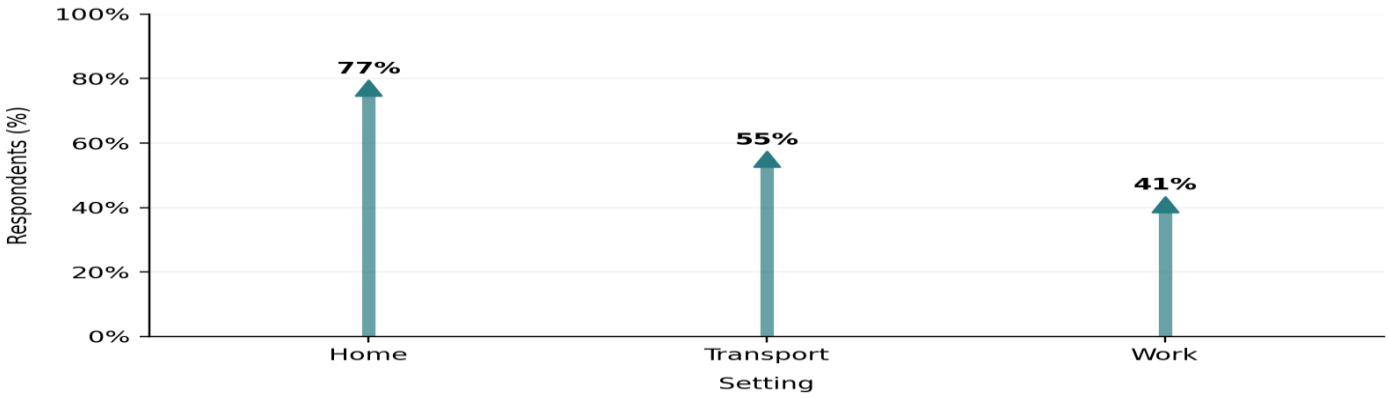
The availability of an appeal is equally important. Mistakes in eligibility, inaccessible information or conflicting responsibilities may occur even in well-designed programmes. If participants cannot challenge those difficulties without risking access to assistance, participation becomes dependent on deference. An accountable arrangement should specify how a concern is recorded, which institution responds and how the result is communicated. These are proposed evaluation questions, not assumptions about current European practice.

At the community level, administrative clarity can be understood as part of adaptive capacity. A resident who knows a service exists but cannot determine how to obtain it has information without an effective route to action. A local organisation that repeatedly mediates such access may possess valuable knowledge while becoming overburdened. The framework therefore evaluates whether public procedures reduce the need for informal mediation. A resilient arrangement should work for people who do not know a helpful intermediary.

3.4. Reported Practices and Unequal Opportunities

Self-reported energy changes offer evidence about domains of action while leaving their intensity unspecified. Figure 5 contrasts reported changes at home, in transport and at work from the 2024 energy policy survey (European Commission, 2024). The reference period differs from that of the climate survey, and the responses should not be interpreted as directly comparable measures of action. A reported change could range from a modest adjustment to a substantial reorganisation of daily life.

Figure 5. Reported energy-saving changes across everyday settings



Note. Energy-policy survey, 2024; self-reported changes over the preceding five years. Settings are separate responses, not parts of a total. Energy reductions are not measured here.

Source. European Commission (2024), survey on Europeans' attitudes towards energy policy.

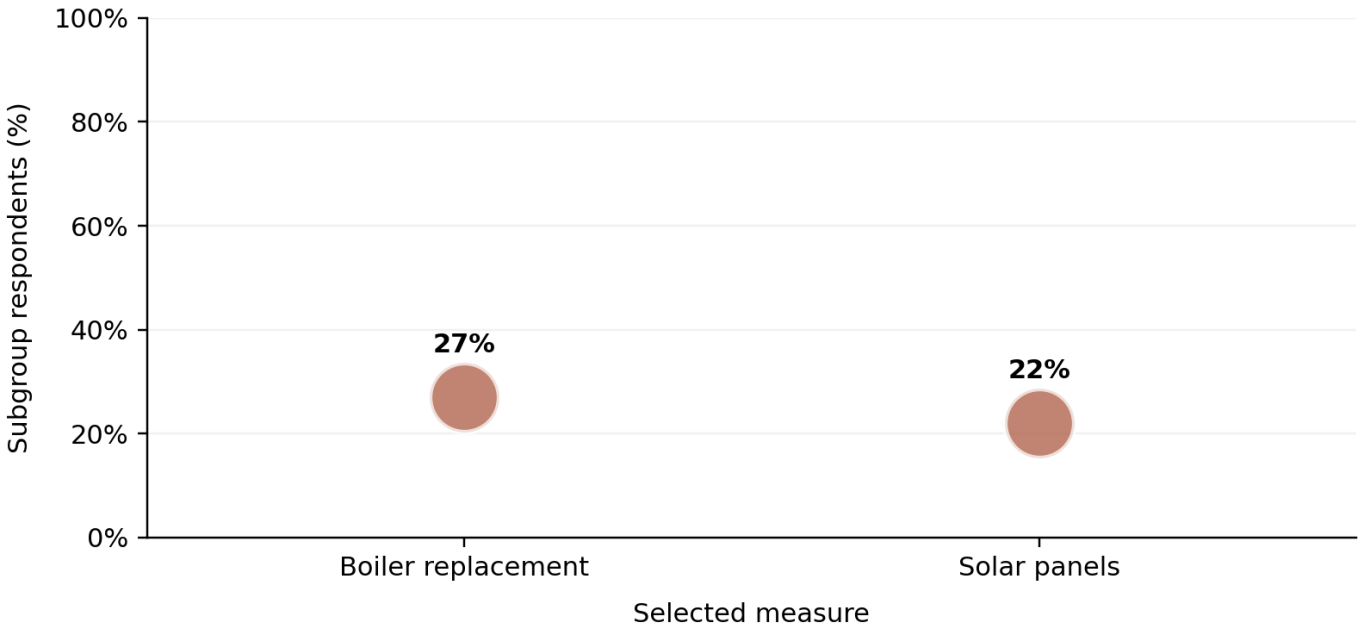
The sociological reading concerns control across settings. Household routines, commuting and workplace practices involve different combinations of authority and dependence. Someone may control when an appliance is used while having little influence over working hours or the location of employment. A uniform behavioural message can consequently fail to address the domain where the barrier occurs. Future qualitative work should examine how participants describe the actions available to them and the decisions they regard as outside their authority.

Self-report also introduces a distinction between identity and observable practice. Environmental action can be socially valued, encouraging respondents to describe themselves as active. This possibility does not invalidate the survey; it limits what can be inferred. Programme evaluation should combine accounts of motivation with documentation of available services and, where appropriate and consensual, records of actual changes. Researchers should not present a declared action as a quantified reduction in energy use unless the reduction has been measured.

Another issue is substitution between settings. A change at work may reduce an organisation's consumption while increasing domestic energy needs, particularly if it changes where activities take place. An improvement in one indicator can therefore move costs elsewhere. The proposed framework encourages tracing who benefits and who absorbs the new burden. These transfers cannot be resolved through a single question about whether a person changed a habit.

Household investment raises an additional denominator problem. Figure 6 shows two selected improvements among respondents who reported measures to reduce home energy consumption (European Commission, 2024). The subgroup condition is essential. The graph does not mean that the plotted share of all Europeans installed equipment. It also does not distinguish the financing arrangement or ownership status through which an improvement occurred.

Figure 6. Selected home improvements among respondents taking measures



Note. Conditional base: respondents who took measures to reduce home energy use (44% of all respondents in the source). These percentages do not refer to all respondents. Bubble size is constant.

Source. European Commission (2024), energy-policy survey summary.

The figure points to the need to study thresholds of entry. An investment may require savings, credit, ownership rights, technical advice or confidence that a household will remain in the dwelling. These are candidate mechanisms, not causes established by the aggregate responses. A programme organised around reimbursement may have different distributive consequences from one offering direct provision. The sociological contribution is to make the sequence from eligibility to completion visible rather than treating an installed device as the sole relevant outcome.

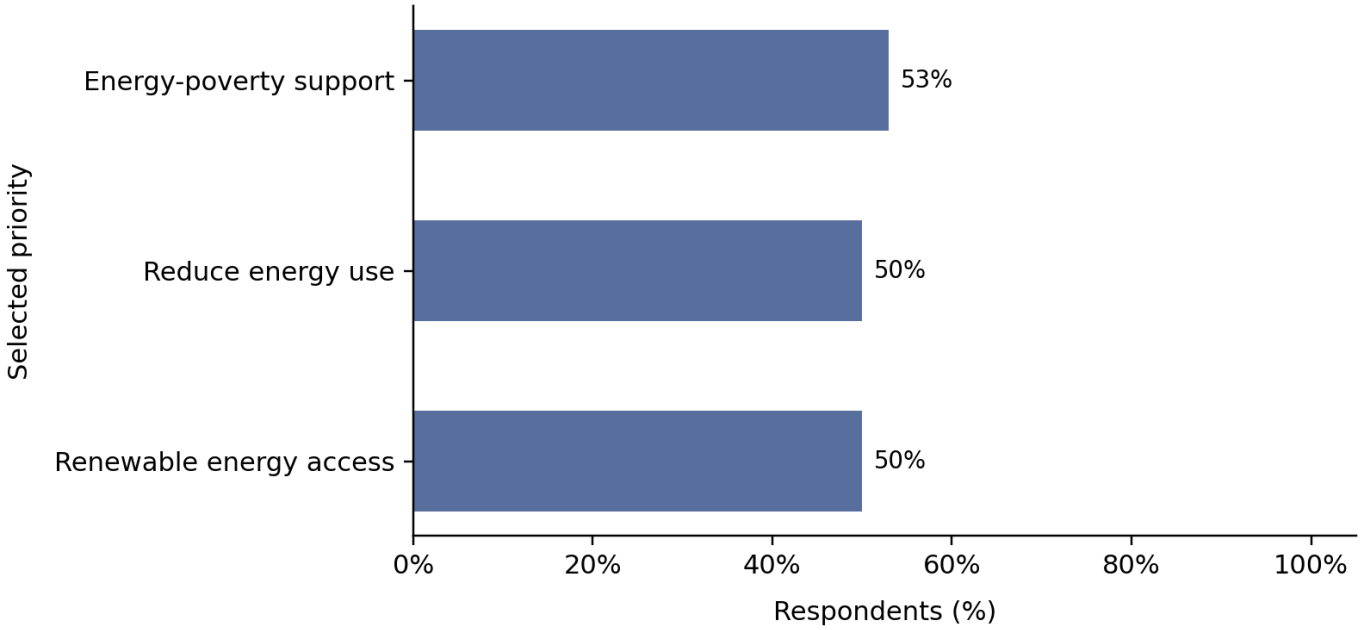
The same principle applies to collective buildings. A technically feasible improvement may depend on agreement among owners, consent from authorities or decisions by a managing body. Individual willingness can be insufficient even when finance is available. Community research should therefore record points of decision and the actors able to block or enable action. This information helps distinguish a lack of demand from a collective coordination problem.

3.5. Policy Priorities and the Meaning of Support

Figure 7 presents selected policy priorities in the energy survey, including assistance to households experiencing energy poverty (European Commission, 2024). Multiple choices were available, and the displayed priorities are not an exhaustive distribution. Support for a broad option does not resolve disagreements about

eligibility, funding or implementation. These qualifications matter because public agreement can be strongest at a level where the costs and procedures remain unspecified.

Figure 7. Selected priorities for energy policy



Note. Energy-policy survey, 2024; selected multiple-response options. Support does not establish agreement about funding or eligibility.

Source. European Commission (2024), energy-policy survey summary.

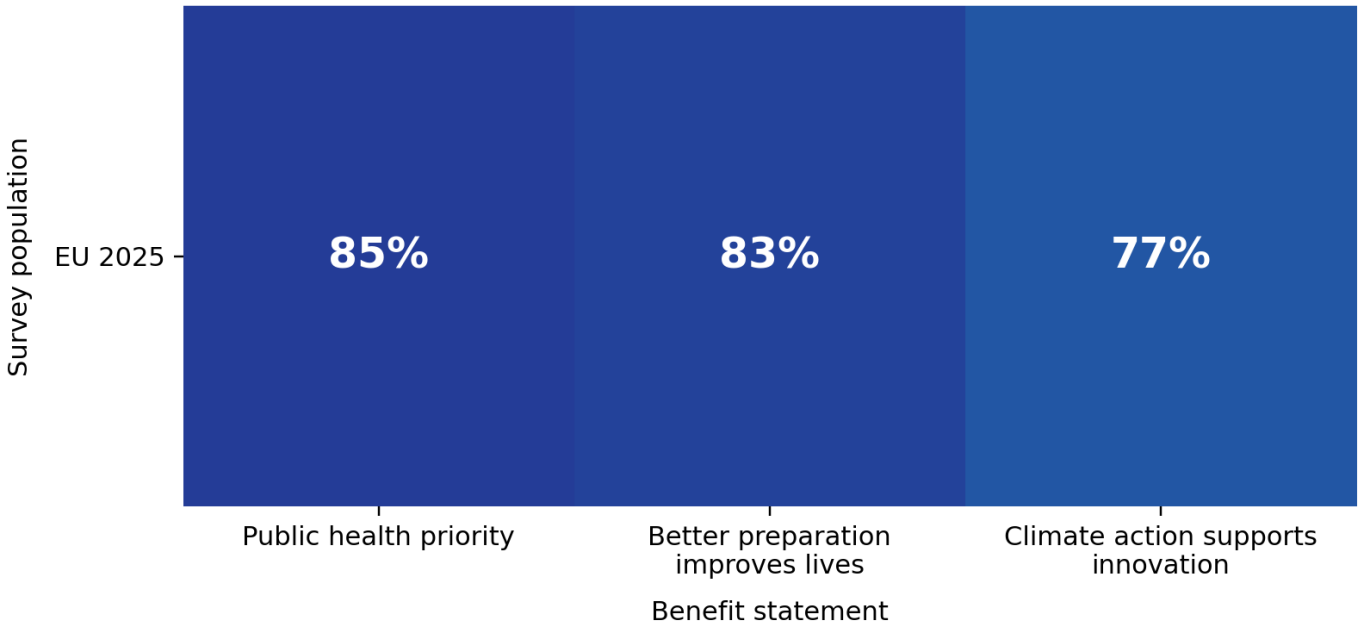
The sociological interpretation is that environmental provision and social protection can be discussed together without assuming that respondents have accepted a particular policy package. The next analytical question is how assistance is designed. A programme may recognise hardship rhetorically while requiring documentation that excludes people with unstable circumstances. It may reduce expenditure while leaving participants unable to influence the quality of work. Evaluation should inspect access and outcomes separately rather than using the existence of a programme as evidence that needs have been met.

Public support is also shaped by the fairness of comparison. Residents may assess their expected contribution relative to that of businesses, affluent households or neighbouring areas. If responsibilities appear disproportionate, technical information about environmental benefits may not address the concern. A study of legitimacy should therefore allow participants to explain the reference groups through which they evaluate fairness. These comparisons can differ from the categories used by an administrative scheme.

Figure 8 depicts selected perceived benefits of climate action from the 2025 survey (European Commission, 2025). The items concern public health, preparation for adverse impacts and innovation. They measure

agreement with different propositions, not three mutually exclusive outcomes or achieved benefits. The visual is a matrix of responses, with explicit labels and no fitted line across nominal statements.

Figure 8. Selected perceived benefits of climate action



Note. EU climate survey, 2025; agreement with separate statements, not measured outcomes. Cell colour and labels show percentages; no trend is defined across nominal statements.

Source. European Commission (2025), Special Eurobarometer 565 summary.

The relevance of these responses is the range of social purposes that can accompany ecological action. A local initiative can address comfort, health or preparedness while also pursuing environmental objectives. However, broad endorsement does not establish which residents will receive those benefits. The framework asks whether the link between public purpose and experienced improvement can be demonstrated for participants who begin with different resources. Evaluation is strongest when it can show what changed, for whom and through which institutional arrangement.

The evidence assembled in this section does not produce a single composite measure. Each indicator addresses a separate element of the framework, and their separation is analytically productive. Emissions inequality concerns contribution; housing concerns material conditions; perceived institutional capacity concerns authority; reported changes concern activities; policy preferences concern legitimacy. The links among these elements become propositions for community research rather than arithmetic operations on unrelated percentages.

3.6. Propositions for Community Research

The proposed framework is organised around differentiated responsibility and inclusive capacity. It treats ecological action as a sequence linking recognition of a problem, access to alternatives, authority to choose, collective coordination and the distribution of outcomes. A barrier at any point can interrupt the sequence. This organisation avoids assuming that awareness automatically becomes action or that action necessarily improves resilience. It also makes possible a study of why programmes succeed for some participants and fail for others.

Table 4 sets out propositions that could be investigated through future empirical work. They connect mechanisms to observable evidence and plausible counter-explanations. No proposition is presented as a result already demonstrated by the public aggregate indicators.

Table 4. Propositions for future empirical investigation

Proposition	Evidence required	Alternative explanation
Entry requirements condition participation	Application and withdrawal histories by resources	Variation in priorities or awareness
Authority mediates reported willingness	Interviews linked to ownership and mandates	Technical feasibility differences
Coordination needs implementable decisions	Follow concerns from meeting to action	Informal solutions outside meetings
Unpaid effort can conceal provision gaps	Time and costs of maintaining functions	Voluntary preference for involvement

Note. Untested propositions; aggregate indicators do not establish these mechanisms.

Source. Author's analytical development; conceptual grounding in Shove (2010), Sampson et al. (1997) and Norris et al. (2008).

The interpretation of the table is methodological as well as substantive. A proposition becomes useful when a researcher can specify an observation that would contradict it. For example, if assistance reaches disadvantaged residents as effectively as affluent residents despite demanding advance payment, the proposed entry mechanism would need revision. Likewise, evidence that access improved without changing institutional procedures would require attention to other mechanisms. The framework is intended to support such testing rather than protect its assumptions from challenge.

An appropriate design could combine a local survey with interviews, programme records and observation of participation. The survey would describe resources and reported practices; interviews would clarify authority, meanings and perceived barriers; records would document eligibility and completion; observation would show

how decisions are negotiated. The components would remain connected through explicitly defined cases. They should not be assembled merely to create the appearance of methodological breadth.

The selection of cases would depend on the question. Comparing neighbourhoods with different service access could illuminate institutional conditions, but it would also require attention to compositional differences. Following households through a programme could reveal attrition, but participants would not represent all residents. A school-based study could observe educational processes while missing people outside formal education. The design should acknowledge these boundaries before presenting an interpretation as a community-wide conclusion.

Timing would also matter. A single interview after a disruption may reflect immediate stress rather than a durable pattern of cooperation. A programme assessed immediately after completion may appear successful while later maintenance fails. Repeated observations can reveal whether access persists and whether costs accumulate. The conceptual distinction between readiness, response and longer-term adaptation should therefore guide the observation schedule, even when resources limit the number of follow-up visits.

4. CONCLUSIONS, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

4.1. Resilience Without the Transfer of Obligation

Resilience becomes problematic when it is used to celebrate coping without examining why people must cope. Informal assistance can sustain a household during disruption, but dependence on such assistance may reflect inadequate provision. The framework does not reject mutual aid. It asks whether mutual aid complements reliable institutions or compensates indefinitely for their absence. This distinction affects both the interpretation of solidarity and the responsibilities assigned through policy.

A community can display strong cooperation while its members exhaust time, savings or health. If evaluation records only whether activities continued, it may miss the costs of continuity. A school might maintain a programme because staff contribute unpaid hours. A resident group might assist vulnerable neighbours because a few members repeatedly absorb travel expenses. These are hypothetical examples illustrating a possible measurement problem. Research should examine the burden of maintaining collective functions, including the distribution of unpaid effort.

The issue is not resolved by counting volunteers. Volunteer participation can indicate engagement while also concentrating work among people with flexible schedules. A low participation rate can reflect exclusion rather than indifference. Investigators should distinguish the opportunity to participate, the decision to participate and

the conditions of participation. Recording all three makes it possible to identify whether an initiative produces inclusive capacity or primarily mobilises residents already able to contribute.

Resilience should also allow the revision of arrangements. Preserving an unequal system can sustain activity without improving well-being. If an intervention makes a fragile service continue through repeated emergency improvisation, it may demonstrate resourcefulness while postponing necessary institutional change. The framework therefore includes the capacity to challenge procedures and revise priorities. Environmental pressure should not make existing distributions of authority immune from scrutiny.

4.2. Education as an Institutional Connection

Educational institutions can connect environmental knowledge with everyday experience because they bring together learners, households and public organisations. That connection is a possibility, not an automatic effect of schooling. A programme's design determines whether participation invites inquiry or requires conformity to a prescribed image of responsible behaviour. The proposed role for education is to make environmental problems understandable, practically investigable and open to collective deliberation.

One possible activity would examine access to transport around a school. Students could compare routes, schedules and the needs of different users rather than score classmates according to travel mode. A project about domestic energy could investigate how buildings and tenancy arrangements condition options, without asking pupils to disclose family hardship publicly. A project on waste could examine school procurement and collection arrangements rather than assume that household discipline is the sole explanation for disposal patterns. These are design proposals requiring adaptation to local circumstances.

The distinction between educational assessment and personal exposure is important. Pupils should not have to reveal income, housing problems or family decisions to demonstrate ecological understanding. Anonymous scenarios, publicly available information and shared materials can support analysis without turning inequality into a classroom spectacle. Where research involves personal experience, participation should be voluntary and separated from grading. These precautions concern the integrity of learning as well as the ethics of future investigation.

Teachers also need institutional support. A programme depending on their private contacts or personal resources may be difficult to sustain and uneven across classes. Publicly available teaching materials help, but they do not replace time, coordination and access to relevant expertise. The framework therefore asks what the school can provide directly and which functions require external partnerships. Clear commitments are more useful than broad invitations to collaborate that leave practical work unspecified.

Partnerships can create opportunities while reproducing hierarchy. A sponsor may supply materials but influence which environmental problems receive attention. A public institution may invite students to a consultation without providing a route for response. Educational evaluation should examine whether learners can ask difficult questions and see how their contributions are considered. Civic participation becomes more meaningful when its consequences can be traced.

4.3. Mobility and the Boundaries of Community

Migration complicates the assumption that local capacity resides entirely within a geographically bounded population. Feraru (2015) examines integration in relation to development, supporting attention to the institutions through which mobility becomes socially consequential. The present article develops a separate implication: environmental participation may depend on arrangements for residents whose employment, family relationships or administrative status cross community boundaries. This is a conceptual extension, not a finding extracted from the earlier migration study.

A mobile household may participate irregularly without lacking concern for a locality. A recently arrived resident may possess relevant skills while lacking access to local networks. A family maintaining relationships across places may face transport demands that a programme does not recognise. Future research should distinguish residential duration, administrative access and actual connections. Community membership should not be inferred solely from attendance at meetings organised for long-established residents.

Language and administrative familiarity can also affect access. Information offered in technically correct terms may remain difficult to use. Informal mediation can help, but it may leave people dependent on intermediaries. The framework favours examining whether procedures are understandable on their own, including for residents with different educational and linguistic backgrounds. This analysis concerns accessibility rather than an assumption that migrants are inherently vulnerable or environmentally disengaged.

The relationship between external connections and local action could be enabling or restrictive. Networks across places may circulate practical knowledge, while separation may reduce the time available for local cooperation. Neither outcome should be presumed. A future study could trace how advice, resources and expectations circulate and identify who can convert them into action. Such inquiry would connect mobility to human ecology through documented relationships rather than treating migration as a general explanation for community change.

4.4. Evaluating Inclusive Environmental Programmes

Programme evaluation should begin with the population the intervention seeks to reach. Eligibility, awareness, application, acceptance, completion and continued use are distinct stages. A high completion rate among accepted applicants can coexist with widespread exclusion before application. Evaluators should therefore avoid selecting only successful participants for interviews. Recording reasons for non-entry and withdrawal can reveal barriers that remain invisible in outcome summaries.

Table 5 proposes evaluation criteria. The criteria are analytical recommendations and should be adapted to institutional authority and available resources. They are not a validated scale and should not be added together as though their units were interchangeable.

Table 5. Criteria for evaluating inclusive environmental programmes

Criterion	Evidence to examine	Interpretive question
Reach	Eligible, aware and applying populations	Who is absent before acceptance?
Feasibility	Upfront costs, authority and schedules	Can participants act on advice?
Completion	Attrition and reasons for withdrawal	Which obstacles remain?
Benefit distribution	Changes by initial circumstances	Are disparities reduced?
Participation	Timing and consequences of input	Can priorities still change?
Continuity	Maintenance and follow-up access	Who sustains the improvement?

Note. An evaluation guide, not a validated additive index. Measures must match programme objectives.

Source. Author's synthesis of the differentiated-responsibility framework.

The table's sociological interpretation is that inclusion needs evidence at several points in a programme's operation. A project may improve material conditions without giving residents influence over priorities, or provide deliberation without funds for implementation. Those achievements should be reported accurately rather than merged into a broad claim of empowerment. Disaggregated evaluation clarifies what has been accomplished and which barriers remain.

An evaluation also needs an appropriate comparison. If the objective is improved access for disadvantaged households, comparing participants only with their own starting point may be insufficient to assess whether disparities narrowed. If the objective is learning, an equipment installation count is not a valid outcome. If the objective is readiness, immediate enthusiasm cannot substitute for evidence that procedures work during a

disruption. Matching measures to objectives prevents success from being defined by whatever information is easiest to collect.

Participatory evaluation can improve relevance but requires attention to whose voices are heard. The people most willing to attend a workshop may be those least burdened by a programme's entry conditions. Alternative routes such as short interviews, accessible written responses or supported participation can broaden input. Those arrangements should be chosen because they address identified barriers, not because they create a longer list of methods. Evaluators should document whose circumstances remain absent even after these efforts.

4.5. Distributional Tradeoffs and Programme Sequencing

The framework also helps analyse tradeoffs that cannot be resolved through agreement on a general environmental objective. Consider a hypothetical programme that improves public buildings before offering household assistance. The sequence may produce shared benefits, but residents facing immediate domestic hardship may question its priorities. An alternative sequence could address private dwellings while postponing a service used by many people. A defensible decision requires information about exposure, expected benefit and institutional responsibility. Participation should allow residents to discuss those criteria rather than merely endorse an objective whose sequence has already been determined.

The timing of costs can alter the distribution of access. An intervention with low eventual costs may still require an initial contribution that excludes some households. A service offered without a fee can impose travel time or require childcare. An application process can demand repeated visits, supporting documents or digital access. These indirect requirements should be recorded as part of programme design. Evaluating only the advertised price leaves the actual route to participation unexplained and can misidentify a procedural burden as a lack of public interest.

Universal and targeted provision involve different organisational questions. Universal access may reduce stigma and procedural complexity while directing resources to people with little need for assistance. Targeting can prioritise hardship while introducing eligibility boundaries and documentation requirements. The framework does not prescribe one approach for every setting. It asks which problems each arrangement solves, which burdens it introduces and whether exclusions can be corrected. An evaluation should examine people near an eligibility boundary as well as the recipients selected through the rule.

Spatial priorities create another tradeoff. Investment in a visible central location may benefit many users and communicate institutional commitment. Investment in peripheral locations may reach residents who face greater access barriers but produce less prominent results. Public deliberation should distinguish expected reach from

visibility. A programme's publicity can make an achievement appear extensive even where its practical benefits remain concentrated. Researchers can examine this difference by recording the distribution of use and the circumstances of people outside the improved area.

Maintenance needs should enter the decision before installation. A technology can be environmentally effective while requiring skills, replacement parts or ongoing payments that users cannot sustain. In that case, initial provision expands access temporarily without securing continuing capacity. The proposed framework asks who maintains an improvement, how a failure is reported and who pays when circumstances change. These questions make the duration of benefit part of responsibility. They also help distinguish an equipment purchase from the provision of a dependable service.

An intervention can produce conflicting effects across groups. Changes to a transport route may improve access for one neighbourhood while making another journey harder. A new procedure may simplify applications for some residents while increasing difficulties for people who rely on personal assistance. These possibilities do not establish that reform should be avoided. They show why an assessment needs multiple perspectives and a route for revision. Aggregate gains can be worthwhile while still requiring measures to address concentrated losses that the average conceals.

Institutional learning is therefore part of resilience. A programme should be able to detect an unintended effect, identify the responsible decision and revise its operation. That requires more than collecting comments. The organisation needs a procedure connecting feedback to a decision and reporting what changed. Otherwise, repeated consultation may increase participants' burden without altering outcomes. A future study could follow specific concerns through that procedure, comparing the experiences of residents with different levels of administrative knowledge and influence.

There is also a question of evidence ownership. Participants who contribute local knowledge should know how it will inform decisions and whether they can inspect the account produced from it. This does not mean that every contribution must determine the outcome. It means that the relationship between input and decision should be intelligible. An institution can reject a proposal while explaining the relevant constraint and the alternatives considered. Such explanation helps distinguish reasoned disagreement from an invitation that had no practical consequence.

Different outcomes may require different observation periods. A change in access can be recorded during implementation, while effects on trust or routine cooperation may require repeated encounters. Evaluators should avoid making a long-term claim from a short-term indicator simply because the project has ended. They

can instead state which outcomes have been observed and which require follow-up. This separation permits accurate reporting without losing interest in longer processes that are essential to inclusive adaptive capacity.

The same principle applies when an initiative is discontinued. Ending a programme may represent a failure of support, a justified change of priority or the successful transfer of responsibility to a permanent service. The explanation requires evidence about the transition and its effects on users. Researchers should not infer failure solely from the disappearance of a project name. Nor should they assume that an institutional announcement guarantees continuity. The relevant question is whether people retain an effective route to the function previously supplied.

These tradeoffs extend the framework from a statement of values to an account of practical decisions. They show that fairness concerns sequence, location, duration and procedures as well as the distribution of immediate benefits. They also specify the information that collaboration needs if it is to affect provision. Ecological responsibility becomes actionable when actors can identify the decision they control, the constraints on that decision and the people affected by it. Community resilience can then be assessed through sustained access and revisable arrangements rather than through an undifferentiated celebration of participation.

A practical implication is to document institutional refusals as carefully as completed actions. A request may be rejected because it falls outside a mandate, lacks evidence or conflicts with another objective. Those reasons have different consequences for residents and should remain distinguishable. Recording them allows researchers to identify recurring gaps between needs and available authority. It can also reveal whether coordination provides an effective alternative or simply redirects an unresolved problem. Such records should protect personal information and permit analysis of procedures without publicly identifying households. The aim is an account of how decisions operate, including unsuccessful routes, so that collective capacity is evaluated through ordinary institutional encounters as well as exceptional moments of cooperation during a visible environmental disruption or emergency in practice.

4.6. Limits of the Analysis

The evidence does not directly measure community resilience, collective efficacy or the effects of educational programmes. Survey responses are contextual indicators, and national housing statistics cannot identify individual motivations. Global emissions shares operate at another scale. The article therefore contributes a framework and descriptive evidence relevant to its questions, rather than a causal model estimated from a unified dataset. Its claims would need revision if future observations contradicted the proposed mechanisms.

The focus on European indicators also limits geographical generalisation. Institutional capacity, housing arrangements and administrative access differ across settings. A framework can travel more readily than a numerical estimate, but even its categories need local examination. The paper does not assume that a European programme design can be transferred unchanged to other regions or that the same social group encounters identical barriers everywhere.

Conceptual synthesis can also privilege some dimensions over others. Housing, energy and institutional participation are emphasised here because they connect the available evidence to practical action. Other environmental issues may require attention to land rights, water systems, occupational exposure or conflict. These extensions should be developed through appropriate sources rather than inferred from the selected graphs. The framework remains open to such expansion without claiming comprehensive coverage.

4.7. Conclusions and Recommendations

The article has argued that ecological responsibility is a relationship among contribution, capability and authority. Human ecology helps connect everyday environmental practices to the organisation of shelter, mobility and collective provision. Environmental justice clarifies why access, recognition and participation belong within that explanation. Community resilience becomes a useful objective when its distribution and maintenance costs are examined, and when adaptation includes the possibility of institutional revision.

The public indicators establish distinct contexts for the argument. Their usefulness depends on maintaining differences of scale, measurement and denominator. They cannot demonstrate that a particular household's circumstances cause a particular attitude, and they cannot certify the resilience of a community. Their contribution is to identify conditions that a credible empirical investigation should examine together. This disciplined use of secondary evidence supports a research agenda without inventing results.

Three recommendations follow from the framework. Environmental programmes should match expectations to actors' control over available alternatives. Educational initiatives should provide shared resources and assess understanding rather than household purchasing power. Institutions should evaluate access, completion and the distribution of benefits separately, including the experiences of people who do not enter a programme. These recommendations concern the design of inquiry and provision, not a claim that a particular intervention has already proved effective.

Future research should connect household conditions, local services and institutional decisions through observations on defined communities. It should investigate the costs of participation, the reasons for withdrawal and the routes through which residents can challenge a decision. Such work would allow the propositions

developed here to be tested and revised. Inclusive ecological action requires both cooperation and dependable provision, with responsibility allocated according to the power to alter the conditions under which people live.

REFERENCES

Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: Are they related? *Progress in Human Geography*, 24(3), 347–364. https://doi.org/10.1191/030913200701540465

Catton, W. R., Jr., & Dunlap, R. E. (1980). A new ecological paradigm for post-exuberant sociology. *American Behavioral Scientist*, 24(1), 15–47. https://doi.org/10.1177/000276428002400103

Chancel, L. (2022). Global carbon inequality over 1990–2019. *Nature Sustainability*, 5, 931–938. https://doi.org/10.1038/s41893-022-00955-z

European Commission. (2024, September 24). Eurobarometer survey shows Europeans are taking action to save energy and embrace clean energy, but want more support to make the transition and keep bills under control. https://cyprus.representation.ec.europa.eu/news/eurobarometer-survey-shows-europeans-are-taking-action-save-energy-and-embrace-clean-energy-want-2024-09-24_en

European Commission. (2025). *Climate change* (Special Eurobarometer 565). Directorate-General for Climate Action. Summary available at https://climate.ec.europa.eu/citizens-stakeholders/citizen-support-climate-action_en

Eurostat. (2026). *Living conditions in Europe—housing*. Statistics Explained. Retrieved October 10, 2026, from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Living_conditions_in_Europe_-_housing

Feraru, P. D. (2015). Migration integration as a factor of economic and regional development in the European Union. *EURINT*, 2, 175–190. https://cse.uaic.ro/eurint/proceedings/index_htm_files/EURINT2015_FER.pdf

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

Ostrom, E. (2010). Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. *Global Environmental Change*, 20(4), 550–557. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.07.004

Sampson, R. J., Raudenbush, S. W., & Earls, F. (1997). Neighborhoods and violent crime: A multilevel study of collective efficacy. *Science*, 277(5328), 918–924. https://doi.org/10.1126/science.277.5328.918

Schlosberg, D. (2007). *Defining environmental justice: Theories, movements, and nature*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199286294.001.0001

Shove, E. (2010). Beyond the ABC: *Climate change* policy and theories of social change. *Environment and Planning A*, 42(6), 1273–1285. https://doi.org/10.1068/a42282

United Nations Environment Programme. (2023). *Emissions gap report 2023: Broken record—Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again)*. https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2023

CULTURAL IDENTITY AND THE TRANSMISSION OF LOCAL HERITAGE: AN ANTHROPOLOGICAL PERSPECTIVE ON INTERGENERATIONAL NEGOTIATION

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

Cultural heritage persists through practices in which people select, interpret and contest references to the past. This article develops an anthropological and sociological framework for understanding intergenerational transmission as negotiation, and complements conceptual analysis with descriptive evidence from public European surveys and statistics. The evidence addresses heritage valuation, barriers to access, perceived institutional responsibilities, cultural participation and digital cultural concerns. Its sources retain their original populations and reference periods; they do not constitute a longitudinal study of families or a direct measure of heritage transmission. The analysis distinguishes recognition of heritage, access to cultural settings, participation in practice and authority to interpret shared meanings. It argues that cultural continuity depends on opportunities to engage and reinterpret, rather than on the unchanged reproduction of inherited forms. Young people are approached as participants in meaning making, while schools are considered possible settings for dialogue between family knowledge and institutional representations. Mobility, disability and digital mediation raise questions about whose practices receive recognition and who controls their circulation. The article proposes a framework linking selection, enactment, interpretation and recognition, together with an agenda for future ethnographic research. Its contribution is to explain why public appreciation of heritage should not be equated with equitable access or successful transmission. Recommendations concern accessible educational activities, shared interpretive authority, consent in community documentation and evaluation that examines participation and meaning separately. The secondary evidence identifies contexts and inequalities warranting investigation; it does not demonstrate the cultural identities or transmission practices of particular households.

Keywords: Cultural anthropology, cultural identity, cultural heritage, intergenerational transmission, collective memory, belonging.

1. INTRODUCTION

Local heritage is often described as something passed from older to younger generations. That description captures a relationship but can conceal the work through which transmission occurs. Someone chooses what to tell, demonstrates a practice, decides which language to use or explains why an event matters. Someone else listens, participates, asks questions or changes the meaning attached to the activity. Cultural continuity therefore involves interpretation as well as repetition. The central question of this article is how such continuity can be understood without treating a community's culture as fixed, homogeneous or equally accessible to all its members.

The argument is that intergenerational transmission is a negotiated process connecting selection, enactment, interpretation and recognition. Selection concerns which references are carried forward. Enactment concerns the activities through which they become experienced. Interpretation concerns the meanings assigned to those activities. Recognition concerns whether participants and institutions acknowledge those meanings as legitimate. These processes may reinforce one another, but they can also conflict. A publicly celebrated tradition may be inaccessible to some residents, while an ordinary household practice may remain meaningful without public recognition.

The study develops a conceptual framework and uses public secondary evidence to identify relevant contexts. It does not report interviews or a survey of families. The numerical indicators concern attitudes, participation and constraints surrounding cultural activity. They cannot establish how a particular story travels within a family or how young people negotiate a ritual. Their purpose is to make visible conditions that future ethnographic inquiry should investigate, including discrepancies between valuation and access.

The European material offers documented comparisons, but local heritage cannot be reduced to the activities enumerated in European surveys. Domestic storytelling, religious practice, neighbourhood memory and everyday language may be central to transmission without appearing in an attendance measure. Conversely, visiting a cultural institution need not involve the transmission of local knowledge between generations. The analytical task is therefore to use public data while keeping their relationship to the research question explicit.

The article addresses three questions. How do inherited references become meaningful through intergenerational interaction? How do institutional recognition and unequal access shape opportunities for transmission? How can schools support dialogue without treating young people as passive recipients of an authorised account of culture? The response brings anthropological perspectives on meaning and memory into dialogue with sociological questions about power, mobility and participation.

Romania provides a relevant context through the author's work on religion and migration and through selected comparative statistics. The article does not claim that European aggregates describe Romanian households. Nor does it equate lower participation in formal cultural activities with a weaker cultural identity. That distinction is central to an academic treatment of heritage: a measurement of institutional attendance may reveal barriers while leaving substantial forms of everyday cultural activity unmeasured.

1.1. Cultural Identity as a Relationship

Hall (1990) approaches cultural identity through both shared historical references and the processes through which identities are formed and transformed. This perspective allows continuity and difference to be considered together. Identity is not simply an inventory of objects, rituals or beliefs that a person possesses. It is also a relationship to representations of the past, to other participants and to the positions made available in the present. The framework developed here applies that distinction to encounters among generations.

An inherited practice may acquire different meanings within the same household. An older participant might associate a celebration with survival through difficult circumstances, while a younger participant associates it with family contact or creative expression. These are analytical possibilities rather than reported cases. The difference does not automatically mean that transmission failed. It raises a question about which features need to persist for participants to recognise continuity and which can change without losing significance.

Local identity also overlaps with other forms of belonging. A person may identify with a neighbourhood, a religious community, a region or connections maintained across countries. These relationships should not be organised automatically into a hierarchy from authentic local culture to external influence. Such a hierarchy can make change appear as decline before the meanings of participants have been examined. The article instead asks how people relate references across settings and under what conditions they regard those relationships as coherent.

Identity becomes sociologically consequential when it affects recognition and access. An invitation to represent local culture may depend on being seen as an established resident, speaking a particular language or possessing an acceptable family history. Someone can participate in everyday community life while remaining absent from official representations. Investigating those boundaries requires attention to who selects representatives, what criteria are used and whether participants can contest exclusion.

1.2. Heritage as Practice and Public Recognition

Smith (2006) challenges the treatment of heritage as an inherently meaningful object and examines the discourses through which meanings become authorised. The relevance here is that a building or performance

does not explain its own social value. Participants and institutions define what should be remembered, displayed or protected. Professional expertise can support that work while also privileging particular forms of evidence. Heritage analysis consequently needs to examine authority alongside preservation.

UNESCO's 2003 Convention identifies intangible heritage through practices and knowledge recognised by communities, stressing transmission and ongoing recreation. The Council of Europe's Faro Convention (2005) connects cultural heritage to people who value and sustain it and to participation in cultural life. These texts provide normative frameworks, not proof that every heritage programme is inclusive. Their relevance is the possibility of grounding recognition in relationships rather than assuming that institutional designation completes the social process.

The distinction between heritage designation and heritage practice matters for education. A school may teach a recognised monument through dates and architectural features without exploring what nearby residents associate with it. A community practice may provide rich material for learning even if it has no official designation. Neither route is sufficient by itself. The proposed framework connects documented historical information with the meanings participants attach to practices, while preserving the ability to question inaccurate or exclusionary accounts.

Recognition is also selective in time. A practice that appears continuous may have changed its setting, participants or purpose. Public presentation can emphasise an old element while leaving recent adaptation unmentioned. A researcher should therefore ask how continuity is narrated and by whom. The aim is not to expose all traditions as false but to understand how claims of continuity organise participation and authority. Historical evidence and participants' interpretations have related but distinct roles in that inquiry.

Table 1 defines the concepts used in the analysis. The distinctions prevent attitudes towards heritage, cultural attendance and actual transmission from being treated as equivalent observations.

Table 1. Concepts for analysing negotiated heritage transmission

Concept	Working distinction	Evidence needed
Cultural identity	Relationship to shared references and difference	Accounts of belonging and representation
Heritage practice	Meaning made through use and enactment	Observation and contextual explanation
Collective memory	Social organisation of references to the past	Accounts across settings and occasions
Transmission	Learning and reinterpretation within relationships	Connected encounters over time
Recognition	Legitimacy of contributors and meanings	Selection and representation decisions

Note. Working analytical distinctions; attendance and appreciation are not interchangeable with transmission.

Source. Hall (1990); Smith (2006); Assmann (1995); Connerton (1989); author's synthesis.

The table's sociological interpretation is that successful preservation cannot be inferred from a single indicator. A practice may be widely valued while rarely enacted, frequently enacted while unevenly accessible, or publicly visible while detached from participants' own meanings. Those situations require different investigations. Conceptual separation makes it possible to identify what an initiative sustains and what it leaves unresolved.

1.3. Memory and Generational Relationships

Assmann (1995) distinguishes forms of collective memory associated with everyday communication from forms sustained through cultural organisation. The distinction helps locate family narratives within broader institutions of remembrance. A story told in a household and a story presented in a commemorative event may concern the same past while operating through different expectations and forms of authority. The article uses this distinction without assuming that one form is intrinsically more authentic than the other.

Connerton (1989) emphasises bodily practices and ritual performance in the maintenance of social memory. This contribution is important because transmission does not always take the form of verbal explanation. Learning a sequence of movements, participating in preparation or using a familiar tool can carry knowledge that is difficult to describe fully. The present framework consequently treats doing and interpreting as connected processes, while acknowledging that a researcher needs observation as well as interviews to understand embodied learning.

Mannheim (1952) distinguishes generational location from the shared participation through which particular generational formations emerge. Age alone therefore does not establish common interpretation. Here, generation is used relationally: a parent, grandparent, teacher and learner occupy positions within an encounter, while people of similar age may have different experiences and authority. Public age statistics describe participation across categories, not family transmission. They cannot identify a generational conflict or show that participants share the same formative history. An observed difference may involve health, resources, cohort experience or institutional conditions, which require separate evidence before a generational explanation can be accepted.

Intergenerational negotiation can occur through correction, explanation, selective participation and disagreement. An older person may challenge a changed performance, while a younger person may question the exclusion of particular participants. Negotiation need not culminate in agreement. The framework allows a practice to continue through unresolved differences, provided those differences are acknowledged as part of the relationship rather than erased from the public account.

2. METHOD

2.1. Analytical Design and Evidence

The study combines conceptual synthesis with descriptive secondary analysis of selected public European indicators. Sources were included when their producer, reference period, population and measurement could be identified. The numerical evidence comes from Special Eurobarometer 466 on cultural heritage, the European Commission's 2025 cultural survey communication, and Eurostat cultural participation and disability statistics. Scholarly publications provide the theoretical framework. The review is purposive and analytical, not systematic or exhaustive.

Special Eurobarometer 466 was conducted in September and October 2017 across the then 28 European Union Member States and reports a total of 27,881 respondents. Its weighted percentages concern the survey population specified in its technical documentation. The 2025 cultural evidence concerns a later European Union composition and a different survey instrument. EU-SILC indicators concern persons aged 16 and over in private households. Differences among these populations are maintained rather than concealed through a common label of Europeans.

The indicators address distinct domains: valuation at different geographical scales, stated barriers, perceived responsibility, support for educational and resource provision, income inequalities, age profiles, artistic participation, digital concerns and disability-related access. They are not combined into a single index of

identity or transmission. The numerical evidence complements the conceptual analysis by revealing conditions that could facilitate or obstruct participation; it does not test the full process of intergenerational negotiation.

Table 2 documents the sources and their analytical uses. The table separates evidence about cultural access from the evidence that a future study would need about transmission in actual relationships.

Table 2. Sources and boundaries of the secondary analysis

Source	Population and period	Contribution	Boundary
Eurobarometer 466	EU-28, 2017; technical sample documented	Valuation, barriers and expectations	No family interactions observed
Commission cultural survey	EU survey, 2025; reported 2013 comparison	Creative participation and digital views	Different instruments and composition
EU-SILC cultural module	Private households; age 16+; 2022	Income and age participation profiles	Pandemic-affected reference period
EU-SILC disability evidence	Private households; age 16+; 2022	Access by activity limitation	Proxy measure; institutional residents excluded

Note. Sources are analysed separately; no synthetic identity or transmission index is estimated.

Source. European Commission (2017, 2025); Eurostat (2026a, 2026b).

The interpretation of this source architecture is that multiple perspectives can improve a conceptual argument without creating a harmonised dataset. A public percentage may justify asking a question while remaining insufficient to answer it. Retaining this distinction prevents an attendance statistic from being presented as a measure of family memory or a survey opinion from being mistaken for an institutional outcome.

2.2. Measurement and Comparability

Percentages are retained at their published precision. Differences between percentages are described in percentage points. Multiple-response questions are marked, and their displayed responses are not expected to sum to a complete distribution. Selected categories are identified as selections rather than exhaustive rankings. No standard errors or significance tests are calculated from rounded published values, and no missing country observations are invented.

The 2022 EU-SILC participation evidence asks about activities in the preceding twelve months, a period affected by pandemic restrictions in many settings. This limits comparisons with 2015 and interpretations of country differences. The present article uses a same-year income comparison and a same-year age profile rather than interpreting a change in attendance as direct evidence of cultural decline. Survey items from different years

are not equated unless the institutional source itself reports a comparison, and even then their limitations are stated.

The artistic participation comparison reported for 2013 and 2025 is treated as two repeated survey observations with different European Union compositions. A connecting line displays the reported difference, not a continuous trajectory, cohort change or forecast. The age profile is ordered but cross-sectional: its line expresses differences among age categories rather than ageing within individuals. Graphs of institutions or barriers use separate marks because their categories do not define a meaningful temporal trend.

Each table has a distinct conceptual or methodological purpose, while each graph presents a separate numerical indicator set. Titles are external to graphs, both axes are named, and values are labelled as percentages. Interpretations explain relevance without restating every value. This allocation limits duplication and preserves space for argument. Visual variety serves comparison and reading rather than implying that a different chart form constitutes a different finding.

2.3. Reflexivity and the Use of Earlier Work

The author's earlier study of religion and migration (Feraru, 2015) provides a pertinent reference for connections among mobility, identity and institutional relationships. The publicly available extract supports a limited discussion of its transnational orientation. The present article develops a separate framework for heritage transmission and does not claim access to the full underlying interviews. Earlier empirical results are not reproduced or relabelled as observations of contemporary intergenerational negotiation.

Self-citation remains bounded. It connects research with the argument while preserving the novelty and evidential limits of the present article.

The study uses published aggregate evidence and involves no original participant recruitment. Future ethnographic work would require consent, careful handling of family accounts and procedures for revisiting permissions when material is circulated. Schools create additional concerns because educational authority can make participation feel obligatory. These issues inform the research agenda developed below but do not amount to a claim that a new field study has been undertaken.

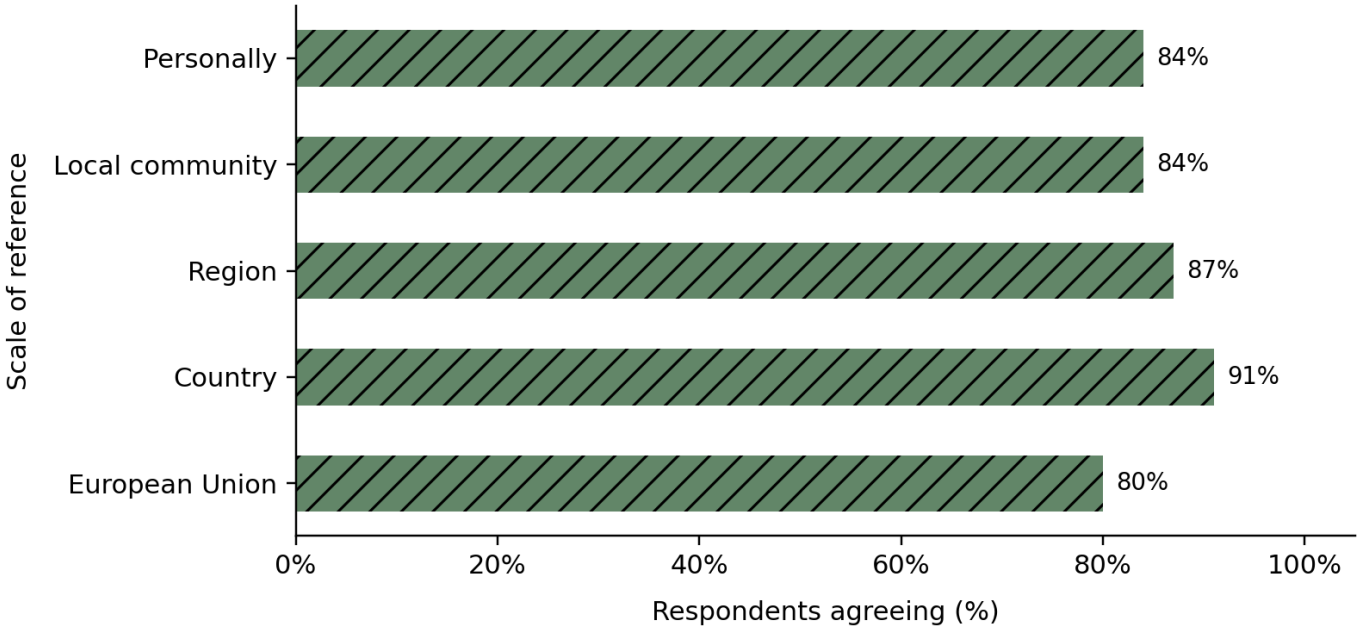
3. FINDINGS AND ANALYTICAL DEVELOPMENT

3.1. Valuation Across Scales of Belonging

Figure 1 presents the importance attributed to heritage at several geographical scales in the 2017 survey (European Commission, 2017). These are separate questions to the same survey population, not parts of a single distribution. Agreement at one scale does not exclude agreement at another. The graph makes overlapping

attachments visible without assigning any respondent a fixed identity or inferring which form of belonging dominates everyday experience.

Figure 1. Importance attributed to heritage at different scales



Note. Special Eurobarometer 466, 2017, EU-28, N = 27,881; weighted agreement with separate items. Scales overlap and are not components of a distribution.

Source. European Commission (2017), report and European Year of Cultural Heritage summary.

The sociological interpretation is that local and wider attachments need not be mutually exclusive. A person can regard neighbourhood history as important while also valuing national or European heritage. The indicator nevertheless leaves the content of those attachments unspecified. Future interviews should ask which objects, stories and practices participants have in mind and how they relate them across scales. A broad statement of importance cannot show whether people recognise the same heritage or agree about its interpretation.

The difference between public affirmation and everyday use is central. A respondent may support heritage in principle while lacking time to attend an event. Another may take part in a practice without describing it as heritage. The survey language may invite associations with prominent monuments, whereas participants' daily activities may be organised around family relationships or religious meanings. Research should investigate these classifications rather than assume that an analyst's term coincides with participants' own vocabulary.

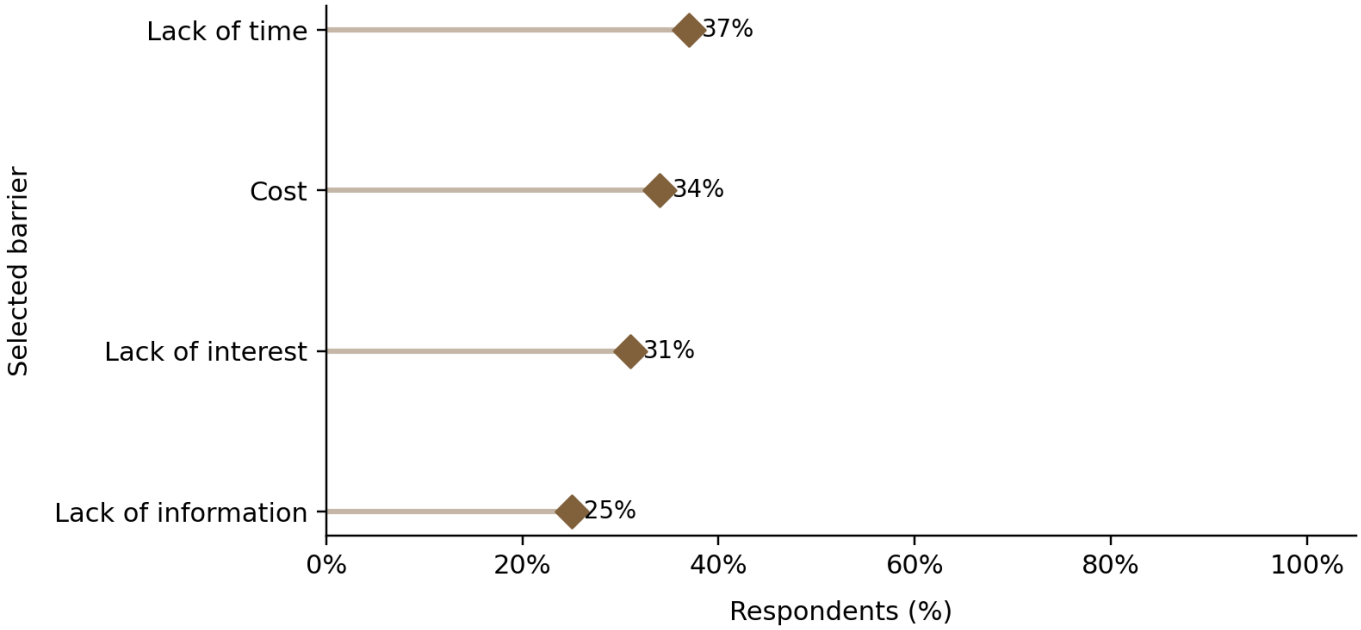
Valuation can also express a claim about recognition. People may affirm heritage because they want their locality represented, because they associate it with education or because they regard preservation as an institutional obligation. These possibilities cannot be distinguished through the plotted percentages. An

ethnographic study would need accounts of why something matters, not simply whether it matters. This distinction allows an analysis of the social work performed by heritage language.

3.2. Barriers to Cultural Access

Figure 2 shows selected reported barriers to accessing heritage sites or activities in the same survey. Multiple answers were possible, and a participant could encounter more than one barrier. The displayed percentages describe recognised obstacles; they do not identify mutually exclusive types of respondent or quantify the causal contribution of each obstacle to non-participation.

Figure 2. Selected barriers to accessing heritage



Note. Special Eurobarometer 466, 2017, EU-28; multiple responses possible. Selected barriers; totals need not equal 100%.

Source. European Commission (2017), report, executive summary p. 5 and barriers section.

The sociological implication is that a lack of participation should not automatically be interpreted as indifference to culture. Time, cost and information can restrict an activity that a person values. At the same time, a reported lack of interest needs interpretation rather than dismissal. It may refer to the available programme, its presentation or the respondent's priorities. The framework asks what people were offered and under which conditions before assigning the explanation to a stable personal disposition.

Time is particularly important because it links cultural access to work and care. An event may be formally open to everyone while taking place when some residents have inflexible obligations. Offering a free activity does not remove that constraint. Conversely, an inconvenient schedule may combine with transport costs or

unavailable assistance. A programme evaluation should describe the interaction among barriers and identify whether changes to one condition leave others unresolved.

Information is also more than publicity. Knowing that an event exists differs from understanding how to participate, whether a newcomer will be welcome and which forms of knowledge are expected. A programme can circulate widely while appearing socially distant. Future research should distinguish awareness, comprehension and anticipated recognition. This sequence helps explain why attendance may remain unequal even when an institution increases the volume of its announcements.

Table 3 connects transmission settings to potential mechanisms and exclusions. It provides a guide for observation without treating the settings as interchangeable or assuming that a publicly visible event captures all local heritage.

Table 3. Settings and mechanisms of heritage transmission

Setting	Potential mechanism	Possible exclusion
Household narrative	Explanation through personal relationships	Absent relatives or restricted disclosure
Practical workshop	Demonstration, correction and repetition	Equipment, mobility or schedule barriers
Public commemoration	Shared representation of a past	Selective invitations and scripts
School inquiry	Comparison of evidence and accounts	Dependence on family resources
Digital exchange	Circulation across time and distance	Consent, context and access constraints

Note. Illustrative mechanisms requiring observation; settings are neither exhaustive nor ranked.

Source. Author's framework informed by Connerton (1989), Smith (2006) and Levitt (1998).

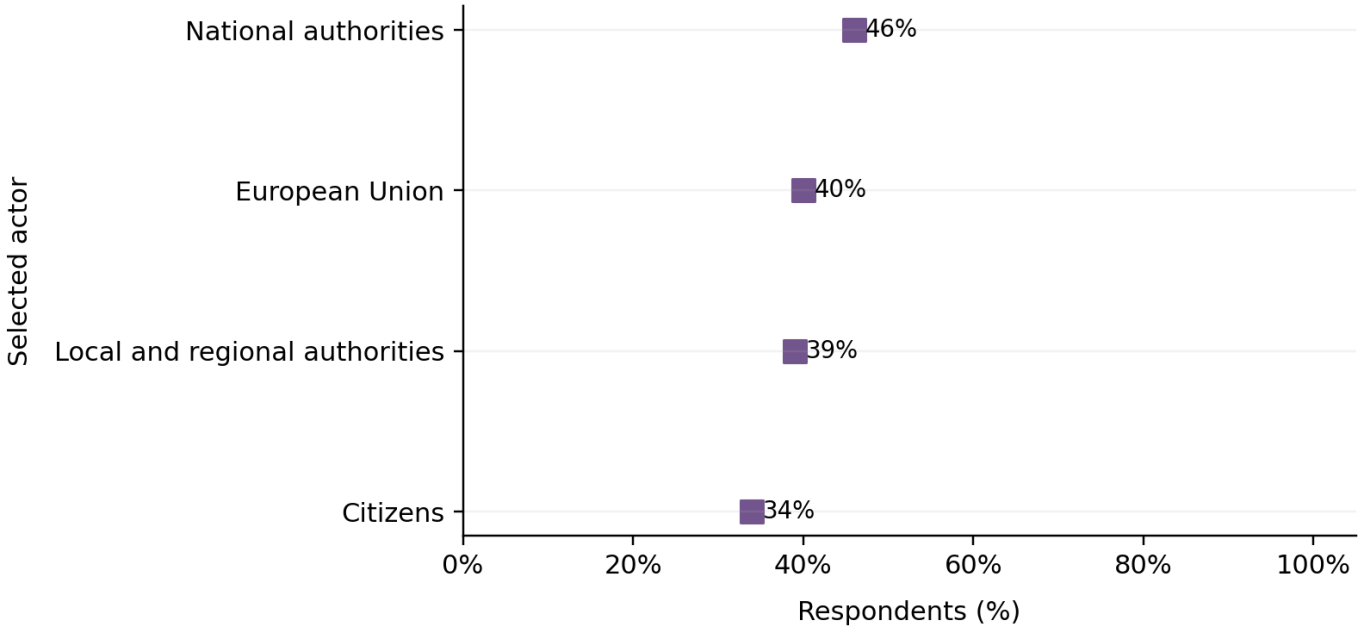
The interpretation of the table is that access depends on the specific relation through which a practice is learned. A family narrative, workshop and school lesson each provide different opportunities to ask questions, participate and gain recognition. An intervention should therefore identify which mechanism it seeks to support. Increasing the number of events may not strengthen domestic transmission, while recording a family story may not provide an opportunity to learn an embodied skill.

3.3. Institutional Responsibilities and Interpretive Authority

Figure 3 presents selected actors respondents thought should do the most to protect heritage in 2017 (European Commission, 2017). The question allowed multiple responses. It concerns expected responsibility, not measured

expenditure, the quality of conservation or the actual influence of citizens. Its analytical value lies in showing that protection is discussed through institutions as well as individual participation.

Figure 3. Selected actors expected to protect cultural heritage



Note. Special Eurobarometer 466, 2017, EU-28; selected multiple-response options concerning who should do the most. No temporal trend exists among actors.

Source. European Commission (2017), report, executive summary p. 5.

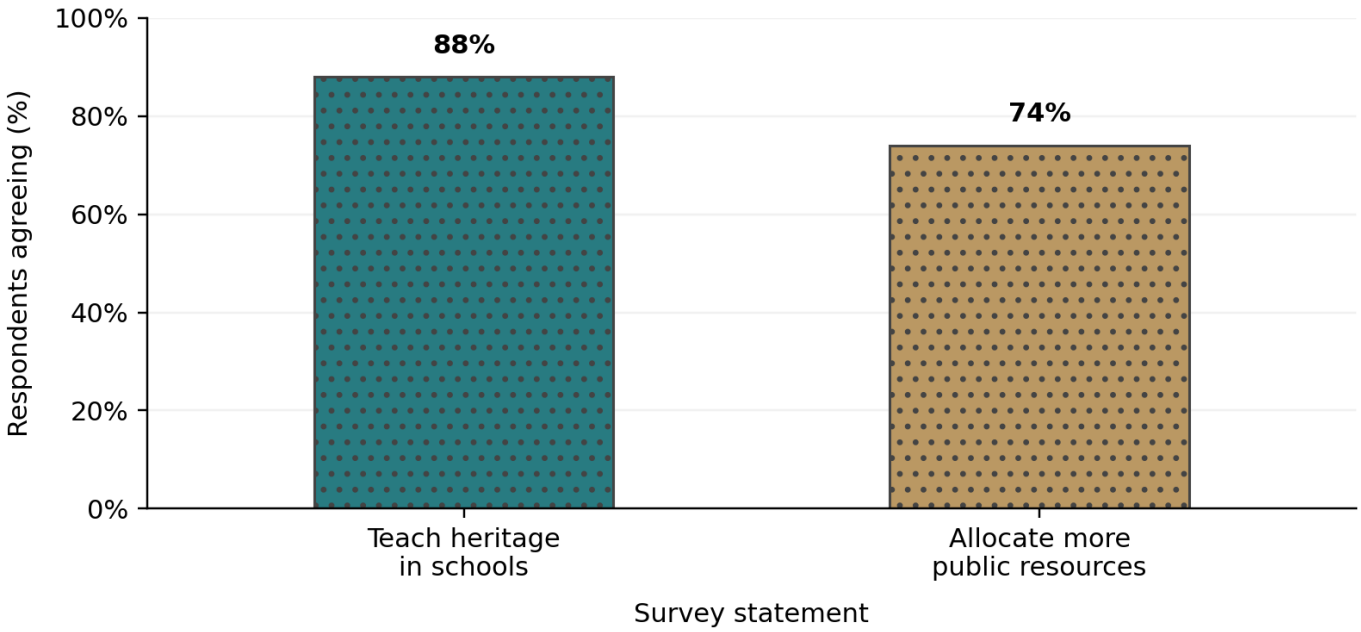
Expected institutional responsibility does not resolve who should interpret heritage. A public authority may maintain a building while residents disagree about its meaning. A cultural association may organise events while selecting a narrow group of representatives. The proposed framework distinguishes custodial authority, historical expertise and authority to narrate lived experience. These forms can work together, but none automatically substitutes for the others.

Protection can also alter the practice it intends to sustain. A public display may require standardising a performance, shortening a narrative or adapting a skill to a schedule. These changes can help communication while changing relationships among participants. Research should ask who approves the adaptation and whether participants regard it as continuity, simplification or distortion. The answer should come from documented interaction rather than an assumption that formal protection is always beneficial or always constraining.

Figure 4 compares support for teaching European heritage in schools with support for allocating more public resources. The items measure agreement with two distinct statements, so their difference is not an individual

gap between learning and funding. The comparison establishes two relevant public expectations while leaving the desired curriculum and budget arrangements unspecified.

Figure 4. Support for heritage education and public resources



Note. Special Eurobarometer 466, 2017, EU-28; agreement with two different statements. The values do not identify an individual attitude gap.

Source. European Commission (2017), report, executive summary p. 5.

The sociological interpretation is that an educational role has public legitimacy, but that legitimacy does not settle how schools should work with community knowledge. A curriculum can provide historical accuracy while also excluding experiences that do not fit its categories. The proposed role for schools is to support inquiry into those differences. Learners should encounter evidence, alternative accounts and opportunities to explain how a practice matters, rather than being evaluated solely on loyalty to a prescribed representation.

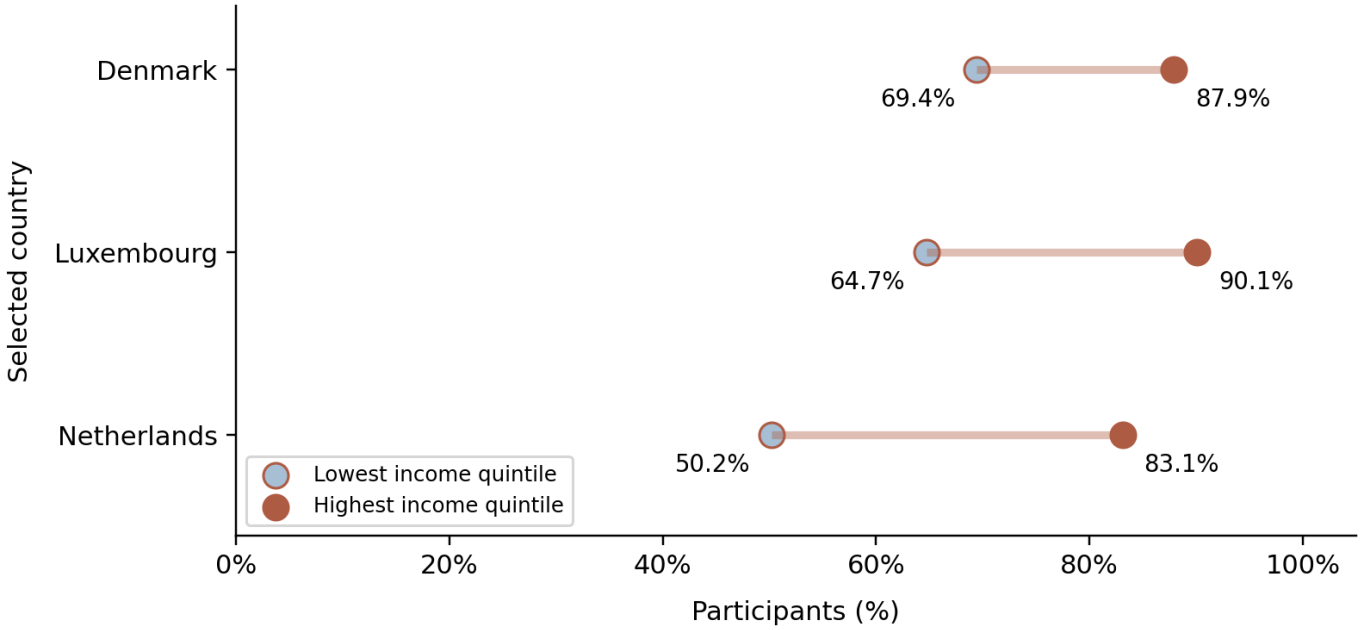
Institutional resources determine whether this approach is feasible. Shared materials, accessible transport and time for collaboration can affect who participates. Partnerships with residents require preparation and clear expectations; they should not depend entirely on teachers' private contacts. A school may create a forum for dialogue, but it cannot assume that community contributors can offer unpaid labour indefinitely. Recognising expertise includes considering the conditions under which it is invited and supported.

3.4. Income and the Distribution of Opportunity

Figure 5 uses 2022 Eurostat evidence to compare participation in any listed cultural activity between the lowest and highest income quintiles in three selected countries (Eurostat, 2026a). Each quintile is defined within its

own country. The comparison concerns income position and reported participation, not equal absolute incomes across countries. The selected countries illustrate the gradient and should not be treated as a representative sample of Europe.

Figure 5. Cultural participation by income position in selected countries



Note. EU-SILC, 2022; persons aged 16+ reporting any listed cultural activity in the preceding 12 months. Quintiles are country-specific. Pandemic restrictions affected the reference period.

Source. Eurostat (2026a), dataset ilc_scp04.

The sociological implication is that access to recognised cultural settings is patterned by resources. The graph cannot establish how much of that relationship results from price, education, location, health or other factors. It does show why a programme should not evaluate openness solely through the absence of formal exclusion. A person may have the legal right to attend while lacking the conditions that make attendance practical. Future inquiry should connect entry costs and other constraints to actual participants' accounts.

Cultural participation also has consequences for visibility. Institutions often learn about a community through those who attend their programmes, volunteer or respond to invitations. If attendance is socially selective, the institution's picture of local knowledge may become selective as well. This mechanism is proposed for investigation, not demonstrated by the income comparison. It suggests that improving access could affect representation as well as visitor numbers.

Bourdieu (1986) distinguishes economic, cultural and social capital, including the time required to acquire embodied knowledge. That distinction helps avoid equating financial resources with cultural competence.

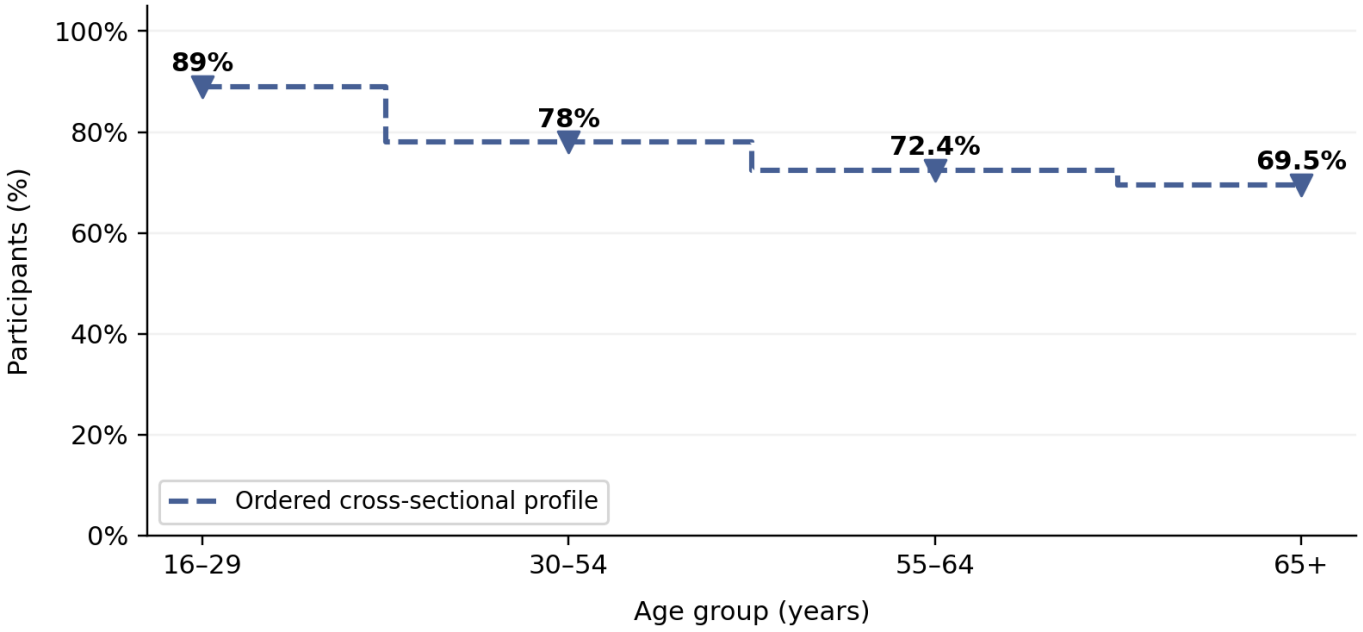
Households with limited income may sustain substantial knowledge outside formal settings, while institutional recognition can privilege particular forms of familiarity. Lower attendance should prompt inquiry into barriers and unmeasured practices rather than a judgement of cultural deficiency. In the proposed framework, unequal access concerns relationships among people, resources and institutions. A future study should examine how knowledge receives recognition and whether participants can convert what they know into an acknowledged contribution.

Programmes seeking broader participation could provide equipment, transport or supported schedules, but their effects need assessment. An accessible invitation may increase attendance without changing who is authorised to speak. A funded activity may remain distant from participants' priorities. Evaluation should therefore examine both the practical route into a programme and the distribution of interpretive authority once participants arrive.

3.5. Age Profiles and the Limits of Generational Inference

Figure 6 presents an ordered age profile for cultural participation in Luxembourg in 2022 (Eurostat, 2026a). The country is selected because the official statistical discussion reports values across the four age groups. The connecting steps are descriptive and do not show the experience of a cohort as it ages. The activity measure covers institutional attendance and should not be interpreted as the quantity of local knowledge possessed by each age group.

Figure 6. Cultural participation across age groups in Luxembourg



Note. EU-SILC, 2022; any listed cultural activity in the preceding 12 months. The line is a cross-sectional age profile, not a cohort trajectory or an estimate of transmission.

Source. Eurostat (2026a), dataset ilc_scp03.

The sociological implication is that participation opportunities vary across the life course, but the graph does not identify the mechanism. Health, mobility, employment, available programmes and accumulated resources could contribute to the observed profile. A study of intergenerational transmission would need to investigate those conditions in actual relationships. A younger person's greater attendance at listed activities does not mean that older people have less cultural knowledge or are less involved in domestic transmission.

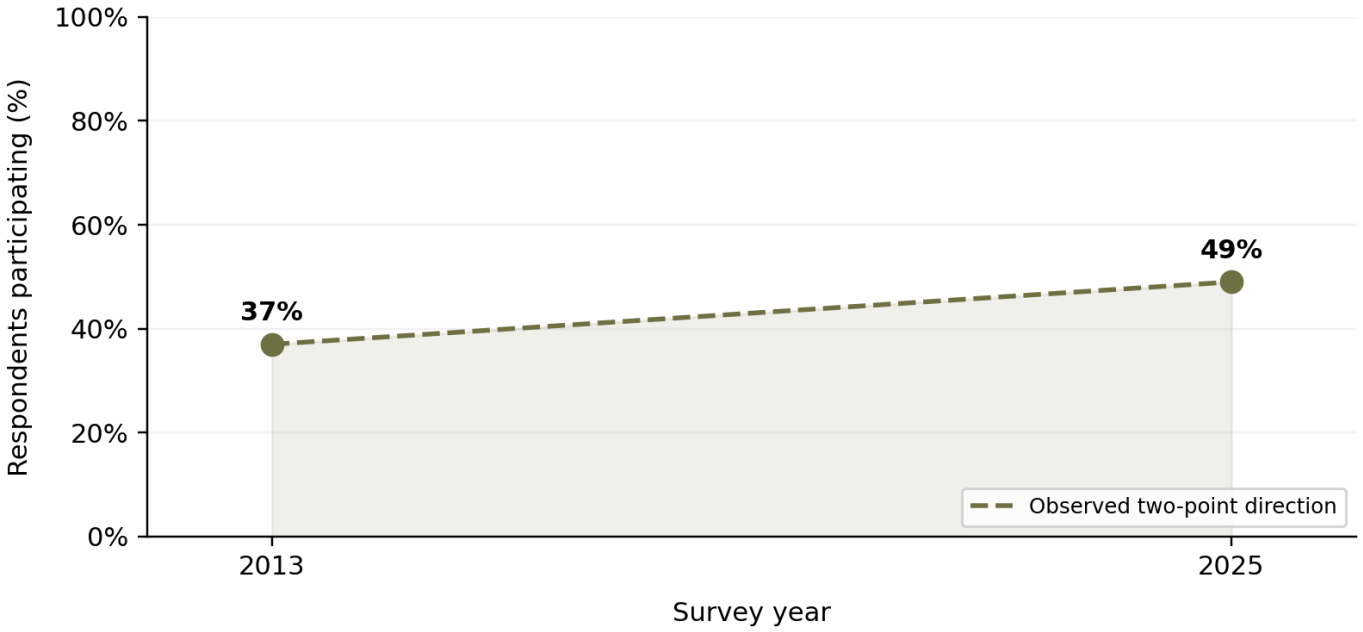
This distinction challenges a common assumption that age determines a straightforward direction of cultural influence. An older participant may teach a practical skill, while a younger participant provides a digital means of documenting it. A teacher may learn local meanings from pupils' families, while pupils learn historical context from the teacher. Such exchanges are plausible pathways, not empirical findings of this article. Their relevance is that knowledge and authority may circulate in several directions within a transmission relationship.

The term intergenerational should therefore identify an interaction rather than decorate an age comparison. Researchers need to observe who addresses whom, which knowledge is offered, how it is received and what changes during the encounter. Comparing two independent age groups can provide context but cannot establish these processes. A research design that follows shared activities is more appropriate when the question concerns negotiation rather than differences in participation rates.

3.6. Artistic Participation and Cultural Reinterpretation

The 2025 European Commission communication reports artistic participation in that survey and a corresponding figure from 2013. Figure 7 displays those two observations (European Commission, 2025). The line identifies the reported difference but does not estimate the path between observations. Changes in European Union membership, measurement and historical circumstances limit any claim about a continuous increase or the behaviour of the same individuals.

Figure 7. Reported artistic participation in two european surveys



Note. Commission-reported repeated survey comparison; artistic activity in the preceding 12 months. EU composition and instruments may differ. Dashed line shows two observations only, with no forecast.

Source. European Commission (2025), cultural survey summary.

The analytical relevance is the possibility of approaching people as producers of expression as well as audiences. Heritage transmission can involve making, adapting and performing. Participation in artistic activity may provide skills useful to that process, although the survey does not establish that the reported activities concerned local heritage. The framework therefore treats creative participation as a contextual opportunity rather than a proxy for successful transmission.

A practice can be adapted while retaining a recognisable connection to the past. A narrative may be told through a new medium, a performance may include different participants or a skill may be applied to a contemporary purpose. The question is how those changes are evaluated within the relationship. Researchers should ask which elements participants regard as essential, which they consider negotiable and who has authority to decide.

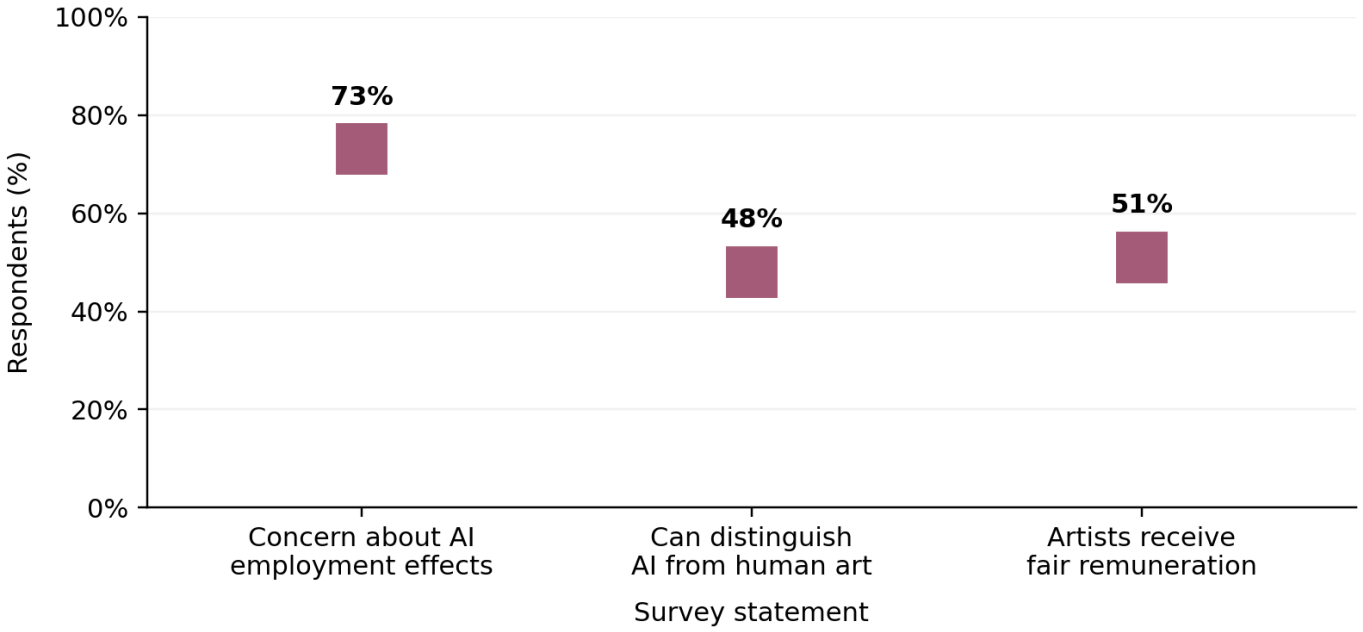
Cultural continuity becomes an empirical question rather than a predetermined standard of unchanged reproduction.

Creative adaptation can also become commercially organised. A participant might alter a practice to reach an audience or obtain income, while others evaluate that change differently. The framework allows attention to both economic conditions and meaning without assuming that market involvement necessarily destroys heritage. It asks how compensation, ownership and public representation are negotiated and whether participants can retain control over the account that circulates.

3.7. Digital Mediation and Cultural Authority

Figure 8 presents three distinct items from the 2025 cultural survey communication: concern about generative artificial intelligence's effects on artists' employment or earnings, confidence in distinguishing artificial from human production, and the perceived fairness of artists' remuneration. These questions have different meanings and do not form a single measure of digital literacy or an agreed distribution of opinions.

Figure 8. Selected views on digital production and artists' conditions



Note. Cultural survey, 2025; three distinct self-reported judgements, not a digital-literacy scale. Equal-sized squares avoid implying an additional size variable.

Source. European Commission (2025), cultural survey summary.

The sociological interpretation concerns uncertainty over authorship, recognition and compensation. Digital tools can widen circulation while making the origin and conditions of cultural work harder to interpret. For heritage research, the appropriate question is not simply whether a practice has been digitised. It is whether

contributors understand and can influence how their knowledge, images and performances are used. The survey provides context for that question without measuring the digital transmission of any particular tradition.

A recording changes the relation between an event and its audience. Material originally shared within a family may become accessible to strangers. An explanation that made sense in a local encounter may be detached from its context. A short extract may circulate more widely than the full account, privileging a striking phrase over a complex history. These are mechanisms to investigate through records of circulation and contributors' interpretations rather than assumed outcomes of every digital project.

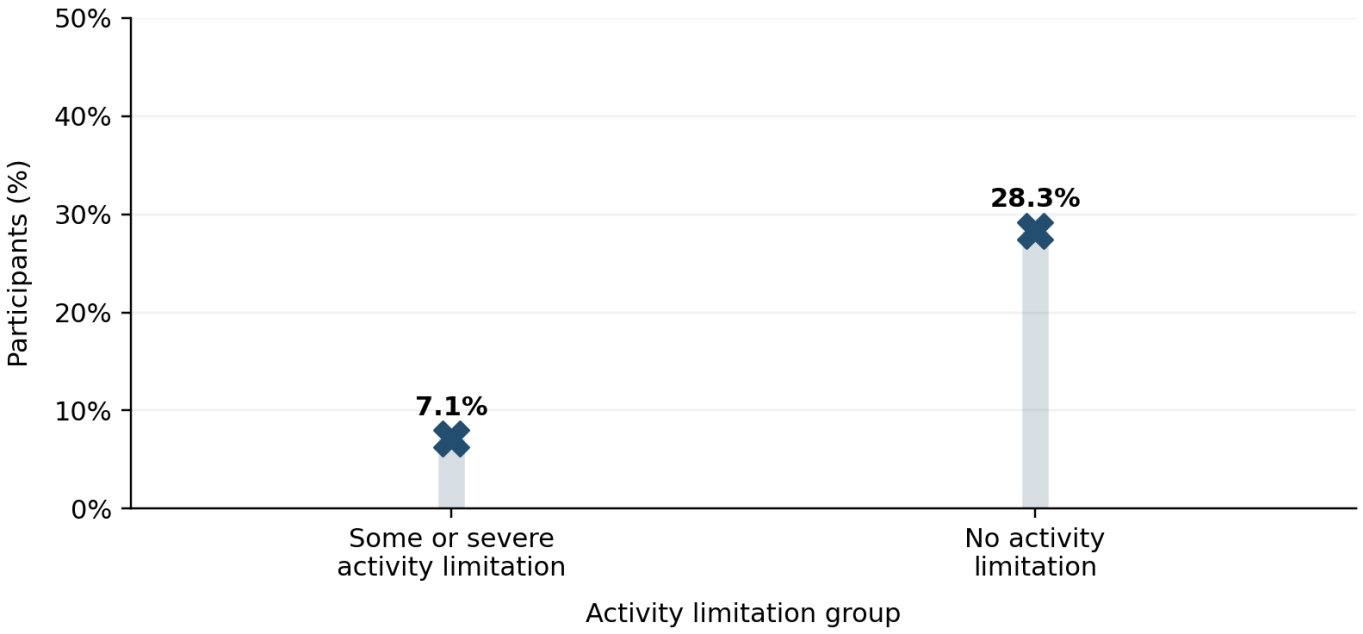
Visibility is also selective. A readily photographed object or concise story may fit a platform more easily than a long process of learning. An archive can therefore preserve evidence while leaving the skill required to use it unrecorded. The framework distinguishes documentation from enactment: making a recording available is an achievement, but it does not demonstrate that someone has learned the practice. Evaluation should identify the function of the digital material and avoid measuring transmission solely through views or downloads.

Digital access can supplement direct interaction for mobile families, yet it need not reproduce every aspect of co-presence. Demonstration, correction and shared preparation may be difficult to organise remotely. Conversely, a recording can allow repeated listening or make a neglected voice available. The analysis should examine the specific task and participants' circumstances. A general judgement that technology either saves or destroys tradition would obscure those differences.

3.8. Disability and the Conditions of Participation

Figure 9 presents cultural participation among persons with and without activity limitations in Romania in 2022 (Eurostat, 2026b). The source uses activity limitation as its operational proxy for disability and refers to residents of private households aged 16 and over. The values are verified against the source figure because a sentence in the statistical commentary repeats the wrong group label. The comparison describes participation and does not isolate the effects of accessibility arrangements from differences in age, resources or health.

Figure 9. Cultural participation and activity limitation in Romania



Note. EU-SILC, 2022, persons aged 16+ in private households. Activity limitation is the source's disability proxy; any listed cultural activity in the preceding 12 months. Values and group labels checked against Figure 1.

Source. Eurostat (2026b), Disability statistics—leisure and social participation, Figure 1; dataset ilc_scp37.

The sociological implication is that an apparently open cultural setting may remain unequally reachable. Heritage programmes should consider physical access, communication, transport and support needs as part of participation rather than as additions after a design is complete. The graph does not identify which barrier dominates in Romania. It justifies making access an empirical question and avoiding an explanation centred solely on motivation.

Disability also affects representation. A participant may possess local knowledge while being unable to attend the event at which community accounts are collected. If organisers rely only on attendance, that person's knowledge can remain absent from the official record. This proposed mechanism connects access to recognition and should be investigated directly. Alternative encounters, supported communication or accessible locations may broaden inclusion, but their effects depend on whether participants can influence the interpretation as well as supply material.

An accessible programme should not assume that every participant wants to appear publicly. Participation can include contributing privately, reviewing an account, learning a skill or advising on a representation. Recognising this range avoids turning inclusion into compulsory visibility. The framework evaluates whether

people have meaningful options, including the option to decline circulation of material while remaining welcome in the activity.

3.9. A Framework of Negotiated Transmission

The analysis links four processes. Selection identifies what enters an encounter with the past. Enactment provides an opportunity to experience or practise it. Interpretation connects the activity to meanings in the present. Recognition determines whether those meanings and their contributors receive legitimacy. The sequence is not rigid: recognition can affect selection, and enactment can alter interpretation. It is useful because it identifies distinct places where continuity can be supported or constrained.

Table 4 formulates propositions for future research. Each proposition links an observable interaction to a possible mechanism and identifies evidence that could challenge the explanation. The propositions remain untested within this article's aggregate evidence.

Table 4. Propositions for ethnographic inquiry

Proposition	Observable encounter	Evidence that could challenge it
Selection shapes what becomes learnable	Compare private and public accounts	Stable inclusion across settings
Enactment supports knowledge beyond description	Follow demonstration and practice	Equivalent learning without enactment
Interpretation can change without ending continuity	Trace adaptations and participant judgements	Participants reject the claimed connection
Recognition affects interpretive authority	Observe whose corrections are accepted	Influence unrelated to recognised position

Note. Propositions are untested. Negative cases and disagreement are analytically relevant.

Source. Author's conceptual synthesis; Hall (1990), Smith (2006) and Assmann (1995).

The table's interpretation is that transmission should be examined through relationships and episodes, not inferred from a general cultural attitude. A publicly valued tradition may fail to provide opportunities for participation; an informal practice may sustain learning with little institutional recognition. Investigating these cases can clarify how the four processes interact. The framework also directs attention to disagreement as potentially informative rather than as evidence of failure in itself.

A useful ethnographic design could follow a practice across family, educational and public settings. The researcher would record what changes as participants move between those settings, which explanations

accompany the change and how people respond. Interviews would clarify meanings, while observation would reveal participation, correction and tacit knowledge. Documentation of institutional decisions would show how recognition is organised. These sources should be connected around defined practices rather than accumulated as unrelated evidence.

Case selection should include differences within a community. Long-established families, recent arrivals, participants with limited mobility and those who avoid formal events may encounter different routes to heritage. Sampling only recognised cultural representatives would risk reproducing the very selection process under investigation. The aim would not be to obtain a statistically representative ethnography but to make the rationale for inclusion explicit and identify relevant absent perspectives.

Researchers should also examine occasions when transmission does not occur. A planned activity may be cancelled, a story may remain untold or a learner may withdraw. Such cases can reveal constraints that successful events conceal. The absence of transmission has several possible meanings: lack of opportunity, lack of interest, concern about exposure or a deliberate rejection of a practice. These alternatives need evidence and should not be collapsed into a broad narrative of cultural loss.

4. CONCLUSIONS, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

4.1. Continuity and the Right to Reinterpret

Cultural continuity requires enough recognition for a connection to the past to remain meaningful, but that recognition need not require identical forms. The framework therefore distinguishes continuity of reference, continuity of practice and continuity of interpretation. A name or story may persist while its use changes. A skill may remain in use while its explanation changes. An interpretation may persist while the medium through which it is communicated changes. Research should specify which form of continuity is at stake.

The authority to reinterpret is unevenly distributed. Some participants may be permitted to innovate because they hold recognised status, while others are criticised for comparable changes. A study should investigate this asymmetry rather than assume that resistance to adaptation reflects a uniform community preference. The issue is not whether all changes deserve acceptance. It is how decisions are made, whose reasons count and which standards are applied to different people.

Disagreement can sustain attention to a practice. A younger participant's question may prompt an older participant to explain something previously taken for granted. A challenge to an exclusionary rule may broaden participation while retaining other elements. These are possible mechanisms that need observation. The

framework avoids celebrating conflict automatically; some disputes can end interaction or expose participants to harm. Its contribution is to make disagreement analysable rather than treating it only as interruption.

The right to reinterpret also includes the possibility of refusal. People should not be required to perform a tradition simply because institutions classify it as their heritage. A participant can recognise a family history while declining a role associated with it. Researchers and educators should distinguish informed choice from exclusion. Cultural continuity is socially credible when participation remains meaningful, including when people choose other ways of relating to the past.

4.2. Schools and Shared Interpretive Work

Schools can provide access to knowledge beyond a student's immediate household while creating opportunities to bring family and local experiences into discussion. This role requires more than inviting pupils to display objects. An object becomes analytically useful when its source, use and changing meaning can be explored. A lesson should allow questions about whose accounts are absent and how different forms of evidence relate. Historical inquiry and respect for contributors can be pursued together.

One proposed activity would examine different accounts of a local place. Learners could compare a documented chronology with accounts from residents, identifying where the sources address different questions. Another activity could follow a practical skill through demonstration, participation and reflection on change. A language project could investigate when people use different expressions without ranking family speech against a single image of authentic culture. These are educational proposals, not reported classroom interventions.

Assessment should focus on inquiry, interpretation and responsible documentation. Requiring pupils to possess family objects or provide access to grandparents would distribute opportunities unequally. Shared source materials and optional routes for participation can reduce those dependencies. Students without local ancestry should be able to investigate the locality as participants in its present, rather than being treated as culturally peripheral. The framework connects belonging to engagement while preserving the significance of different histories.

Community contributors should understand the purpose of the activity, the audience and the possible circulation of material. An invitation to speak in class differs from consent to publish a recording. Schools should also consider whether contributors are being asked to perform labour that requires support or compensation. Respect is weakened when recognition is expressed only symbolically while practical burdens remain with the people supplying knowledge.

Teachers need procedures for contested accounts. When narratives conflict, the aim should be to distinguish factual claims, memories and interpretations rather than demand immediate consensus. A learner can understand why an event is remembered differently while also checking dates or documentary evidence. This approach prevents respect for memory from becoming uncritical acceptance of every claim. It also prevents correction of a factual error from becoming dismissal of the contributor's experience.

4.3. Mobility and Transnational Connections

Mobility changes the settings through which heritage circulates. Levitt (1998) identifies social remittances as ideas, practices, identities and social capital moving through migration relationships. Feraru's (2015) discussion of religion and Romanian migration provides a relevant context for studying identity across localities. These references support a question about circulation; they do not establish that migrants transmit heritage in a particular way or that mobility has a uniform cultural effect.

Transmission may occur through visits, religious participation, family communication or activities organised in another country. A practice associated with one locality can become meaningful through distance, while a return visit can introduce changed expectations. Researchers should examine the route, participants and purpose of the exchange. The category migrant alone cannot explain what is transmitted, how it is interpreted or whether the relationship continues.

Distance may concentrate some forms of transmission. A family might emphasise a celebration during a visit while routine learning becomes difficult to maintain. Alternatively, repeated digital contact might create occasions for explanation that were rare before separation. These possibilities need investigation rather than prediction from migration status. The framework asks how time, contact and available settings organise the encounter.

An institution may recognise mobile residents mainly through public celebrations, overlooking everyday communication and changing local connections. This creates a risk of representing cultural belonging through a limited performance. An ethnographic design should therefore include ordinary activities and people who do not participate in organised diaspora events. It should also examine how receiving communities and new relationships contribute to cultural interpretation, rather than locating influence entirely in the place of origin.

The concept of local heritage remains useful in this context if locality is treated as a reference within relationships rather than a sealed boundary. A practice can remain associated with a place while being enacted elsewhere. Participants may disagree about whether that enactment has the same meaning. Such disagreement is

a valuable object of inquiry because it shows how locality is made relevant, rather than assuming that physical distance determines cultural continuity.

4.4. Documentation Consent and the Limits of Public Access

Community documentation involves decisions about possession, interpretation and circulation. An account can contain information about people who are not present to consent. A performance can include knowledge that contributors wish to share only within a particular setting. An accessible archive should therefore distinguish public access from unrestricted reuse. The objective is to sustain meaningful participation without treating every contribution as material automatically available for any future purpose.

Consent should be specific to the activity and revisited when the proposed audience or medium changes. Agreement to a classroom discussion should not be treated as agreement to online dissemination. Contributors need to know whether their names, images or words will be associated with the material and how corrections can be requested. Where withdrawal is technically limited after publication, that limitation should be understood before publication rather than discovered later.

The right to correct does not require an institution to erase every disagreement. It requires a procedure through which contributors can identify errors or contest a representation. A record may preserve different accounts when consensus is unavailable. Researchers should distinguish a factual correction from a request to suppress an inconvenient perspective and explain their editorial criteria. Transparency about those criteria helps prevent collaboration from becoming an implicit promise that only favourable accounts will appear.

Digital preservation also requires maintenance. A recording without understandable metadata can become difficult to interpret. A file stored through an individual's personal account may become inaccessible when circumstances change. Programmes should assign responsibility for descriptions, access permissions and continuity of storage. These are proposed organisational questions; their inclusion makes preservation an ongoing practice rather than a one-time act of collection.

4.5. Evaluating Transmission and Inclusion

Evaluation should distinguish attendance, learning, reinterpretation and recognition. Attendance can show reach but does not establish what participants understood. A completed recording can show documentation but not the continuation of a skill. A favourable attitude can show appreciation but not equitable access. The framework requires each programme to state which process it intends to support and select evidence appropriate to that process.

Table 5 presents evaluation questions and possible evidence. The criteria are recommendations rather than a validated measurement scale. They are designed to make differences in access and authority visible without assigning an artificial numerical score to cultural identity.

Table 5. Evaluation questions for inclusive heritage initiatives

Process	**Possible evidence**	**Question for evaluation**
Access	Invitations, support and non-entry accounts	Who has a practical opportunity?
Enactment	Demonstration and participation records	What can participants learn or practise?
Interpretation	Explanations before and after encounters	Which meanings are revised or retained?
Recognition	Selection, attribution and correction procedures	Whose account influences representation?
Consent and continuity	Permissions, follow-up and maintained records	Can people control circulation over time?

Note. A programme guide, not a scale of authentic identity. Evidence should be proportionate and consensual.

Source. Author's framework informed by UNESCO (2003), Council of Europe (2005) and Smith (2006).

The sociological interpretation is that meaningful participation concerns both the opportunity to enter an activity and the ability to influence its representation. A programme can include diverse contributors while retaining a single authorised narrative. It can also permit multiple accounts while remaining inaccessible to people outside a well-connected group. Separate evaluation of access and interpretive authority prevents one achievement from obscuring another unresolved problem.

Evaluation should include those who declined or withdrew when they are willing to explain their circumstances. Their accounts may identify burdens, concerns about exposure or dissatisfaction with the activity's purpose. They should not be pressured to justify non-participation. The goal is to understand the programme's conditions, not to convert every absence into a problem requiring correction. Some decisions to decline are legitimate outcomes of meaningful choice.

Follow-up can examine whether an activity generated further interaction. Participants might continue a skill, revisit a story or use documentation in another setting. Such evidence would be more informative about transmission than an immediate satisfaction response alone. It still requires caution: an institution's interest in

continued activity should not become an obligation placed on participants. Evaluation should record what occurs while respecting the possibility that meanings and priorities change.

Comparisons must also fit the question. If a programme seeks broader access, evaluating only participants' satisfaction misses those who could not enter. If it seeks a new interpretation, measuring attendance does not show the change. If it seeks documentation, evaluating the accuracy and usability of records is appropriate. Clearly specified objectives allow modest achievements to be reported honestly without inflating them into evidence of cultural revitalisation.

4.6. Limits and Further Research

Another research priority concerns selective memory within relationships. A narrative may be repeated because it explains belonging, while another remains difficult to discuss because it concerns conflict or exclusion. The researcher should not interpret silence as simple absence of knowledge. Silence can involve uncertainty, privacy, disagreement or a deliberate decision about an audience. Understanding it requires attention to the conditions of the encounter and the contributor's willingness to address the subject.

Comparing accounts across settings can reveal how selection operates. A story told privately may contain qualifications that disappear in a commemorative speech. A classroom account may emphasise information regarded as suitable for assessment, while an informal conversation gives greater attention to personal relationships. These differences do not establish that one version is false. They indicate how audiences and purposes shape expression. The analysis should distinguish factual inconsistency from variation in emphasis and ask contributors how they understand that variation.

Repeated encounters can also reveal changes in what becomes discussable. A participant may provide a different account after seeing a recording, hearing another contributor or revisiting a place. Such change should be documented as part of interpretation rather than automatically classified as unreliability. Researchers need an explicit practice for recording context and retaining earlier accounts where consent permits. This supports analysis of negotiation over time while avoiding the assumption that the first interview contains a definitive identity.

The resulting research agenda treats memory as an activity with social conditions. Its aim is not to compel disclosure of every experience or to assemble a complete community story. It is to understand how people select and relate accounts, how those selections receive recognition, and how opportunities for participation affect what can be transmitted. Ethical restraint remains necessary when fuller documentation would expose participants or third parties to consequences they have not chosen.

This approach makes disagreement, privacy and changing accounts part of the research design, while preserving participants' authority to decide the boundaries of disclosure.

The public indicators do not observe actual transmission relationships. Age profiles are cross-sectional, income gradients are descriptive and survey opinions can depend on framing. The analysis cannot determine whether schools cause stronger cultural identity or whether digital communication preserves particular traditions. It supplies a framework and contextual evidence that can inform the design of those investigations. Causal claims would require additional observations and a design appropriate to the mechanism.

The selected participation measures emphasise institutionally recognisable activities. They may underrepresent domestic, religious and informal practices that are central to local heritage. This limitation is a reason to combine aggregate context with ethnographic attention, not to discard public statistics. Quantitative and qualitative evidence answer different questions. Their relationship becomes productive when each is used for the purpose its measurement can support.

Localities also vary in their histories and institutional arrangements. A framework connecting selection, enactment, interpretation and recognition offers portable questions, but the content of each process must be investigated locally. Researchers should not assume that a category meaningful in one setting has the same relevance in another. Collaboration with participants can improve those categories while requiring a clear distinction between negotiated research design and the independence of interpretation.

4.7. Conclusions and Recommendations

The article has argued that cultural transmission is a negotiated relationship rather than the transfer of a fixed inheritance. Cultural identity becomes meaningful through links among references to the past, activities in the present and recognition by others. The proposed framework distinguishes selection, enactment, interpretation and recognition, allowing continuity and change to be investigated without presuming either cultural decline or successful preservation.

The secondary evidence illuminates public valuation, unequal access, institutional expectations and the conditions surrounding creative activity. These indicators cannot demonstrate the processes occurring within families, but they identify reasons to study those processes in relation to resources, mobility, disability and digital mediation. Public appreciation should not be equated with practical opportunity, and institutional attendance should not be equated with cultural knowledge.

Schools can support heritage inquiry when they provide shared resources, permit critical questions and recognise diverse experiences. Community programmes can broaden participation by addressing access and

interpretive authority together. Documentation should specify consent, permitted circulation and procedures for correction. These recommendations follow from the analytical framework and require evaluation in actual settings rather than being presented as universally proven interventions.

Future research should follow defined practices across household, educational and public encounters, attending to both participation and absence. It should examine how contributors explain changes, which claims receive authority and how relationships persist over time. Cultural continuity can accommodate reinterpretation when participants have meaningful opportunities to engage and influence representation. An inclusive account of heritage therefore asks not only what survives, but how people participate in making its continued significance possible.

REFERENCES

Assmann, J. (1995). Collective memory and cultural identity (J. Czaplicka, Trans.). *New German Critique*, 65, 125–133. https://doi.org/10.2307/488538

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 Press.

Connerton, P. (1989). *How societies remember*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511628061

Council of Europe. (2005). Council of Europe framework convention on the value of cultural heritage for society (CETS No. 199). https://rm.coe.int/1680083746

European Commission. (2017). *Cultural heritage* (Special Eurobarometer 466). Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture. https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2150

European Commission. (2025, May 8). Culture unites, latest Eurobarometer shows. https://cyprus.representation.ec.europa.eu/news/culture-unites-latest-eurobarometer-shows-2025-05-08_en

Eurostat. (2026a). *Culture statistics—cultural participation*. Statistics Explained. Data extracted March 2026. Retrieved October 10, 2026, from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Culture_statistics_-_cultural_participation

Eurostat. (2026b). *Disability statistics—leisure and social participation*. Statistics Explained. Data extracted November 2024; PDF snapshot dated May 19, 2026. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/134482.pdf

Feraru, P. D. (2015). *Religie și migrație în România contemporană. Studiu de caz: Românii din Italia* [Religion and migration in contemporary Romania: A case study of Romanians in Italy]. Lumen. Public extract: https://edituralumen.ro/wp-content/uploads/2020/08/20-FERARU_Religie_si_migratie_Extras-din-volum.pdf

Hall, S. (1990). Cultural identity and diaspora. In J. Rutherford (Ed.), *Identity: Community, culture, difference* (pp. 222–237). Lawrence & Wishart.

Levitt, P. (1998). Social remittances: Migration driven local-level forms of cultural diffusion. *International Migration Review*, 32(4), 926–948. https://doi.org/10.1177/019791839803200404

Mannheim, K. (1952). The problem of generations. In P. Kecskemeti (Ed.), *Essays on the sociology of knowledge* (pp. 276–322). Routledge & Kegan Paul.

Smith, L. (2006). *Uses of heritage*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203602263

UNESCO. (2003). Convention for the safeguarding of the intangible cultural heritage. https://www.unesco.org/en/legal-affairs/convention-safeguarding-intangible-cultural-heritage