

ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM DERGİSİ

IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN
ANATOLIA SCIENCE ENGINEERING AND
DESIGN

Hakemli Elektronik Dergi (Peer Reviewed Electronic Journal)

YIL/YEAR : 2023 CİLT/VOLUME : 5 SAYI/ISSUE: 2



ISSN : 2667-8764



IJEASED

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

ISSN: 2667-8764

**Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım
Dergisi**

***International Journal of Eastern Anatolia Science
Engineering and Design (IJEASED)***

15

(Aralık / December 2023)

Sayı / Issue: 2

Cilt / Volume: 5

Aralık / December 2023

ISSN: 2667-8764

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

Altı ayda bir yayımlanır (elektronik) / Published every six months (electronic)

İMTİYAZ SAHİBİ

Öğr. Gör. Selim TAŞKAYA, Artvin Çoruh Üniversitesi, Türkiye

BAŞ EDİTÖR

Yük. Müh. Semih TAŞKAYA, Fırat Üniversitesi, Türkiye

EDİTÖR YARDIMCISI

Doç. Dr. Hare KILIÇASLAN, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye

EDİTÖR KURULU

Prof. Dr. Niyazi ÖZDEMİR, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Mustafa TAŞKIN, Mersin Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Fatma MEYDANERİ TEZEL, Karabük Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Özlem Emir ÇOBAN, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Yasin VAROL, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Mahmut DOĞAN, Erciyes Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Hakan Fehmi ÖZTOP, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Arzu ERENER, Kocaeli Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Ali Kaya GÜR, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Çetin ÖZAY, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Murat Yavuz SOLMAZ, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Vedat Veli ÇAY, Dicle Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Cafer EKEN, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Yahya Hışman ÇELİK, Batman Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Levent Cenk KUMRUOĞLU, İskenderun Teknik Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Mehmet Zülfü ÇOBAN, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Cihat AYDIN, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Munise Didem DEMİRBAŞ, Erciyes Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Canan BAŞLAK, Selçuk Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Ömer GÜLER, Munzur Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Fethi DAĞDELEN, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Beyza ONUR, Karabük Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. İhsan KIRIK, Bingöl Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Asıf YOKUŞ, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Soner BUYTOZ, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Merve Tuna KAYILI, Karabük Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Ayhan ORHAN, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Şükrü Taner AZGIN, Erciyes Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. İlyas SOMUNKIRAN, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Abdullah ELEN, Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Saliha KARADAYI USTA, İstinye Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Halil DİKBAŞ, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Şehriban ŞAHAN ERASLAN, Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Gülşah KARYAĞDI, Beykent Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Azize DEMİRPOLAT, Bingöl Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Ali GÜRBÜZ, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Lütfiye SİRKA, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK, İstanbul Aydın Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Dilek ŞENTÜRK DEMİREL, Dicle Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Tayfun ÇETİN, Hakkari Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Esra YAVUZ, Şırnak Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TUNÇ, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Ayşenur USLU, Sinop Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Gül USLU, Sinop Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ZEYBEK, Selçuk Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Murat YEŞİLKAYA, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türkiye

Öğr. Gör. Elif Işılay ÜNLÜ, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Öğr. Gör. Sümeyye ERDEM, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Türkiye

Öğr. Gör. Süleyman Emre DAĞTEKE, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Ar. Gör. Dr. Gamze ADIN ERYILMAZ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

Ar. Gör. Dr. Pelin YILMAZ SANCAR, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Ar. Gör. Dr. Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Ar. Gör. Dr. Pelin ŞAHİN KÖRMEÇLİ, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Türkiye

Ar. Gör. Mehmet Akif KARAGÖL, Ordu Üniversitesi, Türkiye

Ar. Gör. Burcu SARI, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Türkiye

Ar. Gör. Mine Doğan, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Dr. Mahmut EKEN, Bir Kuruma Bağlı Değildir, Türkiye

Yük. Müh Fulya ERDEMİR, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Yük. Müh Neslişah ULUTAŞ, Konya Teknik Üniversitesi, Türkiye

Yük. Müh Muhammed Fatih CAN, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Yük. Müh Tansu YEŞİLKAYA, Siirt Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Türkiye

ULUSLARARASI EDİTÖR KURULU

Prof. Dr. Usame Badawy, Technische Universität Berlin, Germany

Prof. Dr. Subramaniam SHANKAR, Kongu Engineering College, Erode, India

Prof. Dr. Ivica ZAVRSKI, University of Zagreb, HRVATSKİ

Prof. Dr. Said Laaribya, Ibn Tofail University, Morocco

Assoc. Prof. Dr. George WARDEH, Cergy Pontoise University, Paris, France

Assoc. Prof. Dr. Firas ALMAHMOUD, Universite De Lorraine, France

Assoc. Prof. Dr. Mohammad Arif Kamal, Aligarh Muslim University, India

Asst. Prof. Dr. Abdulsamee HALAHLA, Fahad Bin Sultan University Tabuk, Saudi Arabia

Asst. Prof. Dr. Belal ALMASSRİ, Palestine Polytechnic University, Hebron, Palestine

Asst. Prof. Dr. Thangamuthu MOHANRAJ, Coimbatore, Amrita Vishwa Vidyapeetham University, India

Asst. Prof. Dr. Huaçao Yang, Zhejiang University, China

Dr. Mahdı HOSSEINI, Nanjing Forestry University, China

Dr. Wei ZHOU, Country Garden Pacificview (CGPV), Sdn Bhd, Malaysia

Dr. Alokesh PRAMANİK, Curtin University, Bentley, WA, Australia

Dr. İmene Hebbar, University of Technologie, Algeria

Dr. Quoc Bao Pham, National Cheng Kung University, Taiwan

Dr. Tanzila Akmal, National University of Sciences and Technology, Pakistan

Specialist Clarissa WRİGHT, General Geology, United Kingdom

DİL EDİTÖRÜ

Doç. Dr. Hare KILIÇASLAN, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye

YAZI İŞLERİ SORUMLU SAHİBİ

Yük. Müh. Semih TAŞKAYA, Fırat Üniversitesi, Türkiye

MİZANPAJ EDİTÖRÜ

Yük. Müh. Semih TAŞKAYA, Fırat Üniversitesi, Türkiye

Yayın Türü / Publication Type

Elektronik (çevrimiçi) ve hakemli / Electronic (online) and refereed

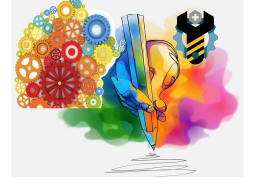
Yayın Tarihi / Publication Date

15 / 12 / 2023

Hakemli bir dergi olan Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi altı ayda bir çevrimiçi olarak yayımlanmaktadır. Akademik usullere uygun atıf yapmak suretiyle dergide yapılan çalışmalardan yararlanılabilir. Her hakkı saklıdır. Yazıların her türlü sorumluluğu yazarlarına aittir. Dergiye yayınlanmak üzere gönderilen yazılar yayımlansın veya yayınlanmasın iade edilmez.

Haberleşme / Communication

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, Elazığ/ Türkiye
International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design (IJEASED), Elazığ / Turkey
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased> (ISSN: 2667-8764)

**Sıra Hakem**

- 1 A.ekrem YÜCE
- 2 Aidai MURATBEK KYZY
- 3 Ali Akın AKYOL
- 4 Ayşe Betül GÖKARSLAN
- 5 Burcu Begüm KENANOĞLU
- 6 Cengiz BALTA
- 7 Drahşan UĞURYOL
- 8 Ebru BATI AY
- 9 Emine Banu BURKUT
- 10 Emine Saka AKIN
- 11 Emine Sibel HATTAP
- 12 Erdal EKER
- 13 Erhan ŞENER
- 14 Esra GİRGIN
- 15 Eylem AYDOĞDU
- 16 Fatma DEMİREZEN YAĞMUR
- 17 Fatma Sema SEKBAN
- 18 Figen ERDOĞDU
- 19 Fulya Pelin CENGİZOĞLU
- 20 Funda CENGİZ ÇALLIOĞLU
- 21 Gizem CAN
- 22 Halil DEMİR
- 23 Kader REYHAN
- 24 Koray ULAMIŞ
- 25 Kübra DURUKAN
- 26 Leyla ETYEMEZ ÇIPLAK
- 27 Melik EFEOĞLU
- 28 Merve BAYHAN
- 29 Nihal Arda AKYILDIZ
- 30 Oya CENGİZ
- 31 Sema TETİKER
- 32 Semra ARSLAN SELÇUK
- 33 Suat ŞENSOY
- 34 Tuba Nur OLGUN
- 35 Vese PAKASHTICA
- 36 Özden ORMANCI
- 37 Özlem ETE AYDEMİR
- 38 Öğr. Gör. Anil Fırat FELEK

Kurum

- 1 İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
- 2 AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
- 3 Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
- 4 Süleyman Demirel University
- 5 UŞAK ÜNİVERSİTESİ
- 6 Bufalo Teknoloji Ltd. Sti.
- 7 YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
- 8 Amasya Üniversitesi
- 9 KONYA TECHNICAL UNIVERSITY
- 10 KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
- 11 MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ
- 12 Muş Alparslan Üniversitesi
- 13 SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
- 14 BEYKOZ ÜNİVERSİTESİ
- 15 KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI
- 16 BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
- 17 Balıkesir Üniversitesi
- 18 MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
- 19 SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
- 20 İSTANBUL MEDİPOL UNIVERSITY
- 21 AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
- 22 ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
- 23 ANKARA ÜNİVERSİTESİ
- 24 KIRIKKALE UNIVERSITY
- 25 Çankaya Üniversitesi
- 26 Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi
- 27 DICLE UNIVERSITY
- 28 BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
- 29 SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
- 30 BATMAN ÜNİVERSİTESİ
- 31 GAZİ ÜNİVERSİTESİ
- 32 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
- 33 FIRAT ÜNİVERSİTESİ
- 34 AKDENİZ UNIVERSITY
- 35 MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ
- 36 ORDU ÜNİVERSİTESİ



IJEASED

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

ISSN: 2667-8764

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
15 (Aralık 2023)

ISSN: 2667-8764

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

Sayı / Issue: 2

Cilt / Volume: 5

Aralık / December 2023

İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS

Derleme Makalesi / Review Article

Yapay Zeka / Artificial intelligence

- Abdurrahim BULUT
Özlem BATUR DİNLER
- The Effect of Industry 4.0 and Artificial Intelligence on Human Resource Management** 143
İnsan Kaynakları Yönetiminde Endüstri 4.0 ve Yapay Zekâ'nın Etkisi

Araştırma Makalesi / Research Article

Mimarlık / Architecture

- Tuba Nur OLGÜN
- Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da Bulunan Mimar Sinan Camilerinde Korumaya Yönelik Bir İnceleme** 167
A Conservation Study of Architect Sinan's Mosques in Eastern and Southeastern Anatolia

Mimarlık / Architecture

- Güneş MUTLU AVİNÇ
- Learning from Nature for Sustainable Solutions in Architecture: Biomimetic Lightweight Structure Designs** 198
Mimaride Sürdürülebilir Çözümler için Doğadan Öğrenme: Biyomimetik Hafif Strüktür Tasarımları

Maden Mühendisliği / Mining Engineering

- Akın AKBULUT
Ali Koray ÖZDOĞAN
Behzat Gökçen DEMİR
- Maden Mühendisliği Lisans Eğitiminde Kadın Öğrenci ve Akademisyen Sayılarının İncelenmesi** 215
Investigation of The Number of Female Students and Academicians In Undergraduate Education of Mining Engineering

Yer Bilimleri ve Jeoloji Mühendisliği / Earth Sciences and Geological Engineering

- Didem KIRAY **Tuzla Bölgesindeki (Çanakkale, Biga Yarımadası) Jeotermal Enerji Santrallerindeki Tehlike ve Risklerin 5x5 L Tipi Matris ve Fine-Kinney Risk Metotları ile Karşılaştırılması** 227
Comparison of Hazards and Risks in Geothermal Power Plants in Tuzla Region (Çanakkale, Biga Peninsula) with 5x5 L Type Matrix and Fine Kinney Risk Methods

Mimarlık / Architecture

- Ayşe BİÇEN ÇELİK **Analyzes of Stone Deterioration on the Facades of the Şehidiye Madrasah in the Central District of Mardin Province** 248
Şefika ERGİN *Mardin İli Merkez İlçesinde Yer Alan Şehidiye Medresesi'nin*
Murat DAL *Cephelerinde Görülen Taş Bozunmalarının Analizi*
İlhami AY

Ziraat Mühendisliği / Agriculture Engineering

- Songül YILDIZ **Sebzelerin Baharat Olarak Kullanım Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi** 272
Ahmet MİDİLLİ *Evaluation of The Habits of Using Vegetables as Spices*

Ziraat Mühendisliği / Agriculture Engineering

- Aidai MURATBEK KYZY **Effects of Nitrogen Fertilizer Doses on Some Germination Parameters in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) and Examination with Scanning Electron Microscopy** 289
Gözde Hafize YILDIRIM *Azotlu Gübre Dozlarının Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.)'da*
Yusuf ŞAŞATLI *Bazı Çimlenme Parametrelerine Etkileri ve SEM ile İncelenmesi*

Derleme Makalesi / Review Article

Yer Bilimleri ve Jeoloji Mühendisliği / Earth Sciences and Geological Engineering

- Özge BOSO HANYALI **Kültür Varlıklarının Korunmasında Biyoteknolojik Bir Yaklaşım: Karbonatlı Taşların Sağlamlaştırılması** 299
A Biotechnological Approach to the Conservation of Cultural Heritage: Consolidation of Carbonate Stones



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi

ISSN: 2667-8764 , 5(2), 143-166, 2023

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Derleme Makalesi / *Review Article*



Doi: [10.47898/ijeased.1306881](https://doi.org/10.47898/ijeased.1306881)

The Effect of Industry 4.0 and Artificial Intelligence on Human Resource Management

Abdurrahim BULUT ^{1*}, Özlem BATUR DİNLER ²

^{1*} Nursan Kablo Donanımları A.Ş., Kütahya, Tavşanlı, 43300, Turkey.

² Siirt University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Siirt, 56000, Turkey.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author: abulut@nursankd.com  https://orcid.org/0000-0003-0737-9394 , A.Bulut  https://orcid.org/0000-0002-2955-6761 , Ö.Batur Dinler	Geliş Tarihi / Received Date : 30.05.2023 Revizyon Tarihi / Revision Date : 23.07.2023 Kabul Tarihi / Accepted Date : 10.08.2023 Yayın Tarihi / Published Date : 15.12.2023
Alıntı / Cite : Bulut, A., Dinler, Ö.B. (2023).The Effect of Industry 4.0 and Artificial Intelligence on Human Resource Management, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 5(2), 143-166.	

Abstract

In today's market conditions, the importance of competition is obvious. Organizations must direct the right resources to the right investment to increase their competitive power and stay in the market. In this respect, the Human Resource Management (HRM) unit has also entered the digitalization phase. The digitalization phase in Human Resources (HR) has made significant progress, particularly in the recruitment process, with the help of Artificial Intelligence (AI). During this phase that creates a loss of value for the organization, searching for candidates among hundreds or even thousands of applications, selecting the most suitable one for the job, and placing the suitable ones in open positions within the institution; As a result of the evaluations made with artificial intelligence technology, it can be carried out without loss of cost and time. Thus, the AI approach ensures that interviews are managed quickly and with less cost in the recruitment process. Furthermore, AI enables the efficient fulfillment of various activities of the HRM unit, such as training, orientation, and career planning. The present study attempts to explain the impact of Industry 4.0 and AI on human resource management processes as a result of a literature review. This study, examined the role of Industry 4.0 and artificial intelligence in human resources management by making a literature review.

Keywords: Human Resource Management (HRM), Artificial Intelligence (AI) , Industry 4.0, Recruitment Process.

İnsan Kaynakları Yönetiminde Endüstri 4.0 ve Yapay Zekâ'nın Etkisi

Özet

Günümüz piyasa koşullarında rekabetin önemi ortadadır. Kuruluşlar, rekabet gücünü arttırmak ve pazarda kalabilmek için doğru kaynağı doğru yatırıma yönlendirmek zorundadırlar. Bu bağlamda, İnsan Kaynakları Yönetimi (İKY) birimi de dijitalleşme evresine girmiş bulunmaktadır. İnsan kaynaklarında (İK) dijitalleşme evresi, yapay zekâ yardımı ile özellikle işe alım sürecinde önemli aşamalar kaydetmiştir. Kurum için değer kaybı yaratan bu evrede, yüzlerce hatta binlerce başvuru arasından adayların aranması, işe en uygun olanın seçilmesi ve uygun olanların kurum içinde açık pozisyonlara yerleştirilmesi; yapay zeka teknolojisi ile yapılan değerlendirmeler sonucunda maliyet ve zaman kaybı olmadan gerçekleştirilebilmektedir. Böylece, yapay zekâ yaklaşımı, işe alım sürecinde mülakatların hızlı ve daha az maliyetle yönetilmesi sağlamaktadır. Ayrıca, yapay zekâ İKY biriminin eğitim, oryantasyon, kariyer planlama gibi çeşitli faaliyetlerinin de verimli bir şekilde yerine getirilmesini sağlamıştır. Bu çalışma, Endüstri 4.0 ve yapay zekânın insan kaynakları yönetimindeki rolünü literatür araştırması yaparak incelemiştir.

Anahtar Kelimeler: İnsan Kaynakları Yönetimi (İKY), Yapay Zekâ, Endüstri 4.0, İşe Alım Süreci.

1. Introduction

Human beings are in constant development. New needs emerge with each passing day in this continuous development process. Information, information management, and technology develop in line with these needs. Nowadays, many institutions can survive, grow faster, and carry out their business efficiently by keeping up with changes in technological needs.

Human resource management, one of the main resources through which the institution's employees shape their skills, competencies, behaviors, and attitudes toward achieving organizational goals, takes place among the most critical organizational structures of the institution (Öğüt et al., 2004; Saridakis et al., 2017). Hence, when corporate managers design their practices in human resource management, they aim to be open to innovation, learn and develop the information management capacity among employees within the organization. Therefore, human resources practices are essential in knowledge-based economies (Kulkarni and Che, 2019; Ertaş, 2023). The main purpose of HRM is to maximize organizational performance by improving the human element's knowledge, abilities and skills, attitude, behavior, contribution and performance in line with organizational goals in enterprises (Özçelik et al., 2021). Because the quality of the existing human resources and their dynamic usage determine an organization's survival (Tripathi and Singh, 2017).

The fact that the increasing need of institutions for smart automation technologies has become widespread in recent years and the use of artificial intelligence together with Industry 4.0 in the human resources unit of enterprises and companies have allowed them to regulate their managerial and operational processes, increase efficiency, and reduce costs (Tewari and Pant, 2020). The present study will attempt to explain the concepts of Industry 4.0 and artificial intelligence and reveal the impacts of Industry 4.0 and artificial intelligence on human resource management.

The literature review on the impacts of Industry 4.0 and artificial intelligence on human resource management addressed the current studies. Table 1 summarizes these studies. In this literature review, numerous studies demonstrating that Industry 4.0 and artificial intelligence will have great significance in the field of HR in the future and can fulfill the functions through which most HR applications can be made have been encountered.

Table 1. Studies examined in the literature review.

Date of Publication	Author (s)	Summary of the Study
2023	Murugesan et al.	The authors of the study examined the contributions of artificial intelligence to HR digitalization and its applications in Industry 4.0. The findings demonstrated that hierarchical organization investigation represented the basis of sustainable development. Well-being and safety improvement were regarded as essential elements under AI application in HR.
2023	Seyidzadə	In the study, the author conducted a survey to determine the importance of digital transformation in terms of the functions of HRM in enterprises and research and examine innovations in this field. The study concluded that digital transformation in enterprises had positive impacts, particularly in human resources management.
2023	Anayat	The research in question made contributions to the field of AI in HRM and provided an in-depth theoretical analysis of the domain. The analysis revealed that AI technologies, including ML, natural language processing (NLP), machine vision and recommendation systems, were employed in HRM functions for particular uses. Moreover, the research determined that the basic applications of AI in HRM were in the automated induction process, skill development and training, screening and hiring process, queries and feedback, decision-making, employee involvement, and performance appraisal.
2023	Akça	The present research examined the role of artificial intelligence applications in talent management. It was found that artificial intelligence applications contributed significantly to the organization and employees in terms of finding and recruiting talent, data collecting and analyzing, increasing productivity in the workplace, reducing the workload of employees, and decreasing the increasing costs.
2023	Uğurlu and Doğan	In the study, the researchers elaborated on the field of digital HRM and conceptually discussed digital HRM transformation and the effects of digital advancements on the recruitment function. They reported that the most important outcomes of digitalization in the field of HRM were web-based human resources technologies, intranet portals, and online platforms. The researcher stressed that

			this situation brought and would continue to bring different applications and perspectives to the classical way of doing business and methods.
2023	Yılmaz Yılmaz	and	In the study conducted, the researchers investigated the effects of Industry 4.0 on HRM. By explaining various concepts regarding Industry 4.0 and HRM, they analyzed the effects of HRM 4.0 on HRM functions and concluded that human resources management and practices were highly impacted by digital transformation.
2023	İbrahimağaoğlu		The researcher addressed studies conducted in the last three years on electronic human resources management, which emerged along with the need for organizations to store and process human resources data in the digital environment. In this study, the researcher revealed the definition, purpose, types, importance, development, stages, advantages, and disadvantages of electronic human resources management.
2023	Pereira et al.		The researchers investigated the impacts of artificial intelligence applications on HRM activities and organizational performance of the organization, particularly in the health sector. As a result of their study, they revealed the financial and organizational contributions of using artificial intelligence applications in the health sector to the organization.
2023	Chowdhury et al.		The current study aimed to develop AI applications in HRM. In this regard, the researchers did a comprehensive literature review covering international business, information management, general management, operational management, and human resources management to provide a comprehensive understanding of corporate resources. As a result of the review, it was found that organizations' adoption of artificial intelligence applications and their benefiting from these applications could not be realized only with technical resources, but the necessary studies must be performed to ensure that the working personnel have adequate awareness.
2022	Rahman et al.		In the present study, a blockchain-based performance evaluation system was developed to control the performance of an organization's employees. It was stated that this system would be reliable, secure, and anonymous.
2022	Gong et al.		In their study, the researchers designed a salary estimation module with the objective of strengthening HRM via information management by employing AI technology. The aforesaid module optimized abilities based on a back-propagation neural network (BPNN) according to applicants' CVs and industry knowledge. As a result of the study, the researchers established an AI based human resources management system (HRMS) and an intelligent HRMS and increased the efficiency of HRM.

2022	Suseno et al.	In their study, the researchers investigated the effects of high-performance work systems on the links between change readiness for AI adoption, beliefs of HR managers, and AI apprehension. In line with the research results, the beliefs and levels of worry around AI of HR managers were considerably impacted by their organizations' level of readiness for AI implementation. The researchers discovered that individuals who had positive beliefs were more likely to be open to embracing AI, whereas individuals feeling more significant concerns about it were prepared at a lower level for its implementation. They combined HR managers' beliefs, AI anxiety, and perceptions of implementing high-performance work systems within the company with the objective of presenting an insight into HR managers' readiness for AI adoption.
2022	Toprak et al.	In the study, the researchers investigated the usage of AI in HRM. Furthermore, they revealed the advantages and disadvantages of AI in HRM activities with the developing applications of AI and presented the impact of artificial intelligence on human resources management as a conceptual discussion.
2022	Oruçoğlu	The researcher studied the effect of Industry 4.0 and digitalization on HRM functions. As a result of the study conducted, the researcher found that Industry 4.0 affected all functions in the field of human resources and the most impacted functions were recruitment, employee training and employee empowerment, performance appraisal, industrial relations, job analysis and design, career development, job evaluation and remuneration, human resources planning, human resources information system, occupational health and safety, and HR metrics.
2022	Karaboğa Karaboğa	and In their study, the researchers presented a bibliometric analysis of studies on digitalization and digital technologies in the domain of HRM with a qualitative approach. The analysis results demonstrated that studies were clustered in three primary research areas: "HR Analytics," "e-HRM Approach," and "Industry 4.0, Smart HR Practices and Performance Relationship." Furthermore, the researchers indicated that the use and development of digital technologies in the domain of HRM was a new subject and the interest and studies in this domain would increase in the following years.
2022	Pan et al.	In the present research, the authors investigated the relationship between the behavioral limits imposed by AI adopting enterprises and the facilitators of such companies in the recruitment process. The study used the integration of the technology, organization, and environment (TOE) model with transaction cost theory with the objective of better comprehending numerous limitations and possible opportunities. The research findings demonstrated that firms' perceived

		complexity toward AI restricted AI adoption, whereas regulatory support and technology competence promoted AI adoption.
2022	Van Noordt et al.	In their study, the researchers determined that whereas AI was generally utilized for the purpose of improving public service delivery and internal management, there were still limitations to its usage in policy decision-making.
2022	Pal et al.	In the current research, the authors employed machine learning methods to categorize resumes, assist in skill extraction, and display various abilities under relevant job profile categories. The resume classification tool will enhance the effectiveness and usability of e-recruitment. The method in question will assist companies and, therefore, provide effort savings throughout the hiring process.
2022	Ming	The present research analyzed the effects of machine learning in applying human resource management, which is expanding and has considerable potential for enhancing HRM systems' performance and efficiency.
2021	Kumari Hemalatha and	The current research aimed to examine different AI technologies utilized in HRM practices and employees' perceptions of the said technologies. The study was performed in Chennai by employing the sociological survey approach, with participants comprising HR experts and employees in the IT sector. The researchers did not reveal a favorable impression of the AI system's attitude toward AI technologies among employees. They presented a review of the obstacles preventing the implementation of the AI system in HRM procedures. The research ensured a better understanding of the significance attached by enterprises to including AI technology in HRM practices, e.g., recruitment, planning and decision-making, training and development, work-life balance, and performance analysis.
2021	Zhu and Usman	The present study employed ML technology with the objective of managing and analyzing HR data in modern businesses. ML technology functioned as the HR system, decreased the business volume of HR, and enhanced the effectiveness and management level of HR.
2021	Qamar et al.	This research performed a comprehensive literature evaluation of AI in HRM. The study generated a one-of-a-kind AI-HRM concept map explaining how it was possible to utilize AI for the purpose of better comprehending the decision-making processes in HRM. Furthermore, the researchers presented a deeper knowledge of the ethical difficulties related to AI's applications in HRM. They suggested an indicative preliminary framework to integrate ethical practices and techniques in order to assist with the transition toward ethical AI.
2021	Wei and Jin	This study combined an optimized GM model and a backpropagation neural network model with the objective of enhancing the HRM system.

2021	Vrontis et al.	This study examined the impacts of AI, robotics, and other advanced technologies on HRM. The results demonstrate various opportunities for HRM but also significant challenges at technological and ethical levels.
2021	Tiwari et al.	This study investigated the relationship between AI and HR functions and the different functions carried out by the HR department. The results acquired through analysis indicated a positive connection between different factors, such as ease of use and innovation, which means that AI affects both factors.
2020	Nawaz	The present study aimed to provide an understanding of the usage of AI in HRM. The study reviewed 23 pertinent articles in the Scopus online database published between 1991-2020. In line with the research results, nine different HRM activities could benefit from AI technology application, ensuring that enterprises improve their effectiveness and efficiency levels with the objective of meeting their customers' needs better.
2020	Tewari and Pant	This research reviewed the studies of a number of famous experts with the aim of revealing how AI alters the domain of HRM.
2020	Jawad	This study suggested a website-based HRMS for the purpose of managing employee activity information, including registration, salary, and promotion. The HRMS comprised two sections: website design and database. Experimental findings demonstrated that high efficiency and performance in employee information storage and management were provided by the HRMS designed.
2020	Samarasinghe and Medis	This research reviewed the studies of a number of famous experts with the aim of revealing how AI alters the domain of HRM.
2020	Parsehyan	The present research investigated HR 4.0 in terms of technological compliance. It was indicated that significant benefits would be obtained in case of using AI in the recruitment, screening, interviewing, and training processes in organizations. The researcher also explained that the competitive power and transparency of organizations using AI in human resource management processes would be preserved.
2020	Bayarçelik	In this study, the author performed a literature review on the impacts of digital transformation on human resource management. As a result of the literature review, it was explained that artificial intelligence would automate the talent development process by transforming the operations of HR processes. Furthermore, it was stated that artificial intelligence accelerated the current processes and contributed to increasing productivity by evaluating the data of the organization's employees.

2020	Şendođdu	This study researched how human resource management was impacted by Industry 4.0 developments. The study also explained the place of robotic resources in our life and the need for the concept of robotic resource management.
2020	Uğur and Güner	In the present research, the author explained the digital applications implemented in HR processes and the problems encountered when implementing these applications. It was reported that the digital applications used in HR processes facilitated the work of employees in the relevant processes and increased their speed.
2020	Qin et al.	The research in question introduced a Recurrent Neural Network (RNN)-based applicant-job matching framework by utilizing the word-level semantic representation, perception ability, and experience of job applicants. The aforesaid method was capable of decreasing dependence on manual labor and enhancing employability.
2019	Tambe et al.	This study demonstrated that AI deployments in HRM issues, e.g., staffing and selection, are becoming increasingly widespread and have dramatically decreased the cost and time of realizing the said functions.
2019	Alkan	In the current study, the author defined machine learning and the sub-concepts of machine learning, such as supervised learning, unsupervised learning, semi-supervised learning, reinforcement learning, and intensive learning, by assuming that the frequency of using ML management would increase during the change in the industry.
2019	Aksu and Sürgevil	This study explained the concept of digital competence by conducting a literature review. The research indicated the competencies sought the most by organizations in the technological age as digital literacy, information analysis, susceptibility to self-change, problem-solving skills, and digital emotional intelligence.
2019	Şekeroğlu and Özer	The present study performed a literature review and explained the impacts of AI and technology on HRM. It was revealed that using artificial intelligence in organizations contributed to finding the right candidate, particularly in recruitment processes, and establishing a system free from prejudices.
2019	Çiftçiöđlu et al.	This research explained the relationship between Industry 4.0 and HRM. Additionally, it also explained the obstacles that would be encountered in the face of the transformations that innovations brought by developing technology with Industry 4.0 could bring to business life.

2019	Yawalkar	The said study explained the role of artificial intelligence in human resource management and the advantages and disadvantages that might occur if artificial intelligence was used in human resource management.
2019	Necula Strimbei and	In the current study, an architecture was developed for enriching data semantically using semantic web technology and data science for talent training. The experimental findings demonstrated that the classification impact of the suggested architecture was higher compared to the common regression analysis, Random Forest (RF), and Support Vector Machine (SVM), and the suggested architecture could efficiently mark the resume data and utilize the semantic web for the purpose of extracting data information from the resume.
2019	Rykun	The present research found that a number of the main HRM areas that have already been transformed by AI involve labor-intensive and time-consuming duties in recruiting, e.g., reading numerous CVs and sorting them out, determining the most suitable candidates in a time fraction, and revealing the most appropriate training type for employees.
2018	Onik et al.	The present research suggested a Blockchain-based recruitment management system and HRMS algorithm. The obtained results indicated that the suggested system had definite advantages over the existing recruitment systems.
2018	Jarrahi	This study stated that AI revolutionized organizational decision-making and altered management approaches. It is possible to observe the tangible impacts of AI in corporate processes and key competencies, including knowledge management and consumer outcomes, e.g., service quality perceptions and satisfaction.
2018	Thite et al.	In the present research, the authors reported that electronic transition was experiencing two main obstacles in the perspectives of business and technology leaders. The first is the ability of HR to help business leaders with adopting a digital mindset and a digital way of organizing, managing, and leading change. The second is the ability of HR to transform the entire employee experience by transforming HR systems, processes, and the HR organization through new digital platforms, applications, and the way of providing HR services.

2. Material and Method

2.1. Industry 4.0

The term Industry 4.0, also named the Fourth Industrial Revolution, is defined as the business world in which people and machines are connected to each other by real-time data and which is fed through a digitized value chain (Samarasinghe and Medis, 2020). Industry 4.0 aims at systems

generating data with a high level of automation by creating a business environment in which the labor market will be replaced by machines that can think like humans. With Industry 4.0, human and machine activities are connected to a range of technologies, which are displayed in Figure 1.

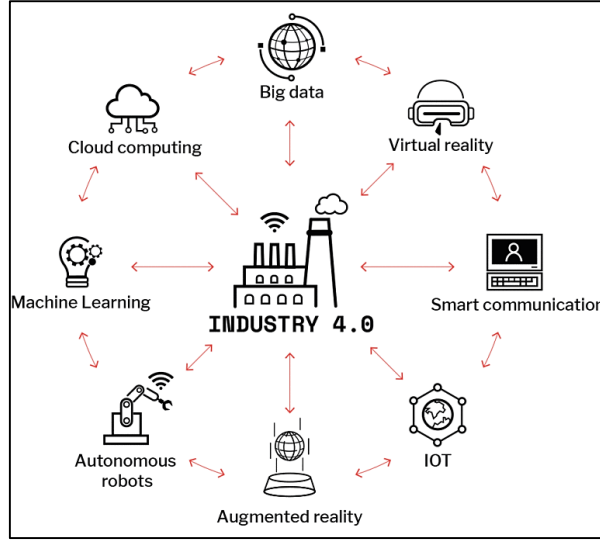


Figure 1. Industry 4.0 technology (Booth,2019).

2.2. Artificial Intelligence

McCarthy et al. introduced the concept of AI for the first time in 1956. Nevertheless, studies on AI were started by the English mathematician and computer scientist Alan Turing in 1950 (Kılıç Kırılmaz and Ateş, 2021; Soleimani, Intezari, and Taskin, 2021). However, despite the considerable contributions of the first scientists (Kılıç Kırılmaz and Ateş, 2021), the basic idea of artificial intelligence dates back to 1890 (James, 1890).

AI is, in general, imitating the working style of the human brain by transferring it to the computer environment. Complex relations are analyzed very easily owing to the ability of AI to learn, generalize, discover, and derive new information. In this respect, human beings exceed the limits of the power of human intelligence through AI technologies. Artificial intelligence applications that are increasing nowadays are utilized effectively in various fields, such as finance (Şengüler & İnel, 2022; Arda & Küçükkocaoğlu, 2021), health (Ullah et al., 2021; Batur & Diri, 2018), safety (Batur Dinler & Batur Şahin, 2021; Batur Şahin, 2021) voice processing (Korkmaz & Boyacı, 2022; Batur Dinler & Aydın, 2020), natural language processing (Lauriola et al., 2022; Ning 2022), production (Çiçek

et al., 2022; Dikel & Öz 2022), and human resource management (Ming, 2022; Vrontis et al., 2021; Wei & Jin, 2021).

As seen in Figure 2, AI basically comprises two main components. Therefore, it is also necessary to know the concepts of deep learning (DL) and machine learning (ML) to ensure a better understanding of the concept AI.

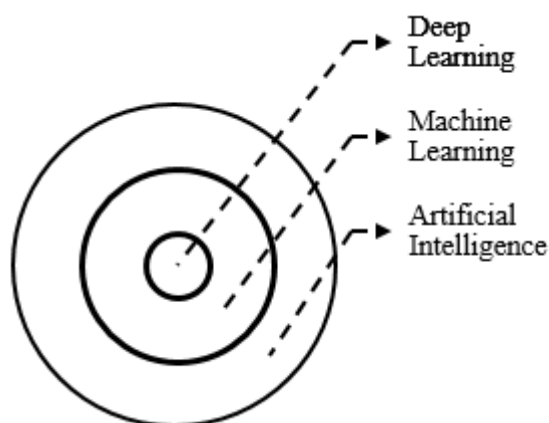


Figure 2. Component of AI.

2.2.1. Machine Learning

Machine Learning (ML), defined as pattern recognition and numerical learning, is one of the sub-branches of artificial intelligence. ML represents a system that can learn and ensures the structural development and studies of algorithms with the ability to predict using data. The said algorithms work by developing a model in order to create data-based predictions and decision mechanisms in accordance with the information from the model data inputs, instead of following and applying standard program commands without any interpretation (Gardner and Dorling, 1198; Batur Dinler and Aydın, 2020).

To briefly explain the concepts of machine learning;

- Supervised learning: It is acquiring data from systems that interact with each other and organizing these data in a certain order.
- Unsupervised learning: It is investigating in groups the data belonging to systems whose interaction with each other has not been determined and categorized yet.
- Semi-supervised learning: It is a combination of supervised and unsupervised learning. In other words, it is a learning method using both labeled small data and unlabeled big data.

- Reinforced learning: It is evaluating the information obtained as a result of the system's operation as true or false by the instructor.

2.2.2. Deep Learning

Deep learning (DL) is a model developed in 2006 based on the AI method and frequently used in the field of sound and image processing nowadays. It has a multi-layer structure in architectural terms, and due to this structure, it is able to host a lot of hidden information. With deep learning, the model automatically learns and summarizes the relevant information as the data pass through the network. The term "deep" denotes the number of layers in the network (i.e., the network's depth increases with an increase in the number of layers) (Eker et al, 2021).

When the difference between ML and DL technologies is compared, it is seen that machine learning performs a process in a single layer, while deep learning performs processes in multiple layers simultaneously. According to the system's size and complexity, DL tries to reach a single process result using multiple machine learning algorithms simultaneously and interpreting the results of these algorithms. For example, we need to separate the pictures of two planets, Mars and Earth. In machine learning, we should introduce the experience that human beings have acquired to the present day to the machine with parameters. The properties of these planets, tried to be introduced, are introduced to the system with a hypothesis sentence. We need to enter many parameters into our system, e.g., if there is water, it is probably the Earth; if its color is orange, it is probably Mars. However, DL can learn the difference between these parameters on its own. Hence, DL can learn on its own. If we introduce only the pictures of the Earth and Mars to the deep learning system, the system creates its own rules, reveals the difference between these pictures and recognizes distinctive elements, such as color and shape. Thus, the system can perform its operations by creating its own distinctive competencies without needing basic human skills.

3. Results and Discussion

The increasing number of Y-generation employees in working life and the entry of generation Z into working life, along with Industry 4.0, have accelerated digital business solutions in human resources. This transformation experienced has made digitalization indispensable in human resources and thus has caused institutions to move their human resources processes to digital platforms. For example, Vodafone Turkey was deemed worthy of special awards by the Great Place to Work Institute in the categories of "Digital Transformation in Human Resources" and "Diversity" with digitalization

in development programs and advancements in the field of education. It is observed that Vodafone Red Academy Learning Center has reached a target audience of approximately 29,000 people since 2015 by employing novel learning technologies with 3300 Vodafone, 7500 dealers, and 18,000 sub-dealer employees. It continuously supports the development of its employees with digital technologies through many applications such as the orientation program DiscoverRed, Leadership and Talent Development Programs, Specialization and Functional Development, and Strategic Development Programs. The "Over Sea (DenizAşırı)" program, which was implemented for the first time in Turkey in the field of online internship, is another example. With the said program developed by Deniz bank, it won the "Most Innovative Human Resources Technologies" award in 2017, showing the importance of digitalization (Çiftçioğlu et al., 2019). This demonstrates that digitalization has great importance in human resources on a global scale.

Artificial intelligence, which has started to show its presence in almost every sector, also takes a very significant place in human resource management. Artificial intelligence applications in human resources reduce the workload of administrative staff in the institution and can select the right candidates for the right position and duty. Moreover, they can suggest suitable training for employees to acquire skills, and with these analyses and reports provided by artificial intelligence, it helps the human resources unit to create a correct career plan for the institution's employee. Additionally, it helps to reduce the possibility of errors that may occur, prevent failures in the workflow of other units, and provide more efficient participation of employees (Yawalkar, 2019).

3.1. The Impacts of Industry 4.0 on Human Resource Management

In Industry 4.0, institutions should redesign human resources practices, such as performance evaluation, remuneration, staffing and training practices to encourage innovation and learning in their organizational structure. In this respect, to respond effectively to rapid technological developments, it should be ensured that new production capabilities are created, enabling firms to expand and renew their resource bases.

3.1.1. Performance Evolation

In Industry 4.0, the performance evaluation system must facilitate learning and innovation. Therefore, the institution should concentrate on the career development of employees, the behavior-based approach, and the result-based method. For employees' motivation, they must be informed

regularly about their performance. Furthermore, the presence of quantitative matrices that evaluate performance is very important for evaluating performance more objectively. For an ideal evaluation process, the performance criteria of the institution should be standardized, the expectations of the institution from its employees should be determined and shared with employees. It is characterized as measuring the actual performance, comparing the actual performance with the standardized performance criteria, evaluating and discussing this situation with employees, and initiating corrective actions when required.

3.1.2. Remuneration

The payroll system is one of the areas in which digitalization in human resource management is manifested in remuneration. Considering the calculation system of payrolls, we see that they are calculated with legal parameters. If this calculation is performed using a program, these operations can be performed faster, with less cost and fewer errors. Even in institutions with the number of employees reaching thousands, remuneration can be performed easily using such programs. Using these systems, called digital remuneration, the mentioned calculations, in which mistakes to be made while calculating social rights, advance payments, enforcement, and other deductions cause considerable costs, are made perfectly. These systems can submit employees' requests, such as advance payments, for the approval of their managers through the system. Additionally, payrolls approved in digital archives can be archived. The significance of the corporate portal increases with the spread of digitalization in human resource management. The TofaşGo project developed by the Tofaş company, a pioneer in many fields in Turkey, is among the best examples we can give in this regard. In this project, the Tofaş company developed a corporate mobile and web platform gathering its employees under a single roof. With the above-mentioned Industry 4.0 project, Tofaş can access many HRM processes, such as annual leave requests and monitoring of employees, payrolls, management of employee fund requests, monitoring of time management reports, monitoring of vacancies in companies within the Koç group, and monitoring of applications for these positions, via this application (Ogoo Digital, 2017).

3.1.3. Staffing

Institutions have to enhance their recruitment processes since placing an incorrect candidate in a position and a mistake he/she will make in this position can cause considerable costs for the institution. Therefore, institutions should focus on determining the innovative behaviors of candidates

and their openness to innovation using psychometric tests in the candidate selection process. Thus, the institution establishes its staffing system on solid foundations. Creativity, flexible thinking, active imagination, intellectual curiosity, and openness to new experience are other issues that institutions should consider and test in candidate interviews. The employees included in the staff by the institution by taking into account these parameters will adapt more easily to the innovations coming with Industry 4.0 (Çiftçioğlu et al. 2019).

The use of artificial intelligence with Industry 4.0 is among the most important developments in the staffing process. Using artificial intelligence applications in these processes ensures that these processes are carried out faster and with less cost. One of the most striking examples used nowadays is the Mya Artificial Intelligence Recruitment Assistant. In the applications made in institutions using the Mya Artificial Intelligence Recruitment Assistant, it is observed that the staff working in the recruitment process saves 75% of their working time. Furthermore, it was seen that the satisfaction rate of candidates in the job interviews with Mya was found as 9.8 out of 10. L'Oréal, a global cosmetics company, uses the Mya artificial intelligence recruitment assistant in the recruitment process. Artificial intelligence, which performs the recruitment process for various positions, has been successfully implemented in the US, England, and France since September 2018. Using this artificial intelligence application, L'Oréal has caught the chance to evaluate more than 1 million applications per year, increasing the probability of finding suitable candidates. Niilesh Bhoite, the Head of Human Resources & Digital at L'Oréal, expressed their satisfaction with the positive impacts of the artificial intelligence application in the recruitment process in the following way, "As L'Oréal, we have observed that, in the job interviews with 10,000 people, the artificial intelligence system communicates more efficiently with 92% of the candidates and reaches a 100% satisfaction rate. We have received very positive feedback from the applicants about how easy the system is and that they feel really special." payroll system is one of the areas in which digitalization in human resource management is manifested in remuneration. Considering the calculation system of payrolls, we see that they are calculated with legal parameters. If this calculation is performed using a program, these operations can be performed faster, with less cost and fewer errors. Even in institutions with the number of employees reaching thousands, remuneration can be performed easily using such programs. Using these systems, called digital remuneration, the mentioned calculations, in which mistakes to be made while calculating social rights, advance payments, enforcement, and other.

3.1.4. Training Programs

Institutions must design training programs aimed at improving innovative skills, continuous learning, and development for Industry 4.0. It is recommended to organize training programs aiming at multiple assignments for the personnel working within institutions. It is suggested that the training program organized should be of a nature developing the competencies of employees rather than being directly related to their job. These training programs should be long-term and continuous, not short-term. Furthermore, it is suggested that the personnel working within institutions should be supported by mentoring and on-the-job coaching practices from the moment they first start to work to help them improve their teamwork and problem-solving competencies (Çiftçioğlu et al. 2019).

3.1.5. Management by Objectives

It is seen that management by objectives has gained popularity among numerous assessment approaches. This approach is described as "a performance evaluation that aims to achieve the previously determined goals and involves mutual goal setting and evaluation." In this program, managers and employees determine the methods of mutual discussion and declaring ideas and reaching goals by consensus. Additionally, since there is constant feedback in this program, it allows managers and employees to monitor activities and take regulatory actions accordingly. Hence, it is indicated that the management by objectives approach is a performance evaluation approach compatible with Industry 4.0.

3.2. The Impacts of Artificial Intelligence on Human Resource Management

AI plays a role in different HR applications ranging from acquiring abilities in human resource management to evaluating the performance of people in the workplace.

3.2.1. During the Recruitment Period

The recruitment process, one of the main processes of human resources, is a process that may cause very considerable costs even for a medium-sized institution. The mismanagement of this process or experiencing troubles in the process can have significant effects that will impact the company's future strategic plans.

The cost and time losses caused by the exams and interviews for the institution to identify the suitable candidates for the relevant position among the hundreds of applications made for an employee candidate planned to be taken for any position and select the employee candidate with the competencies for this position among these applications are considerable. In this case, artificial intelligence appears to be an effective tool for HR. The process of finding employee candidates, which should be done in the first step of recruitment, is not carried out in the form of one-to-one applications but rather through intermediary websites or the institution's own web address nowadays. The CVs uploaded by candidates to these websites to find a job constitute a database to be used in selecting the right candidate for the institution. AI based tools take the candidate's CV and job description as input. ML algorithms are defined as the general learning function $Y = f(X)$, in which the AI based tool predicts in the future "Y" considering novel examples of input variables "X", i.e., the HR data concerning the best matches of jobs to candidates available for the algorithm's training. The function f is not known, and it must be learned by the AI based tool from data by utilizing ML algorithms. To express it in a more specific way, AI based candidate identification tools utilize a newly established job posting and screen the resume databases of the firm (which can comprise a high number of resumes) and present suitable candidates to the attention of the recruiter. More developed tools offer possibilities for visiting social platforms, e.g., Facebook, LinkedIn, etc., at a frequency specified in advance and adding profiles of individuals matching with the particular keywords identified by recruiters into the applicant tracking software. Both tool types utilize similar contextual search and matching algorithms for the purpose of scrutinizing numerous resumes (Kulkarni and Che, 2019). The workflow is displayed in Figure 3 below:

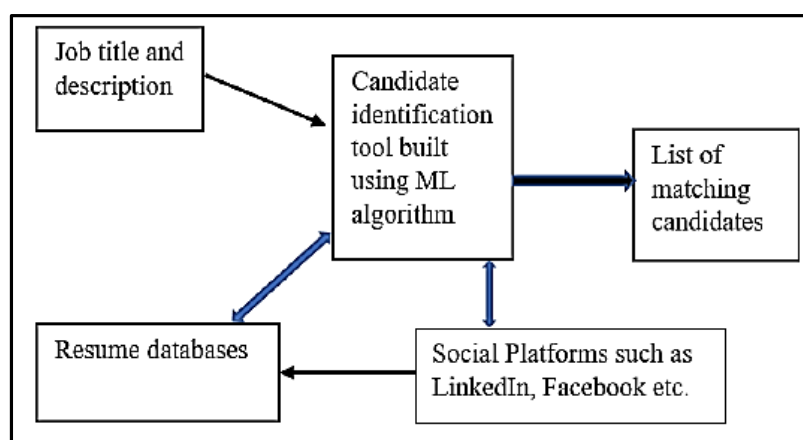


Figure 3. The typical workflow diagram of an AI based candidate identification tool (Kulkarni and Che, 2019: 11).

However, it is very difficult and time-consuming for the institution to find the right employee candidate from this database with its own efforts. This is exactly where artificial intelligence filtering features come into play. Owing to this feature of artificial intelligence, the institution eliminates most candidates, and in this case, it prevents the loss of time and cost for other steps.

The interviews and exams conducted before contacting the HR unit and creating any workload for this unit display another effect of artificial intelligence on this process. Mya chatbots can be given as an example of this. This chatbot, created by Mya systems, an enterprise and innovation company, conducts an online interview with candidates applying for a job, and when this interview ends, it scores the candidate in the Mya application system and uploads this report to the system. As a result of this report uploaded, if the candidate has been able to impress Mya, Mya ensures that this candidate meets with the human resources recruitment unit to initiate the other steps of the process. Moreover, it ensures that the necessary information is transferred to the employee candidate during the recruitment steps. Mya, one of the most used software by human resources units of medium- and large-scale institutions, provides 70% time savings to the institution during the recruitment process (Medium, 2018).

3.2.2. In the Educational Process uring the Recruitment Period

Orientation training is extremely important for the hired employee to adapt to the workplace and adopt the corporate culture and policy. The impact of artificial intelligence in this area is observed with virtual assistants. Virtual assistants can provide consultancy to employees during the orientation process and analyze the results of tests measuring the effectiveness of the training received by employees during the orientation program using various analysis techniques. As a result of these analyses, the strengths or weaknesses in the employee's performance can be determined and presented to the human resources unit in the form of a report. Virtual assistants conduct the activity analysis of the training received by the newly recruited employee in the orientation program. Virtual assistants perform these analyses by asking questions about the training received, the educator in this training, the educational environment, and the used materials to the employee. Thus, the satisfaction survey about the training carried out by the human resources unit after each training organization is performed automatically. Thus, a more systematic data analysis is performed, unnecessary costs are reduced, and time losses are also reduced in the training process. In this case, the personnel working in the human resources unit can allocate more time to employees' issues, such as remuneration, family

problems, social activities, communication, talent management, etc., and, thus, the bond of belonging and loyalty of the employee to the institution will increase.

3.2.3. Employee Commitment

Many IT companies check all e-mail correspondence and internal communication portal correspondence of its employees before a certain date, examine the sentences established by its employees and words and emojis used, warn the human resources unit about employee commitment, make suggestions specific to the relevant person to increase his/her commitment and can present a report.

4. Conclusions and Recommendations

With the development of technology, every product or service in the human environment undergoes change. Organizations that can keep up with the said change can survive, whereas others lose their market shares one by one. It is a fact that must be known that organizations that want to survive should also include their employees as well as customers, products, and services in their list of importance. A correctly positioned and structured human resources unit can select and train the best employee who can be beneficial to the organization. However, the opposite situation can lead the organization to a disaster.

The present study investigated the effects of Industry 4.0 and artificial intelligence technologies on HRM. Considering the literature review, it was found that Industry 4.0 provides positive effects such as time and cost savings, unbiased evaluation, reduction of workload, increased productivity, analyzing and collecting data in organizations' functions of human resources management, such as selection and placement, orientation and integration, wage management, performance management, career management, training and development management. Industry 4.0 and artificial intelligence technologies have taken their place among the most important tools that can help integrate artificial intelligence into human resources activities in an organization and find suitable employee candidates, especially when we consider the increasing human population. Hence, it was revealed that manual processes of most organizations were transformed into chatbots, machine learning, deep learning, robot, automation, expert systems, and autonomous systems and this transformation was slow and new and would become increasingly popular and develop further. On the other hand, the systematic literature review stressed that the need for human capital would decrease and new business areas would emerge. Additionally, the fact that organizational culture and employees find the use of

Industry 4.0 and artificial intelligence technologies complex and their prejudiced approach to using these technologies were evaluated as a negative effect. It is thought that this information acquired by reviewing 45 current articles will contribute to the literature.

Although the known effects of Industry 4.0 and artificial intelligence on people and processes are limited at the present moment, it is clearly foreseen that this technology will become widespread and accelerate in the future. In this regard, it is thought that it will lead to a great change, transformation, and development in the information, information management, information processing system, and information technology to be used in the field of human resources management, and the importance of the e-HRM concept will increase and become widespread. It can be argued that these technologies, whose boundaries we still cannot solve, may form the basis of the concept of unmanned human resources in the future.

Authors Contribution

Both authors contributed equally to the study

Conflict of Interest Statement

There is no conflict of interest between the authors.

Research and Publication Ethics Statement

Research and publication ethics were complied with in this study.

Acknowledge

The authors would like to acknowledge the Nursan Kablo Donanımları A.Ş. involved in this research for the collaboration and support.

References

- Akça, C. (2023). Yetenek yönetiminde yapay zekâ uygulamaları, Ahi Evran Akademi, 4(1), 49-63.
- Aksu, S. G., & Sürgevil, O. (2019). Competencies of the digital age: A view from the framework of employees, human resources specialists and managers. *Journal of Business in The Digital Age*, 2(2), 54-68.
- Alkan, M. A. (2019). Makine öğrenimi nedir? <https://www.endustri40.com/makine-ogrenimi-nedir/> (Date of Access: 20.07.2022)
- Anayat, S. (2023). Human resources management after Industry 4.0: blending AI and HRM. In *strategic human resource management in the hospitality industry: a digitalized economic paradigm*. Hershey, PA: IGI Global.

- Arda E. & Küçükkocaoğlu, G. (2021). Stock price predictions using artificial intelligence methods. *Journal of Research in Economics, Politics & Finance*, (6)2, pp.565-586.
- Batur, C. & Diri, B. (2018). Identifying predictive genes for sequence classification using artificial immune recognition system. *Int. J. Sci. Technol.* 8(4), pp. 58–66.
- Batur Dinler, Ö. & Aydın, N. (2020). An optimal feature parameter set based on gated recurrent unit recurrent neural networks for speech segment detection. *Appl Sci.* 10(4),1273,1-23.
- Batur Dinler, Ö. & Batur Şahin, C. (2021). Prediction of phishing web sites with deep learning using WEKA environment. *European Journal of Science and Technology.* (24)24. pp.35-41.
- Batur Şahin, C. (2021). Deep –Immune-Network model for vulnerable clone detection. *Manchester Journal of Artificial Intelligence & Applied Sciences.* Springer, (2)2, pp. 213-218.
- Bayarçelik, E. B. (2020). Dijital dönüşümün insan kaynakları yönetimi üzerine etkileri. *Dijital Dönüşüm ve Süreçler & Digital Transformation and Processes.* İstanbul Gelişim Üniversitesi Yayınları.
- Booth M. (2019). The next industrial revolution is upon us. Daresay. Retrieved from : <https://daresay.co/2019/08/29/daresay-designing-for-industry-4-0/>
- Calfee, R. C., and Valencia, R. R. (1991). *APA guide to preparing manuscripts for journal publication.* Washington, DC: American Psychological Association.
- Cerebro, (2018). Yapay zeka dokunuşu ile insan kaynakları. *Industry leading artificial intelligence and machine learning blog.* Retrieved from: <https://medium.com/@cerebro.tech/yapay-zeka-dokunu%C5%9Fu-ile-i%C8%7Fnsan-kaynaklar-%C4%B1-152eebdc23a9>
- Chowdhury, S., Budhwar, P., Dey, P. K., Joel-Edgar, S., & Abadie, A. (2022). AI-employee collaboration and business performance: integrating knowledge-based view, socio-technical systems and organisational socialisation framework. *Journal of Business Research*, 144, 31-49.
- Çiftçioğlu, B. A., Mutlu, M., & Katircioğlu, S. (2019). The relationship between Industry 4.0 and human resource management. *Social Sciences Research Journal Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi (BANÜSAD)*, 2(1), 31-53.
- Çiçek, Y., Uludağ, A. & Gülbandır, E. (2022). Şeker pancarı üretiminde kullanılan yapay zekâ teknikleri. *Journal of ESTUDAM Information.* (3)2, pp. 54-59.
- Dikel, S. & Öz, M. (2022). Artificial intelligence (AI) application in aquaculture. *ISPEC 10th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development.*
- Duncan, G. J., and Brooks-Gunn, J. (Eds.). (1997). *Consequences of growing up poor.* New York, NY: Russell Sage Foundation.
- Eker, E., Kayri, M., Ekinci, S., and İzci, D. (2021). A new fusion of ASO with SA algorithm and its applications to MLP training and DC motor speed control. *Arab J Sci Eng* 46, 3889–3911 <https://doi.org/10.1007/s13369-020-05228-5>
- Ertaş, A. (2023). *Dijital insan kaynakları yönetimi.* İstanbul, Efe Akademik Yayıncılık.
- Gardner, M. W. and Dorling, S. R. (1998). Artificial neural networks (the multilayer perceptron) a review of applications in the atmospheric sciences. *Atmospheric Environment*, 32 (14), 2627–2636. doi:10.1016/S1352-2310(97)00447-0.
- Gong, Y., Zhao M., Wang Q., & Lv Z. (2022). Design and interactive performance of human resource management system based on artificial intelligence. *PLoS ONE* 17(1): e0262398. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262398>
- Helfer, M. E., Kempe, R. S., and Krugman, R. D. (1997). *The battered child* (5th ed.). Chicago, IL: University of Chicago Press.
- İbrahimağaoğlu, Ö. (2023). Elektronik insan kaynakları yönetimi ile ilgili bir yazın taraması. *Balkan & Near Eastern Journal of Social Sciences (BNEJSS)*, 9(2), 82-91.
- James, W. (1890). *The principles of psychology.* New York: Henry Holt and Company the Principles of Psychology.
- Jarrahi, M. H. (2018). Artificial intelligence and the future of work: Human-AI symbiosis in organizational decision making, *Business Horizons*, 61(4), 577-586.
- Jawad, W. K. (2020). Design and implementation of e-human resource management system for IT Ccompany. *Int J Found Comput S*, 3(1), 1-6.
- Karaboğa, T., & Karaboğa, H.A. (2022). İnsan kaynakları yönetiminde dijitalleşme: Bibliyometrik bir inceleme. *Turkish Studies-Economy*, 17(2), 343-364.

- Kılıç Kırılmaz, S. & Ateş, Ç. (2021). İşe alımlarda yapay zekâ kullanımı: kavramsal bir değerlendirme. *Journal of Business and Trade*, 2 (1), 37-48.
- Korkmaz, Y. & Boyacı, A. (2022). A comprehensive Turkish accent/dialect recognition system using acoustic perceptual formants. *Applied Acoustics* 193,108761.
- Kulkarni, Swatee B. and Che, X. (2019). Intelligent software tools for recruiting. *Journal of International Technology and Information Management*, 28 (2), Article 1. DOI: <https://doi.org/10.58729/1941-6679.1398>.
- Kumari, P. Barani and Hemalatha, A. (2021). Perception towards artificial intelligence in human resources management practices - with reference to IT companies in chennai. *IJRTE*,8(4S3), 61-65.
- Lauriola, I., Lavelli, A. & Aioli, F. (2022). An introduction to deep learning in natural language processing: Models, techniques, and tools. *Neurocomputing*. (470). pp. 443-456.
- Medium, (2018). Yapay zeka dokunuşu ile insan kaynakları”, <https://medium.com/@cerebro.tech/yapay-zeka-dokunu%C5%9Fu-ile-i%CC%87nsan-kaynaklar-%C4%B1-152eebdc23a9> (Date of Access: 22.01.2022).
- Ming, L. (2022). A deep learning-based framework for human resource recommendation. *Hindawi, Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022(1), pp. 1-12 Doi:10.1155/2022/2377143
- Murugesan, U., Subramanian, P., Srivastava, S. and Dwivedi, A. (2023) . A study of artificial intelligence impacts on human resource digitalization in Industry 4.0. *Decision Analytics Journal*, 7: 100249. ISSN 2772-6622.
- Nawaz, N. (2020). Exploring artificial intelligence applications in human resource management. *Journal of Management Information and Decision Sciences*, 23(5), 552-563.
- Necula, S. C., & Strîmbei, C. (2019). People analytics of semantic web human resource résumés for sustainable talent acquisition. *Sustainability*, 11(13), 3520.
- Ning, J. (2022). Natural language processing technology used in artificial intelligence scene of law for human behavior. *Hindawi, Wireless Communications and Mobile Computing*, pp. 1-8. Doi: 10.1155/2022/6606588.
- Ogoo Blog, (2017). Tofaş mobil intranetle iç iletişimde dijital dönüşüm, <http://blog.ogoodigital.com/tofas-mobil-intranetle-ic-iletisimde-dijital-donusum/> (Date of Access: 15.11.2021).
- O'Neil, J. M., and Egan, J. (1992). Men's and women's gender role journeys: A metaphor for healing, transition, and transformation. In B. R. Wainrib (Ed.), *Gender issues across the life cycle* (pp. 107-123). New York, NY: Springer.
- Oruçoğlu, O. (2022). Endüstri 4.0'ın insan kaynakları yönetimi fonksiyonlarından işe alım'a etkileri. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 13(1), 57-84.
- Onik, M. M. H., Miraz, M. H., & Kim, C. S. (2018, April). A recruitment and human resource management technique using Blockchain technology for Industry 4.0. In *Proceedings of the Smart Cities Symposium (SCS-2018)*, Manama, Bahrain (pp. 11-16). IET.
- Öğüt, A., Akgemci, T. & Demirsel, M. T. (2004). Stratejik insan kaynakları yönetimi bağlamında örgütlerde işgören motivasyonu süreci. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (12), 277-290.
- Özçelik, A. O., Sadullah, Ö., & Uyargil, C. (2021). İnsan kaynakları yönetimi (İ.Ü.). İstanbul, Beta Yayınevi.
- Pal, R., Shaikh, S., Satpute, S., & Bhagwat, S. (2022). Resume classification using various machine learning algorithms. In *ITM Web of Conferences*, 44: 03011, EDP Sciences.
- Palos-Sánchez, P. R., Baena-Luna, P., Badicu, A., & Infante-Moro, J. C. (2022). Artificial intelligence and human resources management: A bibliometric analysis. *Applied Artificial Intelligence*, 36(1), 2145631.
- Pan, Y., Froese, F., Liu, N., Hu, Y., & Ye, M. (2022). The adoption of artificial intelligence in employee recruitment: The influence of contextual factors. *The International Journal of Human Resource Management*, 33(6), 1125-1147.
- Parsehyan, B. G. (2020). Digital transformation in human resources management: HR 4.0. *Turkish Studies-Information Technologies and Applied Sciences*, 15(2), 211-224.
- Pereira, V., Hadjielias, E., Christofi, M., & Vrontis, D. (2023). A systematic literature review on the impact of artificial intelligence on workplace outcomes: A multi-process perspective. *Human Resource Management Review*, 33(1), 100857.

- Plath, S. (2000). The unabridged journals. K. V. Kukil (Ed.). New York, NY: Anchor. Laplace, P. S. (1951). A philosophical essay on probabilities. (F. W. Truscott and F. L. Emory, Trans.). New York, NY: Dover. (Original work published 1814).
- Rahman, M. M., Mollik, M. F., Hasan, M., & Akter, M. (2022, December). Blockchain in human resource management to hire the right candidate. In 2022 4th International Conference on Sustainable Technologies for Industry 4.0 (STI).
- Rykun, E. (2019). Artificial intelligence in HR management—what can we expect? The Boss Magazine. <https://thebossmagazine.com/ai-hr-management/> [Google Scholar].
- Qamar, Y., Agrawal, R. K., Samad, T. A., & Jabbour, C. J. C. (2021). When technology meets people: the interplay of artificial intelligence and human resource management. *Journal of Enterprise Information Management*, 34(5), 1339-1370.
- Qin, C., Zhu, H., Xu, T., Zhu, C., Ma, C., Chen, E., & Xiong, H. (2020). An enhanced neural network approach to person-job fit in talent recruitment. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, 38(2), 1-33.
- Samarasinghe, K. R., & Medis, A. (2020). Artificial intelligence based strategic human resource management (AISHRM) for industry 4.0. *Global Journal of Management and Business Research*, 20(2), 7-13.
- Saridakis, G., Lai, Y., & Cooper, C. L. (2017). Exploring the relationship between HRM and firm performance: A meta-analysis of longitudinal studies. *Human Resource Management Review*, 27(1), 87-96.
- Seyidzadə, J. (2023). Dijital dönüşümün insan kaynakları yönetiminde rolü: İşletmelerde dijital İKY uygulamaları üzerine bir Araştırma. *Turan-Sam*, 15 (Sp. Issue), 170-179.
- Soleimani, M., Intezari, A., & Taskin, N. (2021, April). Cognitive biases in developing biased artificial intelligence recruitment system. *Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences*, Hawaii, USA.
- Suseno, Y., Chang, C., Hudik, M., & Fang, E. S. (2022). Beliefs, anxiety and change readiness for artificial intelligence adoption among human resource managers: the moderating role of high-performance work systems. *The International Journal of human resource management*, 33(6), 1209-1236.
- Şekeroğlu, S. ve Özer, K. (2019). The effect of technology and artificial intelligence in human resources management. In book: *Dijital dönüşüm ve kooperatifler*, Chapter:17, 185-192.
- Şendoğdu, A. A. (2020). The inevitability of new expansions in human resource management in the context of robotic resource management in the Industry 4.0 revolution. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(1), 141-161.
- Şengüler, H. & İnel, M. N. (2021) An empirical study based on artificial intelligence for determining brand value based on financial data. *Sosyoekonomi*, (30)53, 395-424.
- Tambe, P., Cappelli, P., & Yakubovich, V. (2019). Artificial intelligence in human resources management: Challenges and a path forward. *California Management Review*, 61(4), 15-42.
- Tewari, I. & Pant, M. (2020, December). Artificial intelligence reshaping human resource management: a review. *IEEE International Conference on Advent Trends in Multidisciplinary Research and Innovation (ICATMRI)*, 1-4.
- Tiwari, P., Pandey, R., Garg, V., & Singhal, A. (2021, January). Application of artificial intelligence in human resource management practices. 2021 11th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence). Noida, India.
- Thite, M. (2018). Future directions in electronic /dijital HRM, in: *e-HRM (1st ed.)*. Taylor and Francis. Retrieved from: <https://www.perlego.com/book/2193324/ehrm-digital-approaches-directions-applications-pdf>.
- Toprak, M., Dođukan, Ö., & Çalışkan, S. (2022). Yapay zekâ kullanımı ve insan kaynakları yönetimi. *Uluslararası Eşitlik Politikası Dergisi*, 2(2), 76-103.
- Tripathi, R. T. and Singh, P. K. (2017, March). A study on innovative practices in digital human resource management. *National Seminar On Digital Transformation Of Business In India: Opportunities And Challenges*, Dehradun, Ims Unison University Publisher, Uttarakhand.
- Uğur, A. & Güner, A. (2017). *Sakarya üniversitesi çalışma ekonomisi ve endüstri ilişkileri seçme yazılar*, 1. Sakarya, Sakarya Yayıncılık.
- Uğurlu, H. Ü. A., & Doğan, A. (2023). İnsan kaynakları yönetiminde dijital dönüşüm ve dijitalleşen işe alım işlevi. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(45), 1-16.
- Ullah, A., Şahin, C. B., Dinler, Ö. B., Khan, M. H., & Aznaoui, H. (2021). Heart disease prediction using various machines learning approach. *J Cardiovasc. Dis. Res.*, 12(3), 379-391.

- Wiener, P. P. (1973/1974). Dictionary of the history of ideas: studies of selected pivotal ideas. New York, NY: Scribner's.
- Wei, G., & Jin, Y. (2021). Human resource management model based on three-layer BP neural network and machine learning. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(2), 2289-2300.
- Van Noordt, C., & Misuraca, G. (2022). Artificial intelligence for the public sector: results of landscaping the use of AI in government across the European Union. *Government Information Quarterly*, 39(3), 101714.
- Vorontis, D., Christofi, M., Pereira, V., & Tarba, S. (2021). Artificial intelligence, robotics, advanced technologies and human resource management: a systematic review. *The International Journal of Human Resource Management* 33(3), 1-30, Doi:10.1080/09585192.2020.1871398.
- Yawalkar, V.V. (2019). A Study of artificial intelligence and its role in human resource management. *International Journal of Research and Analytical Reviews(IJRAR)*, (6)2, pp.20-24.
- Yılmaz, C., & Yılmaz, T. (2023). Endüstri 4.0'ın insan kaynakları yönetimine etkisi: İKY 4.0. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 12(32), 11-28.
- Zhu H, and Usman, M. (2021). Research on human resource recommendation algorithm based on machine learning. *Sci. Program*, 2021 (2021). doi: <https://doi.org/10.1155/2021/8387277>



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi

ISSN: 2667-8764 , 5(2), 167-197, 2023

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>




Araştırma Makalesi / *Reserch Article*

Doi: [10.47898/ijeased.1308461](https://doi.org/10.47898/ijeased.1308461)

Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da Bulunan Mimar Sinan Camilerinde Korumaya Yönelik Bir İnceleme

Tuba Nur OLGUN^{1*}

¹ Fırat Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Elazığ, 23200, Türkiye.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : mailto:tnbaz@firat.edu.tr  https://orcid.org/0000-0001-5654-0020 , T. N. Olğun	Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> : 01.06.2023 Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> : 21.06.2023 Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> : 20.08.2023 Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> : 15.12.2023
Alıntı / <i>Cite</i> : Olğun, T.N. (2023). Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da Bulunan Mimar Sinan Camilerinde Korumaya Yönelik Bir İnceleme, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi , 5(2), 167-197.	

Özet

Mimar Sinan eserleri, uluslararası ve ulusal yasa ve tüzüklerle korunması gerekli kültür varlıkları içinde yer alan önemli yapılardır. Bu eserler içinde cami işlevli yapılar, içinde buldukları yapı grupları ve yerleşim dokularında birer odak konumunda olan simgesel nitelikli eserler olarak öne çıkmaktadır. Günümüzde Türkiye sınırları içinde özellikle İstanbul, Edirne ve Bursa'da yoğunlaşan bu yapılardan Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde de bulunmaktadır. Ancak bu bölgelerdeki Mimar Sinan camileri, özellikle Osmanlı Devleti'ne başkentlik yapan kentlerdeki eserlere nazaran koruma bağlamında daha kısıtlı bir literatüre sahiptir. Bu durum söz konusu yapıların doğru şekilde korunması ve geleceğe aktarılması bakımından önemli bir eksiklik oluşturmaktadır. Ayrıca incelen Mimar Sinan camilerinin tamamının birlikte ele alındığı, korumaya yönelik çalışma sayısı da oldukça azdır. Bu bağlamda çalışmanın amacı, söz konusu bölgelerde yer alan Mimar Sinan eseri camileri koruma açısından incelemek ve buradan hareketle gelecek nesillere bütüncül ve sürdürülebilir bir koruma anlayışı ile aktarılmasını sağlamaktır. Bu kapsamda Mimar Sinan'ın Erzurum, Van ve Diyarbakır illerindeki altı camisi ele alınmıştır. Çalışma yöntemi yapılarla ilgili literatür araştırmaları ve yerinde gözlemlerle birlikte koruma bakımından belirlenen çevresel ve fiziksel parametrelerin her yapı için değerlendirilmesi ve bunların sonucunda elde edilen verilerden oluşmaktadır. Sonuç olarak sunulan önerilerle Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerindeki Mimar Sinan eserlerinin koruma sorunlarına çözüm getirebilmek ve bu değerli yapıların önemine dikkat çekmek hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mimar Sinan, Koruma, Erzurum, Van, Diyarbakır.

A Conservation Study of Architect Sinan's Mosques in Eastern and Southeastern Anatolia

Abstract

Architect Sinan's works are important structures that are among the cultural assets that need to be protected by international and national laws and regulations. Among these works, structures with a mosque function stand out as symbolic structures that are a focal point in the building groups and settlement patterns in which they are located. Today, these structures, which are concentrated in Istanbul, Edirne and Bursa within the borders of Turkey, are also found in the Eastern and Southeastern Anatolian Regions. However, Architect Sinan's mosques in these regions have a more limited literature in terms of protection, especially compared to the works in the cities that were the capital of the Ottoman Empire. This situation constitutes an important deficiency in terms of the correct protection of these structures and their transfer to the future. In addition, the number of studies in which all of the Architect Sinan's mosques in the mentioned regions are considered together in terms of protection is very low. In this context, the aim of the study is to examine the mosques of Architect Sinan in terms of conservation and to ensure that they are transferred to future generations with a holistic and sustainable understanding of conservation. Within this scope, six mosques of Architect Sinan located in the provinces of Erzurum, Van and Diyarbakır have been examined. The working method consists of the evaluation of the environmental and physical parameters determined in terms of conservation for each building and the data obtained as a result of these, together with literature research on the buildings and on-site observations. As a result, with the suggestions presented, it is aimed to bring solutions to the conservation problems of the works of Mimar Sinan in the Eastern and Southeastern Anatolia Regions and to draw attention to the importance of these valuable structures.

Keywords: *Architect Sinan, Conservation, Erzurum, Van, Diyarbakır.*

1. Giriş

Osmanlı mimarisinin gelişiminde büyük katkıları olan ve dünyanın pek çok yerinde eserleri bulunan Mimar Sinan, yaşamı boyunca farklı pek çok işleve sahip yapılar üretmiştir. Bunlardan büyük bir kısmı İstanbul'da yer alırken, Anadolu kentlerinde de çok sayıda eserinin bulunduğu ve günümüze ulaştığı bilinmektedir (Kuran, 1986:2). Bununla birlikte Mimar Sinan'ın günümüze ulaşamayan çok sayıda eseri hakkındaki bilgilere de çeşitli kaynaklarda rastlanmaktadır (Kuran, 1986:2; Sönmez, 1988:12; Aslanapa, 1992:5).

Mimar Sinan eserleri, günümüzde korunması gerekli bakımından oldukça değerli ve gelecek nesillere aktarılması büyük önem taşıyan yapılardır. Koruma bağlamında önemli parametreleri içeren Venedik Tüzüğü'nün birinci maddesinde yer alan; "Tarihi anıt kavramı sadece bir mimari eseri içine almaz, bunun yanında belli bir uygarlığın, önemli bir gelişmenin, tarihi bir olayın tanıklığını yapan kentsel ya da kırsal bir yerleşmeyi de kapsar. Bu kavram yalnız büyük sanat eserlerini değil, ayrıca zamanla kültürel anlam kazanmış daha basit eserleri de kapsar" şeklindeki ifadeler, Mimar Sinan yapılarının birçoğu için uygun bir tanımlamadır (ICOMOSTR, 2023a). ICOMOS Türkiye Mimari Mirası Koruma Bildirgesi'nde koruma değerleri olarak ifade edilen özgünlük, bütünlük, tarihsel değer, belgesel değer, estetik ve sanatsal değer, teknik ve teknolojik

değer, enderlik-teklik değeri, grup değeri, kullanım değeri ile folklorik değerler de Mimar Sinan eserlerinde yoğun olarak görülebilmektedir (ICOMOSTR, 2023b). Ayrıca Osmanlı Dönemi mimari anlayışının gelişimi bakımından da korumaya değer yapılar oldukları belirtilebilir. Bununla birlikte Türkiye'de mimari mirasın korunmasına yönelik kararları içeren 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu'nun 6. maddesinin a bendinde, bir eserin korumaya değer olabilmesi için; "Korunması gerekli tabiat varlıkları ile 19. yüzyıl sonuna kadar yapılmış taşınmazlar" şartlarını sağlaması gerektiği belirtilmiştir (T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, 2023). Buna göre Mimar Sinan eserlerinin tamamı, 2863 sayılı yasa ile korumaya değer özelliktedir.

Mimar Sinan eserlerini korumaya değer kılan; ilgili yasa ve tüzük maddeleri hariç, pek çok özellikten söz edilebilir. Bunlardan bazıları tarihi belge niteliği taşımaları, eskilik değerleri ve sahip oldukları estetik özellikler olarak sıralanabilir (Ahunbay, 2016:10). Ayrıca mimari değer, kullanılabilirlik özelliği, içinde bulunduğu yerleşime katkı, teknik değer ve özgünlük bakımından da önemli nitelikleri olan bu eserlerin korunması büyük önem taşımaktadır (Yetkin ve Koç, 2022:2). Ancak Mimar Sinan eserlerine dair koruma bağlamında yapılan çalışmalar incelendiğinde, çoğunlukla İstanbul ve çevresinde bulunan yapılarla ilgili incelemelerin ağırlıklı olduğu; özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da konumlanan Mimar Sinan eserlerine yönelik literatürün diğer yapılara göre daha kısıtlı olduğundan söz etmek mümkündür.

Çalışmanın amacı, birçok yönden korumaya değer özellikler taşıyan Mimar Sinan eserlerinden Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da bulunanların mevcut durumlarını incelemek, koruma durumlarını tespit etmek ve sorunlarına yönelik önerilerle gelecek nesillere aktarılmasına katkı sağlamaktır. Ayrıca söz konusu bölgelerdeki bu eserlerin güncel durumlarına dikkat çekerek genel nitelikleriyle ve bir arada değerlendirilmelerini sağlayacak bir çalışma ortaya koymak hedeflenmiştir. Bu kapsamda ilgili bölgelerde Erzurum, Diyarbakır ve Van illerinde konumlandığı bilinen Mimar Sinan eserlerinin genel nitelikleri ortaya koyulmuş ve günümüzdeki korunma durumları çok yönlü olarak ele alınmıştır. Buradan hareketle, birbirine yakın coğrafyalardaki bu yapıların mevcut özelliklerine dair kaynaklar da irdelenerek incelenen yapıların korunma durumları hem genel olarak, hem de yapı özelinde tespit edilmiştir. Yapıların bütüncül ve sürdürülebilir şekilde korunmalarına yönelik öneriler de ilgili literatür göz önünde bulundurularak sıralanmıştır. Çalışma yöntemini, konuyla alakalı araştırmaların taranması ve yerinde gözlemlerin ardından incelenen yapılarda, aşağıdaki parametreler doğrultusunda koruma durumunun belirlenmesi oluşturmaktadır. Bu parametreler, çeşitli kaynaklarda Mimar Sinan eserlerinin öne çıkan değerleri

incelenerek oluşturulmuştur. Bu bağlamda koruma bakımından genel bir bakış açısı ve irdeleme imkânı sağlamaları hedeflenmektedir.

- Malzeme ve yapım sistemindeki değişimler,
- Açık ve kapalı mekân organizasyonundaki değişimler,
- Süsleme ve bezemelerdeki değişimler (Aslanapa, 1988: 8, 9; Erzen, 2005: 27, 80;

Ergüvenç, 2020: 121; Erder, 2022: 17).

Yukarıda ifade edilen kriterlerle incelenen yapıların korunma durumları belirlenmiş ve sorunlarına yönelik olarak, ilkesel bağlamda öneriler sunulmuştur. Böylece yapılar hem tarihi belge niteliği, eskilik, teknik ve estetik değeri yönünden hem de mimari değer, kullanılabilirlik özelliği, özgünlük ve içinde buldukları yerleşime katkı bakımından ele alınmıştır. Bu yapıların günümüzdeki durumunun belgelenmesiyle gelecek nesillere doğru bir şekilde aktarılmasının sağlanması da hedeflenmiştir. Sonuç olarak yapılan çalışmanın, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da yer alan Mimar Sinan eserlerine koruma bağlamında bütüncül bir bakış sağlayacağı ve başta bu eserler olmak üzere, Mimar Sinan'ın ürettiği tüm yapıların korunmasının önemine dikkati çekeceği düşünülmektedir.

2. Mimar Sinan ve Eserleri

Mimar Sinan, tam ismiyle Sinan ibni Abdülmennan, Osmanlı İmparatorluğu'nun Kanuni Sultan Süleyman yönetimi döneminde on dokuz yıl asker olarak Osmanlı ordusunda çalışmış ve başarılı bir askerlik hayatından sonraki uzun mimarlık döneminde, çok sayıda eser vererek dünya mimarlık tarihine adını büyük harflerle yazdırmış bir yapı ve sanat dehasıdır (Kuran, 1973:536).

Mimar Sinan, 1533 yılında yeniçeri olarak çıktığı İran Seferi'nde, Van Gölü'nü geçmek üzere kısa bir süre içinde üç kadirge tasarlamış ve inşa ettirmiştir. 1538 yılındaki Karaboğdan Seferi'nde ise Prut Nehri'nin geçilmesi için zorlu bir alanda köprü tasarlamış ve inşa ettirmiştir. Böylece askerlik hizmeti sırasında yapı tasarımı ve uygulamasına yönelik başarıları dikkat çekmiş; bu nedenle 17 yıl yeniçeri olarak görev yaptıktan sonra 1539 yılında sarayın ve aynı zamanda Hassa Mimarlar Ocağı'nın Başmimarı olarak görevlendirilmiştir (Mülayim, 1989:17). Hassa Mimarlar Ocağı, sarayın en önemli ve vazgeçilmez okullarından biri olarak, teorik ve pratik derslerle usta-çırak ilişkisi dâhilinde mimarlar yetiştirmiştir. 16. yüzyılda uzun yıllar boyunca ocağın yöneticisi olan Mimar Sinan'ın, bu sayede tüm teknik yapı işlerinden sorumlu olarak görev yapan fen heyetinin içinde başat rolü olmuştur (Hersek, 1990:43).

Mimar Sinan, katıldığı seferler sayesinde uzun süre boyunca araştırma ve gözlem yapma imkânı bulmuştur. Kendisinden önceki çeşitli kültürlerle ilişkin mimari eserleri izlemiş ancak hiçbir kopyaya ve taklitle başvurmadan gözlemlerini sentezlemeyi, kendi üslubunu ortaya koymayı başarmıştır (Benian, 2011:42). Osmanlı kültürünün en uluslararası niteliğe sahip üretimi olan Osmanlı mimarisinde dönüm noktası niteliğinde eserler veren Mimar Sinan, farklı işlevlerde-boyutlarda yapılar tasarlamış ve her yapısına, diğer yapılarına göre farklı bir özellik kazandırmaya çalışarak çeşitli yenilikler getirmeyi hedeflemiştir (Günay, 2010:22; Kuban, 2021:12). Bu amaçla ortaya koyduğu yapılara dair çeşitli kaynaklar bulunmaktadır. Bunlardan Adsız Risale, Topkapı Sarayı Arşivi'ndedir ve Mimar Sinan tarafından yazılmış olup on bir bölümden oluşmaktadır. İçinde Mimar Sinan'ın kısa bir özgeçmişi ve fihrist bulunmaktadır. Risalet'ül Mi'mariye adlı eser de Topkapı Sarayı Arşivi'nde bulunmakta ve içinde Mimar Sinan'ın daha detaylı bir biyografisi ile tasarladığı ve uygulanan çeşitli yapılarına dair bilgiler yer almaktadır. Arşivdeki bir diğer eser olan Tuhfet'ul Mi'marin'de kısa bir bilgi ve mimarlıkla ilgili bazı bilgilerden sonra yine uygulanan yapılarına dair bilgiler yer almaktadır. Bu iki eserin de Mimar Sinan tarafından yazıldığı düşünülmektedir. Tezkiret'ül Ebniye ise Sâi Mustafa Çelebi'ye Mimar Sinan'ın tarafından 1586 yılında yazdırılmıştır. Eserin çeşitli nüshalarında, Mimar Sinan'ın yapıları hakkında verilen bilgilerde farklılıklar bulunmaktadır (Şeşen, 1988:22). Tüm bu eserler incelendiğinde, Mimar Sinan tarafından tasarlandığı anlaşılan 477 yapının varlığından söz edilebilir. Bu yapılardan büyük bir kısmı cami olmakla birlikte, çok sayıda mescid, medrese, hamam, han gibi kamusal yapının Mimar Sinan tarafından tasarlandığı ve uygulandığı ifade edilebilir (Güneş, 2014:378).

Camiler, İslam yapıları içindeki en görünür ve en önemli yapılar olarak nitelendirilebilir (Harmankaya, 2018). Bu bağlamda Mimar Sinan'ın tasarladığı camiler incelendiğinde, hem malzeme ve yapım tekniği bakımından, hem de sembolik değerler yönünden oldukça zengin ve özgün oldukları görülmektedir. Bu yapıların öncelikle Osmanlı sultanları tarafından güç sembolü olarak; bununla birlikte önemli devlet adamları vezir, beylerbeyi ve farklı meslek gruplarından insanlar tarafından yaptırıldığı bilinmektedir (Özcan, 1988:21). Bu anlamda özellikle nüfusun yoğun olduğu yerlerde ve askeri sefer güzergâhlarında Mimar Sinan tarafından tasarlanan çok sayıda camiye rastlanmaktadır. Bu camilerin yanında çoğunlukla medrese, hamam, han, imarethane ve türbe gibi yapılar da bulunmakta ve bu yapı toplulukları, külliyeleri meydana getirmektedir. Büyük çoğunluğu Osmanlı İmparatorluğu'na uzun yıllar boyunca başkentlik yapan İstanbul'da inşa edilen bu yapılar, yoğun olarak günümüzün Türkiye coğrafyası sınırları içindedir. Ancak bu yapılarla ilgili çalışmalar incelendiğinde, çoğunlukla İstanbul, Edirne ve Bursa'daki yapıların,

Osmanlı Devleti başkentlerinde de bulunmalarının etkisiyle daha fazla irdelendiği ve akademik çalışmaların da bu yerleşimlerdeki yapılar üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Bununla birlikte Mimar Sinan'ın, günümüzün Türkiye sınırları içindeki Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde bulunan cami yapıları ise oldukça az sayıda çalışmaya konu olmuştur. Bu yapıların hem tarihi ve mimari niteliklerinin incelenmesi, hem de korunarak gelecek nesillere aktarılması, en az Osmanlı Devleti başkentlerinde bulunan Mimar Sinan eserleri kadar büyük önem taşımaktadır.

3. Mimar Sinan'ın Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da Bulunan Camileri

Mimar Sinan'ın birçok araştırmacı tarafından incelenen eserlerinden içinde bulunduğu yerleşime katkı, teknik değer, özgünlük, mimari değer ve kullanılabilirlik özelliği bakımından öne çıkanlar, şüphesiz ki İstanbul'da bulunan Süleymaniye Külliyesi ve Edirne'de yer alan Selimiye Külliyesi'dir (Kuran, 1973:538; Mülayim, 1989:19; Aslanapa, 1992). Her iki külliyenin de odağını oluşturan cami yapıları, hemen hemen her yönden Mimar Sinan'ın tasarım üslubu hakkında çarpıcı birer öğreti niteliğindedir.

Mimar Sinan'ın başta Süleymaniye ve Selimiye Camileri olmak üzere eserleri incelendiğinde çizgilerin, biçimlerin ve hacimlerin belli bir kompozisyonu oluşturmak için akılcı bir şekilde bir araya geldiğini görmek mümkündür. Bu anlamda yapılarında kullandığı strüktürel elemanlar olarak kubbeler, kemerler ve ayaklar yalnızca yapısal değil; estetik değeri arttıran sanatsal öğeler olarak da değerlendirilmiştir. Bu tasarım dili İstanbul, Edirne ve Bursa gibi kentlerde inşa edilen eserlerinde olduğu gibi, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerindeki yapılarda da görülmektedir. Erzurum, Diyarbakır ve Van illerinde bulunan Mimar Sinan camileri, her yönden olduğu gibi koruma bağlamında da incelemeye değer nitelikler taşımaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri ile bu bölgelerdeki Mimar Sinan camilerinin konumları (Google Earth, 2023 yılı uydu görüntüsü yazar tarafından düzenlenmiştir).

3.1. Erzurum'da Bulunan Mimar Sinan Eseri Cami

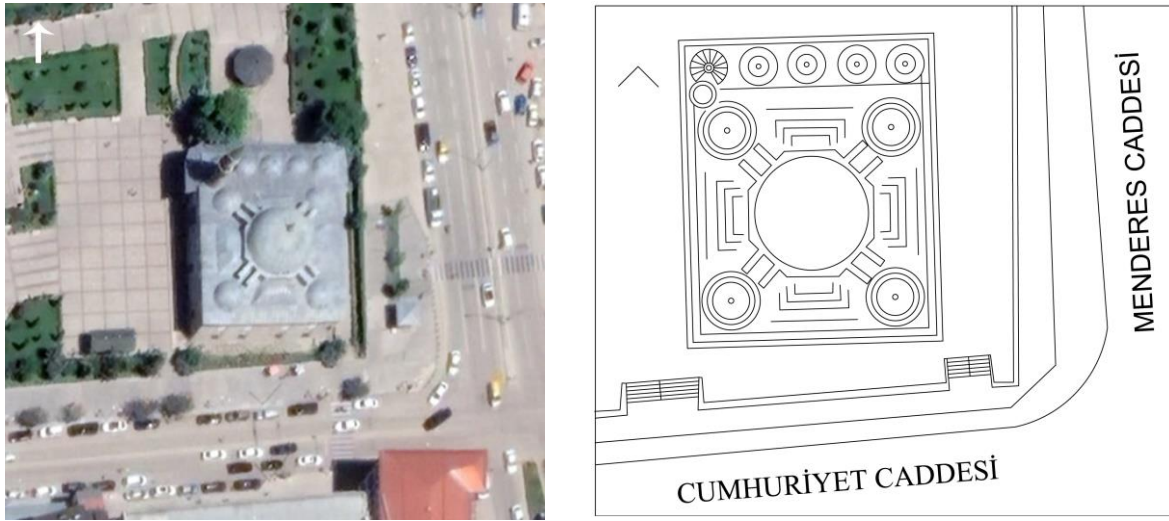
Erzurum Doğu Anadolu Bölgesi'nin en eski kentlerinden biri olarak bilinmektedir (Zaman vd., 2018:586). Önemli ticari ve askeri yolların kesiştiği bir noktada bulunması ve konumunun savunmaya elverişli olması nedeniyle, tarih boyunca dünyanın çeşitli yerlerinden Anadolu'ya açılan bir giriş kapısı özelliği göstermiştir. Bununla birlikte tarihin en eski çağlarından itibaren aktif bir göç merkezi olmuştur. Bu anlamda Doğu Anadolu Bölgesi'nde çok yönlü olarak stratejik bir konuma sahip olduğunu ifade etmek mümkündür. Kentin bu nitelikleri, Osmanlı Devleti Döneminde de dikkati çekmiştir.

Osmanlı Vilayet Salnameleri incelendiğinde, askeri ve ticari yönden büyük önem taşıyan bu Anadolu kentinde pek çok kamusal yapının bulunduğu görülmektedir (Akdağ, 2006:62). 1514 yılında Osmanlı Devleti hâkimiyetine giren Erzurum'da bu tarihten itibaren çok sayıda cami, han, hamam, çeşme, medrese, türbe, tabya ve cephanelik işlevli yapı inşa edilmiştir (Altundağ ve Erdöl, 2019). Bunlardan Ayaz Paşa Camii, Caferiye Camii, Derviş Ağa Camii gibi yapıların kent bellğindeki önemi büyüktür. Ancak Lala Mustafa Paşa külliyesi, Mimar Sinan'ın Erzurum'daki tek eseri ve kente Osmanlı döneminde inşa edilen ilk kamusal eser olarak öne çıkmaktadır (Kocaman

vd., 2019:9127). Külliye cami, saray, hamam, şadırvan, muvakkithane ve mektep yapılarından oluşmaktadır. Ancak günümüze yalnızca cami ve hamam ulaşabilmiştir (Gündoğdu vd., 2010:22). Hamamın kitabesi olmadığından, Mimar Sinan eseri olup olmadığı hakkında herhangi bir bilgi bulunmamaktadır (Köşklü ve Çınar, 2010:122). Fakat Lala Mustafa Camii, hakkında günümüze ulaşan verilerle Mimar Sinan tarafından tasarlandığı bilinen bir yapıdır (Yenişehirlioğlu ve Madran, 1989:45).

3.1.1 Lala Mustafa Paşa Camii'nin Konumu ve Tarihçesi

Lala Mustafa Paşa Cami Erzurum kent merkezinde, Cumhuriyet Caddesi üzerinde konumlanmaktadır. Batısında 14. yüzyılda inşa edilen ve İlhanlılar Dönemine ait olan Yakutiye Medresesi bulunmaktadır (Kuran, 1969:20). Güney ve doğu taraflarında ise kentin iki önemli ana aksı yer almaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Lala Mustafa Paşa Camii'nin kent içindeki konumu (a) ve vaziyet planı (b) (Kocaman vd., 2019:9127 ve Google Earth, 2023 yılı uydu görüntüsü yazar tarafından düzenlenmiştir)

Cami, 1562-1563 yıllarında Erzurum Beylerbeyi Lala Mustafa Paşa tarafından yaptırılmıştır. Yapıya dair belgeler incelendiğinde, Mimar Sinan tarafından tasarlandığı anlaşılmaktadır. Günümüzde Vakıflar Genel Müdürlüğü'nün mülkiyetinde olan yapının vakfiyesine bakıldığında ise 1694, 1721, 1836-1839, 1851, 1870, 1889, 1962 ve 1971 yıllarında onarımlar geçirdiği görülmektedir (Çobanoğlu, 2003). Son olarak 2015 yılında restore edilen yapı, 2016 yılında yeniden ibadete açılmıştır (Bozal, 2015'ten aktaran Kocaman vd., 2017:3).

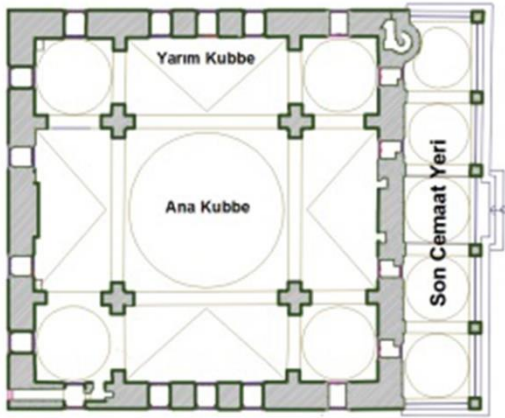
3.1.2. Lala Mustafa Paşa Camii'nin Mimari Nitelikleri

Caminin ana malzemesi taş ve yapım sistemi yığmadır. Duvarlarda Horasan harcı ile iç mekânda ve doğramalarda ahşap malzeme kullanılmıştır. Plan şeması ise Mimar Sinan'ın diğer eserlerinden olan İstanbul Şehzade Cami, Gebze Çoban Mustafa Paşa Cami ve Payas Sokullu Sarı Selim Cami gibi kare planlı ve merkezi kubbelidir (Çobanoğlu, 2003; Kocaman vd., 2019:9128). Ana kubbe, caminin orta kısmında yer alan dört adet sekizgen taş sütun üzerinde bulunmaktadır. Bu kubbeyi dört yandan yarım kubbeler ve kemerler desteklemektedir.

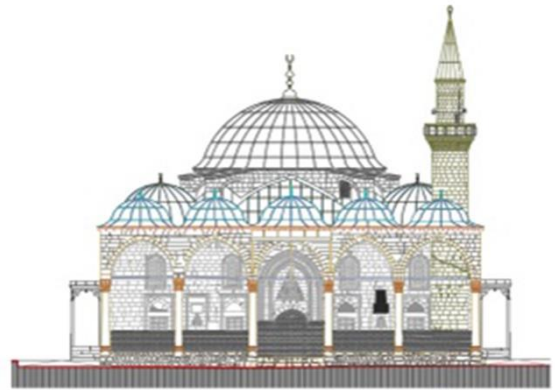
Caminin ana kubbesi 13 m çapında ve 17.45 m yüksekliğindedir. Plan şeması üzerinden boyutlarına bakıldığında son cemaat yeri hariç 26 x 26 m olduğu görülmektedir. Son cemaat yeri ise 26 x 5 m boyutlarındadır. Son cemaat yerini 6 sütun ve 5 kubbe oluşturmaktadır. Taşıyıcı ana duvarların kalınlığı yaklaşık 1,8 m'dir.

Duvarlardaki kapı ve pencere boşlukları incelendiğinde doğu ve batı yönünde 4 alt, 5 tepe penceresi görülmektedir. Kuzey ve güney yüzeylerde de aşağıda 4 alt ve 4'er de tepe penceresi bulunmaktadır. Ayrıca kuzey duvarında bir de kapı boşluğu yer almaktadır (Çobanoğlu, 2003) (Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5).

Yapının minaresi güneybatı kısmına bitişiktir. Kare kaide üzerine kurulmuş olan minare, yuvarlak gövdeli ve tek şerefelidir.

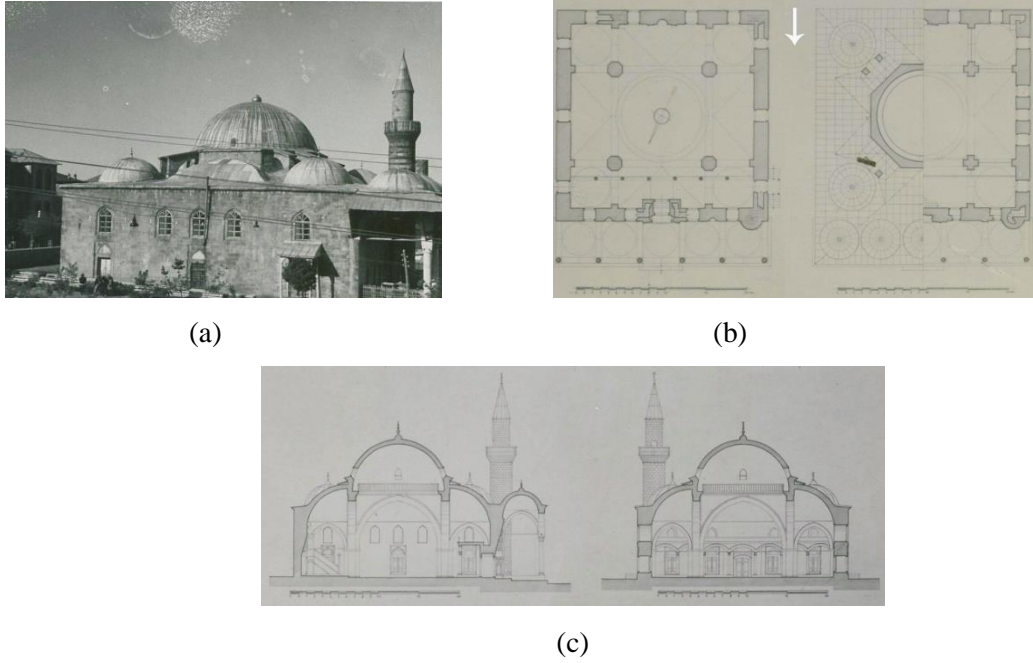


(a)

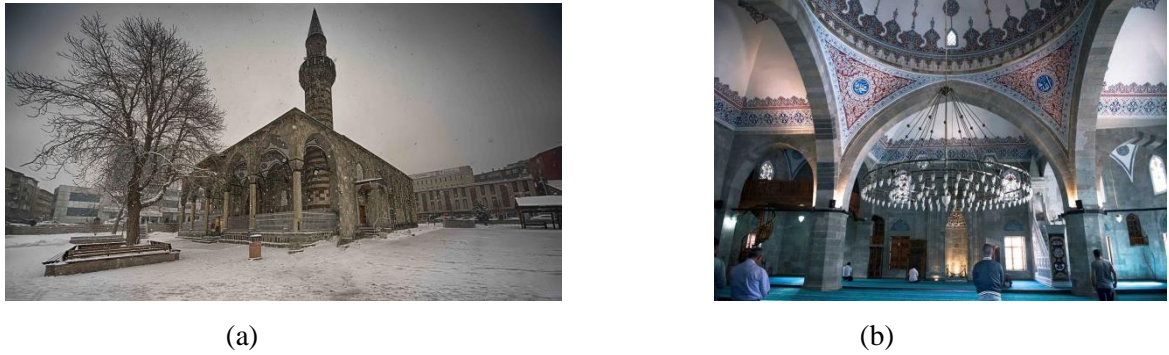


(b)

Şekil 3. Lala Mustafa Paşa Camii'nin plan şeması (a) ve kuzey cephesi (b) (Kocaman vd., 2019:9129)



Şekil 4. Lala Mustafa Paşa Camii'ne ait 1940'lı yıllardan bir fotoğraf (a), planlar (b), kesitler (c) (Ülgen, 2018)



Şekil 5. Lala Mustafa Paşa Camii'ne ait fotoğraflar, dış (a) ve iç (b) mekânlar (Sağiroğlu, 2021)

3.1.3 Lala Mustafa Paşa Camii'nin Koruma Durumu

Lala Mustafa Paşa Camii, bir külliye'nin parçası olarak inşa edilmiştir. Ancak külliye'deki diğer yapıların büyük oranda yok olması; bununla birlikte yapının yakın çevresinde modern yapıların inşa edilmesi ve kentin bu odak etrafında yeni yapılaşma ile gelişmesi, çevre verilerinin değiştiğini ve bütüncül korumanın sağlanamadığını göstermektedir.

Malzeme ve yapım sistemi koruma bağlamında incelendiğinde, yapının bu bağlamda köklü bir değişim geçirmediğini belirtmek mümkündür (Kocaman vd., 2019:9129). Ancak Erzurum'un stratejik konumu nedeniyle çok sayıda savaştan ve çatışmadan etkilenen yapıda buna bağlı olarak hem malzeme hem de yapım sistemi bağlamında kayıplar ve onarımlar gerçekleştirilmiştir (T.C.

Erzurum Valiliği, 2019). Özgün malzeme ve yapım sistemine bağlı kalınarak yapılan bu onarımlar sayesinde, yapının bu yönden belli oranda korunabildiği ifade edilebilir.

Lala Mustafa Paşa Camii'nde açık ve kapalı mekân organizasyonları incelendiğinde, köklü bir değişim olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte 1971 yılındaki onarımlar sırasında şadırvan eklenmiştir ve özgün şadırvan yapısı hakkında bilgi bulunmamaktadır (T.C. Erzurum Valiliği, 2019). Ayrıca son restorasyon çalışmalarıyla yapının harim kısmında yer alan müezzin mahfilinin kaldırıldığı bilinmektedir (Bozal, 2015'ten aktaran Kocaman vd., 2017:3). Bu durumun da iç mekân düzeninde önemli bir değişiklik meydana getirdiği ifade edilebilir. Bu bağlamda açık ve kapalı mekân organizasyonu yönünden yapının kısmen korunabildiğini ifade etmek mümkündür.

Lala Mustafa Paşa Camii'nde yer alan süsleme ve bezeme gibi öğelerde değişiklik/müdahale gerçekleştirildiğine dair herhangi bir veri bulunmamaktadır. Yapının geçmişine dair bilgilerin yer aldığı kaynaklar incelendiğinde de bu anlamda bir değişimden söz edilmediği görülmektedir. Buradan hareketle süsleme ve bezeme özellikleri bakımından korunduğuna dair güvenilir bir çıkarımda bulunmak mümkün değildir.

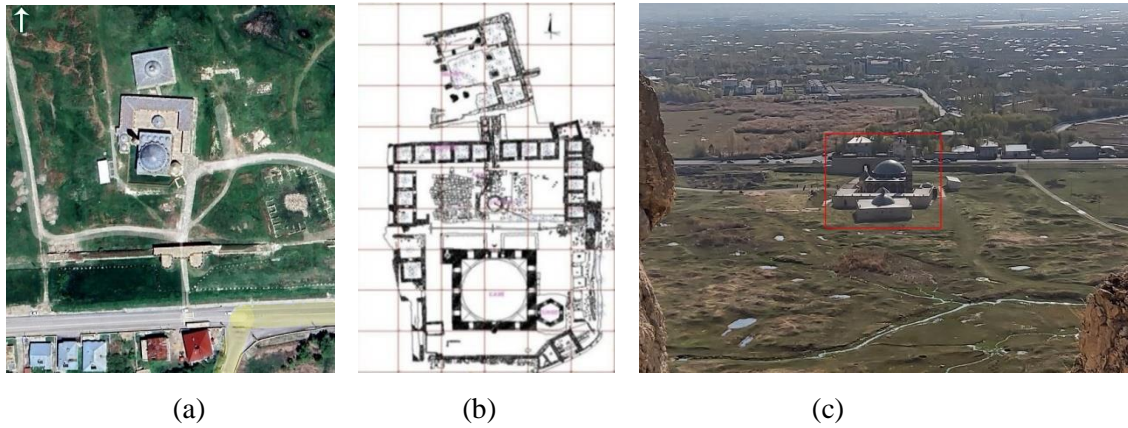
3.2. Van'da Bulunan Mimar Sinan Eseri Cami

Van, Doğu Anadolu Bölgesi'nde dünyanın en büyük kapalı havzası olan Van Gölü havzasında, engebeli bir coğrafyada yer alan ve geçmişi oldukça eskiye dayanan; stratejik konumu nedeniyle Uzakdoğu, Ortadoğu ve Kafkaslar arasında bir geçiş bölgesi olarak değerlendirilen önemli bir yerleşim alanıdır (Ağaoğlu, 2007:318; Belli, 1975:4; Uşma, 2018:72). Kent M.Ö. 9. Yüzyıl sonlarında kurulan Urartu Krallığı'nın başkenti olarak büyük gelişim göstermiştir. Ardından Pers, Roma ve Bizans etkisinde kalan yerleşim, farklı medeniyetlerin de hakimiyetinin ardından 1534'te Osmanlı Devleti yönetimine girmiştir. İran sınırında olması nedeniyle Osmanlı Devleti Van'a büyük önem vermiş ve kenti onarmıştır (Uluçam, 2000:32). Doğuya yapılan seferlerde önemli bir geçiş noktası olmasının etkisiyle Osmanlı Döneminde kentte çeşitli eserler inşa edilmiştir. Bunlardan Hüsrev Paşa külliyesi, Mimar Sinan'ın Van'daki tek eseri olarak bilinmektedir (Kuran, 1986:22; Uluçam, 2001:27; Ağaoğlu, 2007:318). Ancak bazı kaynaklarda Mimar Sinan'ın onayladığı başka bir eyalet mimarı tarafından inşa edildiği de belirtilmektedir (Eyice, 1999). Külliye cami, şadırvan, medrese, imaret, sıbyan mektebi, hazire, çeşme, kümbet, han ve çifte hamam yapılarından oluşmaktadır. Han ve çifte hamam yapı kompleksinden ayrı olarak kentin doğusunda konumlanmaktadır. Külliye ve odağındaki cami yapısı, sanat tarihi ve mimarlık

tarihi bakımından önemli niteliklere sahiptir (Sönmez, 1988:22; Ağaoglu, 2007:318; Öztürk, 2019:450; Öztürk, 2021:26).

3.2.1. Hüsrev Paşa Camii'nin Konumu ve Tarihçesi

Hüsrev Paşa Cami Eski Van Şehri'nin Orta Mahallesi'nde yer almaktadır. Tarihi Van Kalesi'nin güneyindeki bu alan, 1915 yılında Rus işgaline uğramış ve Ermeni isyancılar tarafından yakılıp ateşe verilmiştir. Bu nedenle harabe hâline gelerek terk edilmiştir (Uşma, 2018:74; Öztürk, 2021:28) (Şekil 6).



Şekil 6. Hüsrev Paşa Camii'nin konumu (a), vaziyet planı (b) ve Van Kalesi'nden görünümü (c)
(Öztürk, 2020:1240; Kişisel arşiv, 2022; Google Earth, 2023)

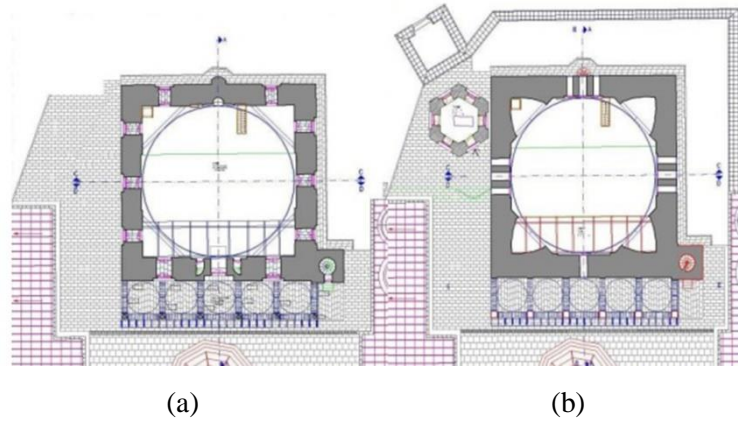
Cami, külliye'deki diğer eserlerle birlikte Kanuni Sultan Süleyman'ın vezirlerinden Van Beylerbeyi Köse Hüsrev Mehmed Paşa tarafından 1567-1568 yılları arasında yaptırılmıştır. Tuhfet'ul Mi'marin'de Mimar Sinan eseri olarak geçmektedir (Kuran, 1986:24; Sönmez, 1988:22; Öztürk, 2019:450). Hüsreviye ve Kurşunlu adlarıyla anılan cami, 17. yüzyıla tarihlenen bir gravürde Kurşunlu Camii Şerifi olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca Evliya Çelebi Seyahatnamelerinde de tüm kubbelerinin kurşunla kaplı olduğu belirtilmektedir. 1915 yılında yangın geçirerek terk edilmiş ve 1930'larda depo olarak kullanılmıştır. 1960'larda büyük oranda tahrip olmuş ve ilk onarımını 1968 yılında geçirmiştir. 1996-2000 yılları arasında yapılan kazılarla külliye'ye ait olan diğer yapıların temel kalıntıları bulunmuştur. Günümüzde Vakıflar Genel Müdürlüğü'nün mülkiyetindedir (Belli, 2009:54).

3.2.2. Hüsrev Paşa Camii'nin Mimari Nitelikleri

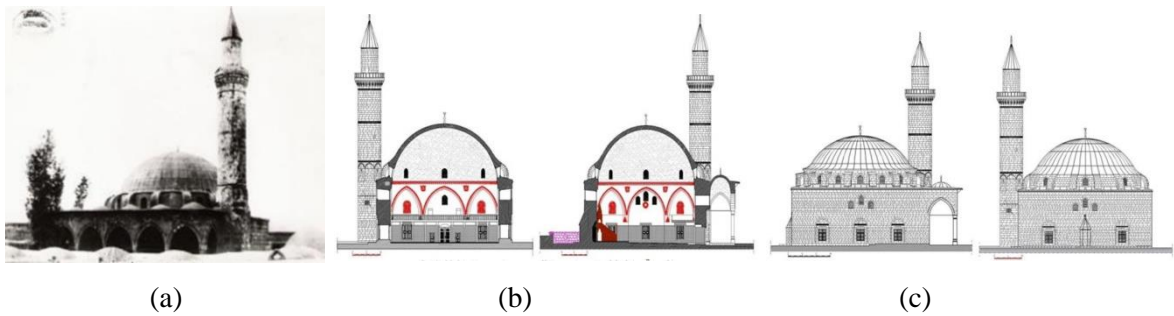
Cami taş malzemeli ve yığma yapım sistemlidir. Kubbe ve kaidede ise tuğla malzeme bulunmaktadır. Kare planlı ve merkezi kubbelidir (Öztürk, 2021:28). Ana kubbe yuvarlak kasnak üzerine oturmaktadır ve yaklaşık 16,46 m çapındadır. Plan şeması üzerinden boyutlarına bakıldığında son cemaat yeri hariç 19,3 x 19,3 m olduğu görülmektedir. Son cemaat yeri ise 19,63 x 4,02 m boyutlarındadır. Son cemaat yeri 6 sütun ve 5 kubbeden oluşturmaktadır.

Yapının taşıyıcı ana duvarların kalınlığı yaklaşık 1,8 ile 2 m arasındadır. Duvarlardaki kapı ve pencere boşlukları incelendiğinde doğu ve batı yönünde 3 alt ve 3 tepe penceresi görülmektedir. Kuzeyde 2 alt pencere, giriş kapısı ve bir de tepe penceresi yer almaktadır. Güneyde ise 2 alt ve 3 tepe penceresi bulunmaktadır (Belli, 2009:48; Öztürk, 2020:1242) (Şekil 7, Şekil 8, Şekil 9).

Yapının minaresi güneybatı kısmına bitişiktir. Kare kaide üzerine kurulmuş olan minare, yuvarlak gövdeli ve tek şerefelidir (Öztürk, 2021:28).



Şekil 7. Hüsrev Paşa Camii'nin zemin kat (a) ve kadınlar mahfili katı (b) plan şemaları (Öztürk, 2020:1242)



Şekil 8. Hüsrev Paşa Camii'nin 1950'li yıllara ait bir fotoğrafı (a) kesitleri (b) ve doğu ile güney cepheleri (c) (Öztürk, 2020:1243)



Şekil 9. Hüseyin Paşa Camii'ne ait fotoğraflar (Kişisel arşiv, 2018; Öztürk, 2020:1243)

3.2.3. Hüseyin Paşa Camii'nin Koruma Durumu

Hüseyin Paşa Camii, çeşitli işlevlere sahip yapılardan oluşan bir külliye nin odak noktasıdır. Külliye deki diğer yapılar büyük oranda yok olmuş ve kazılarla kalıntıları ortaya çıkarılmıştır. Yapının yakın çevresindeki yerleşim dokusu ise tamamen yok olmuş ve terk edilmiştir. Bu durumda yapı, özgün durumunda içinde yer aldığı ve odak bir anıt konumunda olduğu dokuyu kaybederek, yeni kurulan kent ile de entegre edilememiştir. Bu bağlamda çevre verilerinin değiştiği ve bütüncül korumanın sağlanamadığı ifade edilebilir.

Malzeme ve yapım sistemi koruma bağlamında incelendiğinde, yapı bu yönden köklü bir değişim geçirmese de işgaller ve yangınlar nedeniyle büyük hasarlar almış ve özellikle son cemaat bölümü büyük oranda yıkılarak yeniden inşa edilmiştir (Belli, 2009:50). Ayrıca kubbelerdeki kurşun kaplamalar da tamamen sökülüştür (Öztürk, 2020:1245). Onarımlar sırasında özgün malzeme ve yapım sistemine bağlı kalınsa da yaşanan kayıplar, bu yönden kısmen korunabildiğini göstermektedir (Belli, 2009:54; Öztürk, 2020:1245).

Hüseyin Paşa Camii'nde açık ve kapalı mekân organizasyonlarında incelendiğinde, köklü bir değişim olmadığı görülmektedir. Ancak son cemaat yeri ve avluyu çevreleyen birimlerin büyük oranda yok olması ve sonradan yapılan çalışmalarla özgüne uygun olarak yeniden inşa edilmesi nedeniyle bu açıdan yapının kısmen korunabildiği ifade edilebilir.

Hüseyin Paşa Camii'nde yer alan süsleme ve bezemeler tarihsel süreç içinde büyük oranda tahrip olmuştur. Kalemşi ve çini süslemelerde kayıplar olurken; taş süslemelerin üzerinde aşınmalar meydana gelmiştir (Öztürk, 2021:29). Bunların büyük bir kısmı özgüne uygun olarak yenilense de kayıplar, bu anlamda da korumanın kısmen sağlanabildiğini göstermektedir.

3.3. Diyarbakır'da Bulunan Mimar Sinan Eseri Camiler

Osmanlı Devleti'nin Anadolu'daki en önemli kentlerinden biri olan Diyarbakır Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, geniş alanları birbirine bağlayan ana yolların kesiştiği önemli bir noktada bulunmaktadır. Çeşitli dönemlerin izlerini taşıyan Diyarbakır kent dokusunda günümüze ulaşan mimari eserler çoğunlukla Osmanlı Dönemine aittir (Karaca, 2014:51). Bu bağlamda Diyarbakır, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Osmanlı Dönemi klasik mimari üslubunun bir bütün hâlinde görülebildiği ve bu anlamda en fazla mimari mirası bünyesinde barındıran kentlerin başında gelmektedir (Yeşilbaş, 2015:880).

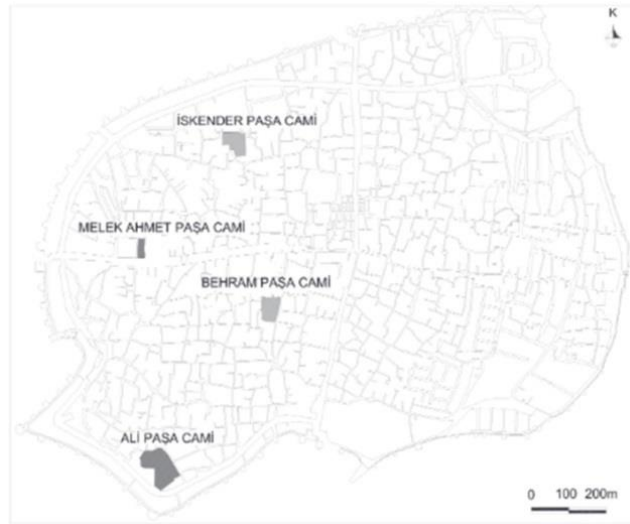
Osmanlı Vilayet Salnameleri'nde oldukça gelişmiş, yoğun bir nüfusa sahip olan, askeri ve ticari anlamda öne çıkan ve çok sayıda kamusal yapının bulunduğu bir yerleşim olarak kaydedilmiştir (Özdemir, 2011:64). Bu bağlamda yerleşimde çok sayıda Mimar Sinan eserinin de bulunduğu bilinmektedir. Tuhfet'ul Mi'marin ve Tezkiret'ül Ebniye'de Mimar Sinan tarafından Diyarbakır'da uygulanmak üzere tasarlandığı belirtilen camiler İskender Paşa, Melik Ahmet Paşa, Behram Paşa ve Hadım Ali Paşa Camileri'dir (Karaca, 2014:54; Yıldırım ve Oğuz, 2018:34). Bununla birlikte İrakeyn seferi sırasında Diyarbakır'da kalan Mimar Sinan, kentten Osmanlı Devleti tarafından fethedilmesinin hemen ardından inşa ettirilmiştir olan ve mimarı bilinmeyen Fatih Paşa Camisi (Kurşunlu Camii)'nin mimari niteliklerini incelemiş ve bu yapıdan da esinlenerek mimari üslubunu şekillendirmiştir (Kuran, 1986:21).

3.3.1. Diyarbakır'daki Mimar Sinan Camilerinin Konumları ve Tarihçeleri

İskender Paşa, Melik Ahmet Paşa, Behram Paşa ve Hadım Ali Paşa Camileri, günümüzde Diyarbakır Suriçi yerleşiminin batı kısmında konumlanmaktadır. İskender Paşa ve Hadım Ali Paşa Camileri Suriçi'nin kuzey ve güney çeperlerindedir; Melik Ahmet Paşa ve Behram Paşa Camileri ise Suriçi'ndeki mimari mirasın odak noktası olarak değerlendirilebilecek olan Diyarbakır Ulu Camii'ne yakın bir konumdadır (Top, 2011:22; Yıldırım ve Oğuz, 2018:34; Sevinçli, 2022:47) (Şekil 10).



(a)



(b)

Şekil 10. Diyarbakır'daki Mimar Sinan camilerinin kent içindeki konumunu gösteren hava fotoğrafı (a) ve vaziyet planı (b) (Yıldırım ve Oğuz, 2018:36; Google Earth, 2023 yılı uydu görüntüsü yazar tarafından düzenlenmiştir).

İskender Paşa Camii, Osmanlı Devleti'nde Diyarbakır'ın 12. valisi olarak görev yapan Çerkez İskender Paşa tarafından inşa ettirilmiştir. Caminin kitabesi günümüze ulaşmamıştır. Vakıflar Genel

Müdürlüğü Arşivi'nde bulunan İskender Paşa Vakfına ait 1565 tarihli bir vakfiyede yapı ile ilgili mekânsal veriler mevcuttur ancak mimarı ve yapım tarihine dair bilgi bulunmamaktadır. Yapıdan Tuhfet'ul Mi'marin'de bahsedildiğinden Mimar Sinan eseri olduğu anlaşılmaktadır (Kuran, 1986:24). Ancak diğer yazmalarda Mimar Sinan'a ait olduğuna dair bilgi bulunmamaktadır (Sözen, 1971:42). 1866 yılında Diyarbakır ve çevresinde meydana gelen depremlerin etkisiyle kubbeli son cemaat bölümü yıkılmış ve kubbesiz olarak, özgünden farklı malzemelerle ve farklı biçimde yeniden inşa edilmiştir. 1879 tarihli Ali Emiri'ye ait eserde ise harim bölümünün duvarlarının zeminden 1.5 m yüksekliğe kadar çinilerle süslediği ifade edilmiştir. 1992 tarihli kaynaklarda yapının çinilerinin askeri olaylar sırasında tahrip olduğundan söz edilmektedir. Bununla birlikte yakın çevresindeki türbelerde, hazirelerde ve şadırvanda da zaman içinde özgüne aykırı değişiklikler olduğu vakfiyesindeki bilgilerden anlaşılmaktadır (Polat, 2020:68).

Melik Ahmet Paşa Camii, Diyarbakırlı Melik Ahmet Paşa tarafından 1587-1591 yılları arasında yaptırılmıştır. Yapı, Tuhfetü'l Mi'marin'de Mimar Sinan'ın eseri olarak geçmektedir ancak Mimar Sinan'ın diğer yazmalarında, yapı hakkında herhangi bir bilgi bulunmamaktadır (Sözen, 1971:47; Kuran, 1986:34). Caminin batısına bitişik olarak konumlanan meşrutanın kapısı sonradan kapatılmış ve buraya betonarme bir yapı inşa edilmiştir. Ayrıca yapının çinileri sonradan onarım geçirmiştir. Bununla birlikte yapının çevresindeki konak ve medrese, günümüze ulaşamamıştır. Yapı 2008 yılında kapsamlı bir onarım geçirmiştir.

Behram Paşa Camii, Diyarbakır'ın on üçüncü valisi Behram Paşa tarafından 1564-1572 yılları arasında yaptırılmıştır. Kapısının üzerindeki yazıtta inşa tarihine dair bilgi yer almaktadır. Tuhfetü'l Mi'marin'de Mimar Sinan'ın eseri olarak geçmektedir (Sözen 1971:51). Yapı cami, medrese, şadırvan ve hamamdan oluşan bir külliyenin parçasıdır. Şadırvan ve hamam da cami ile birlikte günümüze ulaşmıştır. Minaresi 1928 yılında kısmen yıkılmış ve 1929'da özgüne uygun olarak onarılmıştır. 1974-1975, 1977, 1998 ve 2005 yıllarında onarımlar geçirmiştir (Haspolat, 2021).

Hadım Ali Paşa Camii, Kassal Camii adıyla da bilinmekte ve Tuhfet'ul Mi'marin'de Mimar Sinan eseri olarak geçmektedir (Sözen, 1971:57; Polat, 2020:71). Yapının inşa tarihini gösteren bir belge bulunmamakla birlikte, Diyarbakır'ın altıncı valisi Hadım Ali Paşa tarafından 1534-1537 yılları arasında yaptırıldığı düşünülmektedir (Sözen, 1971:57). Medrese, hamam ve zikir yeri olarak adlandırılan küçük bir yapı ile birlikte bir külliyenin parçası olarak inşa edilmiştir. Külliyedeki diğer yapılar da cami ile birlikte günümüze ulaşmıştır. 1769-1770 yıllarında camiye Şafiiler kısmı eklenmiştir (Yılmazçelik, 1995:27). Cami dışında külliyyeye ait olan diğer yapıların Mimar Sinan eseri olduğuna dair yeterli bilgi bulunmamaktadır (Kuran, 1986:37). Vakıflar Genel Müdürlüğü

tarafından 1955, 1974, 1981 ve 2008 yıllarında onarımdan geçirilmiştir. İç mekânı çinilerle kaplı olan yapının çinilerinde yoğun kayıplar oluşmuştur. 2023 yılı itibariyle külliyedeki diğer yapılarla birlikte yeniden onarım sürecine alınmıştır (URL 3).

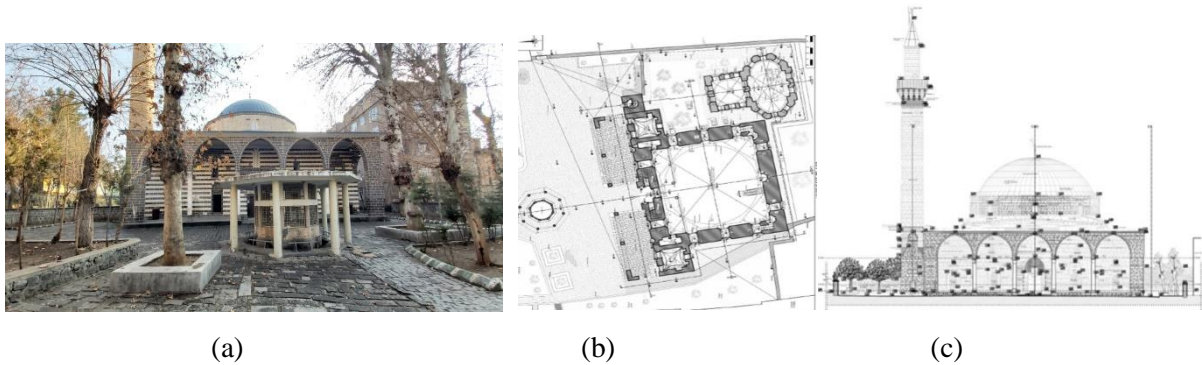
3.3.2. Diyarbakır'daki Mimar Sinan Camilerinin Mimari Nitelikleri

Diyarbakır'da incelenen tüm Mimar Sinan camilerinin ana malzemeleri taş (kalker ve bazalt) ve yapım sistemleri yığmadır. Ayrıca iç mekânlarında ve doğramalarında ahşap da kullanıldığı görülmektedir (Sözen, 1971:54-57; Kuran, 1986:37; Polat, 2020:62-71; Haspolat, 2021).

İskender Paşa Camii kare planlı ve merkezi kubbelidir. Ana kubbe tuğla malzemelidir ve kemerlerle desteklenen on altıgen bir kasağa oturtulmuştur. Plan şeması üzerinden boyutlarına bakıldığında harim kısmının yaklaşık 14,75 x 14,75 m olduğu görülmektedir. Son cemaat yeri ise özgünlüğünü yitirmiş ve sonradan yapılan müdahalelerle boyutları değiştirilmiştir. Son cemaat yerini 6 sütun ve 5 kubbe oluşturmaktadır.

İskender Paşa Camii'nin taşıyıcı ana duvarların kalınlığı yaklaşık 1,5 m ile 1,9 m arasında değişmektedir. Duvarlardaki kapı ve pencere boşlukları incelendiğinde doğu ve batı yönlerinde 3 alt ve 1 tepe penceresi görülmektedir. Kuzey ve güney yüzeylerde de aşağıda 2 alt ve 4'er de tepe penceresi bulunmaktadır. Ayrıca kuzey duvarında kadınlar mahfilinde 2 pencere ve bir de kapı boşluğu yer almaktadır. (Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7).

İskender Paşa Camii'nin minaresi doğu duvarına bitişiktir. Kare ve yukarı doğru sekizgen kaide üzerine kurulmuş olan minare, yuvarlak gövdeli ve tek şerefelidir. Yapının güneydoğusunda türbe bulunmakta ve bu birime minarenin yanındaki kapı ile harim kısmından geçilebilmektedir. Avluda yer alan şadırvan ve tuvaletler ise betonarme malzeme ile inşa edilerek sonradan eklenmiştir (Polat, 2020:74).



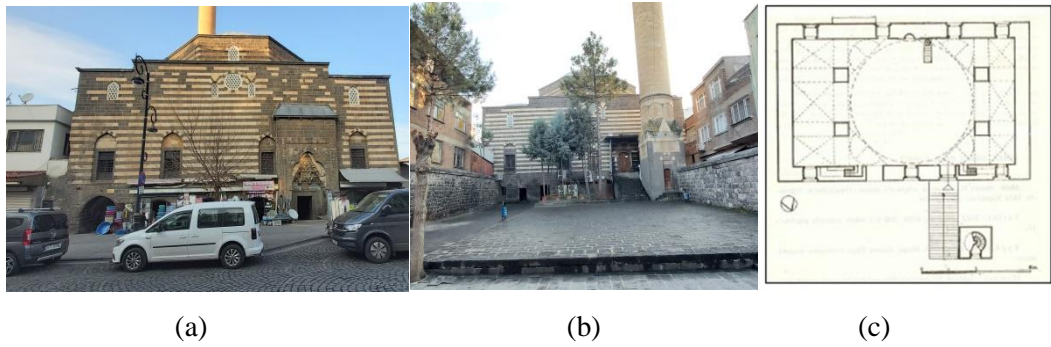
Şekil 11. İskender Paşa Camii kuzey cephe fotoğrafı (a) planı (b) ve kuzey cephe çizimi (c)

(Kişisel arşiv, 2023; Polat, 2020:74)

Melik Ahmet Paşa Camii, dikdörtgen planlı ve merkezi kubbelidir. Ana kubbe dört ayakla taşınmakta ve tromplarla geçiş sağlanmaktadır. Plan şeması üzerinden boyutlarına bakıldığında harim mekânının yaklaşık 11,2 x 21 m boyutlarında olduğu görülmektedir. Yapının harim mekânı zemin kotundan yaklaşık 2,7 m yükseltilmiştir. Zemin katta ise ticari birimler ve depolar ile müftülük tarafından ofis olarak kullanılan bir mekân bulunmaktadır. Bu şekilde yapı, zemin ve birinci kat olmak üzere iki kattan oluşmaktadır. Bu yönüyle bölgedeki diğer Mimar Sinan camilerinden farklıdır.

Melik Ahmet Paşa Camii'nin ana duvarlarının kalınlığı yaklaşık 1,4 m'dir. Yapının zemin katında, doğu batı doğrultusunda öndeki caddeyi arkadaki sokağa bağlayan tonozlu bir geçit ile caddeyi avluya bağlayan ikinci bir geçit bulunmaktadır. Doğu ve batı yönlerinde 3'er tepe penceresi mevcuttur. Güney cephesi caddeye doğru yönelmektedir ve kible duvarından taşan bir taç kapı ile 4 pencere ve biri yuvarlak olmak üzere 5 tepe penceresi bu cephede yer almaktadır. Harime girişi sağlayan kapının bulunduğu kuzey cephede ise zemin katta biri kemerli olmak üzere 4 açıklık bulunmaktadır. 1. katta ise harime girişi sağlayan kapının iki yanında toplam dört pencere ve biri yuvarlak olmak üzere 6 tepe penceresi mevcuttur.

Melik Ahmet Paşa Camii'nin minaresi harime ulaşmayı sağlayan merdivenlere bitişik bir konumda, kuzey cephesinin önündedir. Avluya açılan taş duvarlı ve betonarme döşemeli bir tuvaleti bulunmaktadır.



Şekil 12. Melik Ahmet Paşa Camii güney (a) ve kuzey (b) fotoğrafları ile harim kat planı (c) (Kişisel arşiv, 2023; Sözen, 1971:60)

Behram Paşa Camii, kare planlı ve merkezi kubbeli bir yapıdır. Taşıyıcı duvarlardan ana kubbeye geçiş tromplarla sağlanmıştır. Harim boyutları yaklaşık 15 x 15 m'dir. Yapının dört köşesinde harim iç mekânından ulaşılabilen dört küçük hücre bulunmaktadır. Taşıyıcı duvar kalınlığı yaklaşık 1,5 m'dir.

Caminin son cemaat yeri revakla birlikte iki kademelidir ve ilk kademede beş kubbe bulunmaktadır. Bunlardan ortadaki kubbenin yüksekliği diğerlerinden fazladır. İkinci kademede ise ahşap kirişlemeli ve eğimli bir çatı örtüsü bulunmaktadır. Birinci kademe revak, ikinci kademe ise son cemaat yerini oluşturmaktadır ve bu iki kısım birbirinden bir seki ile ayrılmaktadır.

Behram Paşa Camii'nin kuzey cephesinde 4 pencere ve bir giriş kapısı, güney cephesinde 2 alt ve bir tepe penceresi bulunmaktadır. Doğu ve batı cephelerinde de alt kısımda 3'er pencere yer almaktadır. Minare kuzeybatı köşeye yakın bir konumda bulunan, kare kaideli ve silindirik gövdeli bir yapıdır. Avlunun ortasında sekizgen formlu özgün şadırvan yer almaktadır.

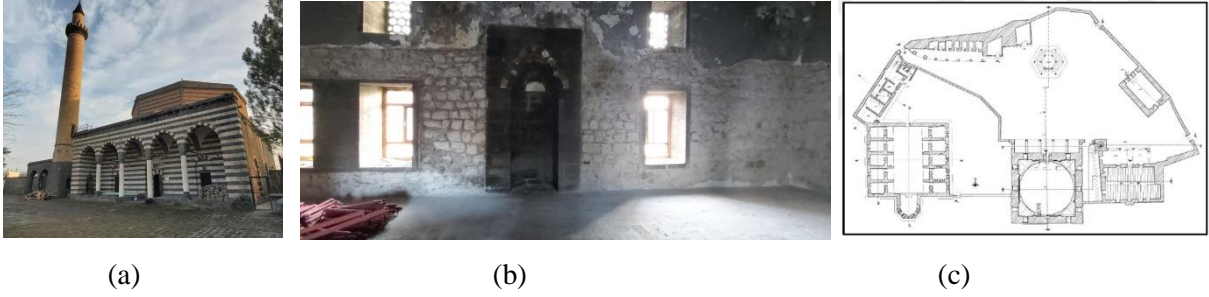


Şekil 13. Behram Paşa Camii kuzey cephe (a) ve harim (b) fotoğrafları ile vaziyet planı (c) (Kişisel arşiv, 2023; Polat, 2020:78)

Hadım Ali Paşa Camii merkezi kubbeli ve kare planlıdır. Ana kubbeye tromplarla geçilmiştir. Harim boyutları yaklaşık olarak 22 x 22 m'dir. Son cemaat yeri 4 sütunlu ve 5 kubbeli, tek kademeli bir mekândır. Bu mekânın üstü kubbelerle örtülmüştür. Taşıyıcı ana duvarların kalınlığı yaklaşık 2 m'dir.

Yapının kuzey ve güney cephelerinde ikişer pencere ile kuzey cephede giriş kapısı ve güney cephede bir tepe penceresi; doğu ve batı cephelerinde de üçer pencere ile birer tepe penceresi bulunmaktadır.

Minare son cemaat yerinin doğusunda, kare kaideli ve silindirik gövdelidir. Yapının avlusunda sonradan eklenen bir şadırvan, abdest alma birimleri ve tuvalet bulunmaktadır.



Şekil 14. Hadım Ali Paşa Camii kuzey cephe (a) ve harim (b) fotoğrafları ile vaziyet planı (c) (Kişisel arşiv, 2023; Polat, 2020:80)

3.3.3. Diyarbakır'daki Mimar Sinan Camilerinin Koruma Durumu

Diyarbakır'da incelenen dört Mimar Sinan eseri caminin tamamı günümüze sağlam bir şekilde ulaşabilmiştir. Ancak her biri tarihsel süreç içinde farklı uygulamalardan geçmiş ve bazıları özgüne aykırı müdahaleler görürken, bazıları ise uzun yıllar boyunca özgün niteliklerini büyük oranda koruyabilmiştir.

İskender Paşa Camii ve külliyei oluşturan diğer yapılar, zaman içinde değişim geçirmiş ve özgüne aykırı müdahaleler görmüştür. Çevresel ölçekte bakıldığında hem yapının içinde bulunduğu dokudaki değişimler, hem de türbe, hazire ve şadırvan yapılarındaki özgüne aykırı müdahaleler, çevre verilerinin değiştiğini ve bu anlamda bütüncül korumanın sağlanamadığını göstermektedir. Malzeme ve yapım sistemine bakıldığında, harim kısmında çeşitli müdahaleler olsa da köklü bir değişiklik olmamakla birlikte özellikle son cemaat bölümünün özgünden farklı malzeme ve yapım sistemiyle yeniden inşa edilmesi, bu anlamda da bütüncül korumanın sağlanamadığını düşündürmektedir. Bu bağlamda yapının tamamına bakıldığında özgün malzeme ve yapım sistemine tam olarak bağlı kalınmadığı ifade edilebilir. Camide açık ve kapalı mekân organizasyonunda büyük oranda değişiklik olmadığı gözlemlenmiştir. Avludaki hazire ve türbelerle şadırvan büyük oranda korunmuştur. Son cemaat yeri ise özgün malzeme ve yapım sistemi ile olmamakla birlikte varlığını devam ettirmiştir. Bu durum yapı özelinde bütüncül koruma anlamında olumsuz olsa da genel olarak açık ve kapalı mekân organizasyonu bağlamında kısmen korumanın sağlandığı ifade edilebilir. Caminin süsleme/bezeme öğeleri olarak çinileri zaman içinde tahrip olmuş ve süreç boyunca çeşitli onarımlar geçirmiştir. Bazı noktalarda ise tamamen yok olan çiniler yenilenmemiş ya da özgün çinilerden farklı düzen ve desende yenilenmiştir. Bu anlamda süsleme ve bezeme özellikleri bakımından korumanın büyük oranda sağlanamadığı ifade edilebilir.

Melik Ahmet Paşa Camii, zemin kotunda bulunan ticari birimler nedeniyle oldukça fazla müdahale görmüş bir yapıdır. Öncelikle çevresel anlamda değerlendirildiğinde, yapının güney cephesinde yer alan ana aksın genişletilmesi/değişmesi ve buradaki dokunun değişmesi, bununla birlikte batı cephesine neredeyse bitişik konumdaki betonarme yapılar ve külliyeinin diğer yapılarının günümüze ulaşmamış olması, büyük bir değişimin gerçekleştiğini ve korumanın sağlanmadığını göstermektedir. Malzeme ve yapım sistemi bakımından caminin harim kısmında köklü bir değişiklik olmamakla birlikte avluya sonradan eklenen tuvalet ve ticari birimlerin iç mekânlarında yapılan özgüne aykırı müdahaleler, kısmi bir korumanın sağlandığını göstermektedir. Açık ve kapalı mekân organizasyonu bağlamında ilgili kaynaklar incelendiğinde, harim kısmında köklü bir değişiklik olmadığı anlaşılmaktadır (Sözen, 1971:58). Ancak ticari birimlerin özgüne aykırı müdahale olarak güney cephesine üst örtüler eklemesiyle yarı açık mekânlar oluşturulmuştur. Bununla birlikte avluya sonradan eklenen tuvaletler de buradaki özgün mekân organizasyonunda değişikliğe neden olmuştur. Bu nedenle söz konusu açıdan da kısmen korumanın sağlandığından söz edilebilir. Süsleme ve bezeme bakımından incelendiğinde, yapının ibadet mekânında süsleme unsuru olarak öne çıkan çinilerin büyük oranda korunduğu ancak minarede bulunan çinilerin çoğunlukla yitirildiği görülmektedir. Bununla birlikte harim mekânındaki kalem işi bezemeler de özgüne uygun olarak yenilenmiştir (Daşdağ, 2013:272). Buna göre söz konusu değerlerin de kısmen korunduğunu belirtmek mümkündür.

Behram Paşa Camii'nin koruma durumunda çevre verileri açısından bakıldığında kaynaklarda bahsi geçen medresesinin günümüze ulaşmamış olması ve yakın çevresindeki dokunun da çoğunlukla betonarme yapılardan oluşması nedeniyle bütüncül korunamadığını belirtmek mümkündür. Malzeme ve yapım tekniği açısından bakıldığında ise büyük bir değişim görülmemektedir. Tarihsel süreç içinde yapının minaresi yıkılsa da özgün malzeme ve yapım tekniği göz önünde bulundurularak yeniden inşa edilmiştir. Bununla birlikte yapının avlusunda bulunan şadırvan ve tuvaletlerde de çimento esaslı malzeme ile müdahaleler görülmektedir. Bu bağlamda malzeme ve yapım tekniği açısından da kısmi korumadan söz edilebilir. Yapının açık ve kapalı mekân organizasyonunda büyük bir değişiklik olmamış ve büyük oranda koruma sağlanmıştır. Süsleme ve bezemelerin oldukça yoğun olduğu camide, bu değerler büyük oranda korunmakla birlikte çinilerde yer yer kayıpların ve aşınmaların olduğu görülmektedir. Bu bağlamda süsleme ve bezemelerde kısmen koruma sağlandığı belirtilebilir.

Hadım Ali Paşa Camii, tarihi Suriçi yerleşiminin çeperinde yer alan bir külliyeinin parçası olarak günümüzde restorasyon sürecindedir. Çevresel veriler bağlamında incelendiğinde, yapının

yakın çevresinde çok sayıda yeni yapı inşa edildiği ve dokunun değiştiği görülmektedir. Bu bağlamda çevre verileri açısından kısmen korunduğu belirtilebilir. Malzeme ve yapım sistemi bakımından da özgün niteliklerini koruyan yapıda, açık mekân organizasyonu sonradan eklenen şadırvan, tuvalet ve abdest alma birimleriyle değişmiştir. Restorasyon sürecinde de varlığını sürdüren bu yapılar göz önünde bulundurulduğunda caminin bu yönden kısmen korunduğu görülmektedir. Yapının süsleme ve bezemeleri büyük oranda tahrip olduğundan restorasyon çalışmaları ile sökülmüştür ve yenileme sürecindedir.


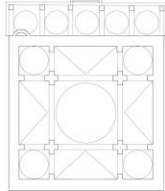

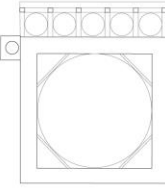

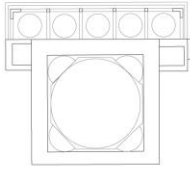

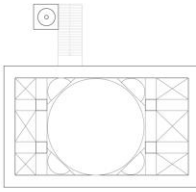

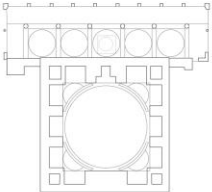

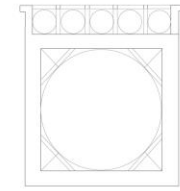
4. Değerlendirmeler

Mimar Sinan, uzun yıllar boyunca sürdürdüğü gözlem ve incelemelerini yapı tasarımı ve uygulamasına ustalıkla döken bir deha olarak bilinmektedir. Bu tasarımları ve uygulamaları günümüze büyük oranda ulaştırmış ve koruma altına alınmıştır. Hem uluslararası yasa ve tüzüklerle, hem de Türkiye'deki ilgili kanunlarla çok yönlü olarak korunması gereken kültür varlıkları olan Mimar Sinan eserleri; aynı zamanda inşa edildikleri yerleşimin Osmanlı Dönemi içinde büyük önem taşıdığını da göstermeleri bakımından simgesel değer taşımaktadır. Bu bağlamda günümüzün Türkiye sınırları içinde ve dünyanın farklı noktalarında, yerleşimlerin dönem içindeki önemine de dayanılarak çok sayıda ve farklı işlevlerde Mimar Sinan eserine rastlamak mümkündür. Bu eserlerde özellikle cami işlevinin öne çıktığı belirtilebilir. Sayıca fazla olmalarının yanı sıra Mimar Sinan Camileri, içinde buldukları yapı toplulukları olan külliyelerin de odak noktasını oluşturmuştur. Nitekim ustalık eseri olarak nitelendirilen Selimiye Camii, bunun en çarpıcı örneklerinden biridir.

Mimar Sinan'ın tasarladığı ve uyguladığı cami yapılarının çoğunlukla İstanbul, Edirne ve Bursa illerinde yoğunlaştığı ifade edilebilir. Ancak günümüze ulaşan el yazması Mimar Sinan eserleri incelendiğinde, Anadolu'da da çok sayıda caminin bulunduğu görülmektedir. Bunlardan bazıları kesin bir şekilde Mimar Sinan eseri olarak bilinirken, bazıları hakkında ise çeşitli kaynaklarda Mimar Sinan eseri olmadıkları yönünde bilgilere yer verilmiştir. Ancak söz konusu yapıların ortak özelliklerinin başında, Anadolu coğrafyasında stratejik öneme sahip olan yerleşimlerde yer almaları gelmektedir.

Çalışma kapsamında Osmanlı Devleti için stratejik öneme sahip birer sınır niteliğinde olan, günümüzde ise Türkiye'nin Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nin önemli kentlerinin başında gelen Erzurum, Van ve Diyarbakır'daki Mimar Sinan eseri cami yapıları incelenmiştir (Şekil 15).

Böylece söz konusu yapıların korunmasına dikkati çekmek ve bu yapılarla ilgili literatüre katkı sağlamak hedeflenmiştir.

YAPI	BÖLGE VE İL	İNŞA TARİHİ	MALZEME VE YAPIM SİSTEMİ	PLAN ŞEMASI
LALA MUSTAFA PAŞA CAMİİ 	DOĞU ANADOLU BÖLGESİ ERZURUM	1562 - 1563	TAŞ, AHŞAP YIĞMA YAPIM SİSTEMİ	
HÜSREV PAŞA CAMİİ 	DOĞU ANADOLU BÖLGESİ VAN	1567 - 1568	TAŞ, TUĞLA, AHŞAP YIĞMA YAPIM SİSTEMİ	
İSKENDER PAŞA CAMİİ 	DOĞU ANADOLU BÖLGESİ DİYARBAKIR	BİLİNMIYOR (1565 TARİHLİ VAKFIYEDE GÖRÜLMEKTEDİR)	TAŞ, TUĞLA, AHŞAP YIĞMA YAPIM SİSTEMİ	
MELİK AHMET PAŞA CAMİİ 	DOĞU ANADOLU BÖLGESİ DİYARBAKIR	1587 - 1591	TAŞ, TUĞLA, AHŞAP YIĞMA YAPIM SİSTEMİ	
BEHRAM PAŞA CAMİİ 	DOĞU ANADOLU BÖLGESİ DİYARBAKIR	1564 - 1572	TAŞ, TUĞLA, AHŞAP YIĞMA YAPIM SİSTEMİ	
HADİM ALİ PAŞA CAMİİ 	DOĞU ANADOLU BÖLGESİ DİYARBAKIR	BİLİNMIYOR (1534-1537 YILARINDA İNŞA EDİLDİĞİ DÜŞÜNÜLMEKTEDİR)	TAŞ, TUĞLA, AHŞAP YIĞMA YAPIM SİSTEMİ	

Şekil 15. Çalışma kapsamında incelenen Mimar Sinan camilerinin özellikleri (Çobanoğlu, 2003, 75; Eyice, 2014, 50 ve Kişisel arşiv, 2023'ten alınarak yazar tarafından düzenlenmiştir.)

Çalışma kapsamında Erzurum Lala Mustafa Paşa Camii, Van Hüsrev Paşa Camii ile Diyarbakır İskender Paşa, Melik Ahmet Paşa, Behram Paşa ve Hadım Ali Paşa Camileri konum ve tarihçe, mimari özellikler ve koruma durumu bakımından irdelenmiştir. Buna göre söz konusu eserlerin hepsinin adı Mimar Sinan'a ait olan el yazmalarında geçmektedir. Ayrıca çeşitli kaynaklara göre bu yapılar, Mimar Sinan'ın diğer pek çok eserinin de inşa edildiği 16. yüzyıla tarihlenmektedir.

Yapıların mimari özelliklerine genel olarak değerlendirildiğinde tamamında ağırlıklı olarak taş malzeme ve yığma sistem görülürken; tuğla ve ahşap kullanımının da yaygın olduğu belirtilebilir. Çoğunlukla kare planlı ve merkezi kubbeli olan bu yapılardan yalnızca Diyarbakır Melik Ahmet Paşa Camii'nin dikdörtgen planlı olduğu görülmektedir. Ayrıca bu yapı, harim mekânının zemin katta olmaması ve bu katta ticari birimleri barındırmasıyla, aynı zamanda güneydeki caddeden kuzeydeki avluya ve sokağa ulaşan geçitlerle de mimari bakımdan incelenen diğer camilerden ayrılmaktadır.

5. Sonuçlar ve Öneriler

Çalışmada Doğu ve Güneydoğu Anadolu'daki Mimar Sinan camileri koruma bakımından çevre verilerindeki değişimler, malzeme ve yapım sistemindeki değişimler, açık ve kapalı mekân organizasyonundaki değişimler ile süsleme ve bezemelerdeki değişimler göz önünde bulundurularak incelenmiştir. Buna göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Tüm yapıların çevre verilerinin kısmen ya da tamamen değişikliğe uğradığı ifade edilebilir. İncelenen yapıların içinde bulunduğu yerleşim dokuları çoğunlukla geleneksel kimliğini büyük oranda kaybetmiştir. Bazı çevrelerde yeni yapılar, Mimar Sinan eserlerine çok yakın konumda, bu yapıların görünürlüğünü azaltacak/engelleyecek şekilde konumlandırılmıştır. Bazılarında ise çeşitli sebeplerle yerleşim dokuları neredeyse tamamen yok olmuştur. Bununla birlikte külliyelerde camiler dışında diğer yapılarda da değişiklikler görülmektedir. Tüm bu gelişmeler, çevre verilerinin değişmesinde ve bu anlamda bütüncül korumanın sağlanamamasında etkili olmuştur.
- Malzeme ve yapım sistemi bakımından değişimler incelendiğinde, özellikle savaşlar, işgaller ve askeri olayların etkisiyle tahrip olan camilerin büyük oranda özgün malzeme ve yapım sistemine göre onarıldığı görülmüştür. Ancak Diyarbakır İskender Paşa Camii'nin son cemaat yerinin özgüne aykırı malzeme ve yapım sistemiyle yeniden inşa

edilmesi, bu bakımdan önemli bir koruma sorunu olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte Diyarbakır Melik Ahmet Paşa Camii'nin zemin katındaki ticari birimlerde de özgüne aykırı malzeme kullanımı ile değişiklikler olduğu göze çarpmaktadır.

- Açık mekân organizasyonları avlulara sonradan eklenen özgüne aykırı yapılarla değiştirken, kapalı mekan organizasyonlarında ise çok büyük bir değişiklik söz konusu olmamıştır. Bu bağlamda tüm camilerde avlu, son cemaat yeri ve harimden oluşan temel mekân organizasyonunun korunduğu ancak lokal değişiklikler gerçekleştiğini belirtmek mümkündür. Açık mekânlara ise tuvalet ve özgünde mevcut olmayan/özgüne aykırı olan şadırvan gibi birimlerin eklenmesi, bu alanlardaki organizasyonu değiştiren unsurlardandır.
- Süsleme ve bezeme açısından yalnızca Lala Mustafa Paşa Camii'ne dair yeterince kaynak bulunmazken; diğer yapılarda yine çeşitli etkenlerle bu öğelerin tahrip olduğu ve bazılarında yenileme çalışmalarının tamamlandığı, bazılarında ise devam ettiği görülmüştür. Özellikle incelenen yapıların çoğunda iç mekânlarda yoğun olarak kullanılan çinilerin tahrip olması bu bağlamda dikkat çekicidir. Bu nedenle söz konusu yönden de genel olarak bütüncül korumanın sağlanamadığını ifade etmek mümkündür (Şekil 16).

YAPI	ÇEVRE VERİLERİ	MALZEME VE YAPIM SİSTEMİ	AÇIK VE KAPALI MEKÂN ORGANİZASYONU	SÜSLEME VE BEZEMELER
LALA MUSTAFA PAŞA CAMİİ	KORUNAMAMIŞ	KISMEN KORUNMUŞ	KISMEN KORUNMUŞ	YETERLİ BİLGİ BULUNMAMAKTADIR
HÜSREV PAŞA CAMİİ	KORUNAMAMIŞ	KISMEN KORUNMUŞ	KISMEN KORUNMUŞ	KISMEN KORUNMUŞ
İSKENDER PAŞA CAMİİ	KORUNAMAMIŞ	KISMEN KORUNMUŞ	KISMEN KORUNMUŞ	KISMEN KORUNMUŞ
MELİK AHMET PAŞA CAMİİ	KORUNAMAMIŞ	KISMEN KORUNMUŞ	KISMEN KORUNMUŞ	KISMEN KORUNMUŞ
BEHRAM PAŞA CAMİİ	KORUNAMAMIŞ	KISMEN KORUNMUŞ	BÜYÜK ORANDA KORUNMUŞ	KISMEN KORUNMUŞ
HADİM ALİ PAŞA CAMİİ	KORUNAMAMIŞ	KISMEN KORUNMUŞ	KISMEN KORUNMUŞ	KISMEN KORUNMUŞ

Şekil 16. Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da bulunan Mimar Sinan eseri camilerin genel koruma durumları

Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da bulunan Mimari Sinan camilerinin koruma durumuna dair değerlendirmeler ve sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, bu yapıların sürdürülebilir bir şekilde korunarak geleceğe aktarılmasına yönelik şu şekilde genel ve Şekil 17'de belirtilen yapı özelinde öneriler getirilebilir:

- Yapılarda özgün olmayan tüm müdahalelerin tespit edilmesi ve bu kısımların özgüne uygun olarak onarılması,
- Yapıların yakın çevresindeki yerleşim dokularının özellikle sokak ve mahalle bazında geleneksel niteliklerini yitirmesinin engellenmesi, çevre verilerinin yapıların tarihi niteliklerine zarar vermemesine yönelik yasal çalışmaların geliştirilmesi,
- Yapıların fiziksel bakımlarının düzenli olarak yapılması,
- Yapıların kullanıcılarının, bu eserlerin önemi konusunda bilinçlendirilmesi,
- Çeşitli tanıtım faaliyetleriyle, turizm ve reklamcılık gibi endüstrilerin yanı sıra medya aracılığıyla yapıların bilinirlik düzeyinin artırılması,
- Akademik anlamda birer Mimar Sinan eseri olarak bu mirasa dair başta tarih, sanat tarihi, mimarlık ve koruma olmak üzere pek çok disiplinden araştırmacının çalışma yapmak ve literatürdeki eksikleri gidermek bağlamında teşvik edilmesi.

YAPI	ÇEVRE VERİLERİNE YÖNELİK ÖNERİLER	MALZEME VE YAPIM SİSTEMİNE YÖNELİK ÖNERİLER	AÇIK VE KAPALI MEKÂN ORGANİZASYONUNA YÖNELİK ÖNERİLER	SÜSLEME VE BEZEMELERE YÖNELİK ÖNERİLER
LALA MUSTAFA PAŞA CAMİİ	- Koruma planı kentsel düzeyde yapılmalıdır. Caminin çevresindeki yapı stoğu buna göre yeniden ele alınabilir. - Külliyeyle ait olan diğer yapıların yerleri, ilgili kaynaklar ışığında belirlenebilir ve bu alanlar da koruma altına alınabilir. - Sonradan eklenen şadırvan, tarihi çevrelerde yeni yapı tasarımına yönelik ilkeler göz önüne alınarak revize edilebilir.	- Özgün taş ve ahşap malzemelerin düzenli bakım ve onarımları yapılmalıdır.	- Şadırvan yapısına yönelik olarak, geçmişte ve günümüzde yapılan uygulamalar ışığında revizyonlar yapılabilir. - Harim kısmındaki müezzin mahfilinin özgünlüğü detaylı olarak araştırılarak, buna göre yerine tekrar yerleştirilmesi yönünde çalışmalar yapılabilir.	YETERLİ BİLGİ BULUNMAMAKTADIR
HÜSREV PAŞA CAMİİ	- Yapının yakın çevresini oluşturan ve büyük oranda yok olan tarihi yerleşim alanı turistik vs. işlevlerle yeniden planlanabilir. - Yeni yerleşim alanından yapının bulunduğu noktaya ulaşımı kolaylaştıran ulaşım planlaması yapılabilir.	- Korunan ve özgüne uygun olarak sonradan eklenen malzemeler düzenli bakım altında tutulmalıdır. - Son cemaat yeri ve kubbe kaplamaları, özgüne uygun olarak yeniden ele alınabilir.	- Son cemaat yerinin özgün hâli göz önünde bulundurularak revizyon gerçekleştirilebilir. - Avluyu çevreleyen birimler, ilgili kaynaklar ışığında araştırılarak, bunların yerlerinin algılanmasını sağlayan uygun tasarımlar geliştirilebilir.	- Kalemîşi ve çini öğelerin bakım ve onarımlarına düzenli olarak devam edilmelidir. - Taş süslemelerden uygun olanlar yeniden yapılarak; buna elverişli olmayanlar ise çeşitli görsel öğelerle hatırlatılarak/sergilenerek yaşatılabilir.
İSKENDER PAŞA CAMİİ	- Yapının içinde bulunduğu ve düzensiz bir şekilde değişim gösteren doku, kentsel ölçekte koruma planı ile yeniden düzenlenebilir. - Türbe, hazire ve şadırvan yapılarında gerçekleştirilen özgüne aykırı müdahaleler incelenmeli ve günümüzün bilimsel koruma yaklaşımlarına şekilde giderilmelidir.	- Özgün malzemelerin bakım ve onarımına devam edilmeli; özgüne aykırı malzeme ve yapım sistemi ile inşa edilen son cemaat yeri ise korumaya dair yasa ve tüzükler göz önünde bulundurularak yeniden ele alınmalıdır.	- Bütüncül şekilde korunmaya devam edilmelidir.	- Tahrip olan çini öğeler özgüne uygun olarak yenilenmelidir - Özgünden farklı olarak yenilenen çiniler yapıya zarar vermeden özgüne uygun olarak yenilenmelidir.
MELİK AHMET PAŞA CAMİİ	- Yapının çevresinde değişen yerleşim dokusu için kentsel ölçekte koruma planlaması geliştirilmelidir. - Yapının cepheleri ile çok yakın konumlanan betonarme yapılar kaldırılmalıdır. - Külliyeyle ait diğer yapıların yerleri tespit edilerek bu alanlar koruma altına alınmalıdır. - Avluya sonradan eklenen tuvalet birimi, ilgili yasa ve tüzükler çerçevesinde tarihi çevreye uygun olarak yeniden tasarlanmalıdır.	- Yapının zemin katındaki ticari birimlerin malzeme ve yapım sistemine yönelik her türlü düzensiz müdahalesi kontrol edilmeli ve özgüne aykırı olması engellenmelidir.	- Ticari birimlerin ihtiyaç duyduğu yarı açık mekânlar, yapının özgün mekânsal nitelikleri göz önüne alınarak yeniden tasarlanabilir. - Avludaki tuvalet birimleri, özgün açık mekân organizasyonuna uygun şekilde düzenlenebilir.	- Minarede yitirilen çiniler özgün niteliklere uygun olarak yenilenmelidir.
BEHRAM PAŞA CAMİİ	- Yapının çevresinde yoğun olarak niteliksiz betonarme yapılardan oluşan doku, kentsel koruma anlayışı ile uygun şekilde yeniden tasarlanmalıdır.	- Büyük oranda korunan malzeme ve yapım tekniğinin geleceğe aktarılabilmesi için yapının bu açıdan bakım ve onarımları düzenli olarak devam etmelidir. - Şadırvan ve tuvalet birimlerinde betonarme sistem ile yapılan müdahaleler giderilmeli ve özgüne uygun onarımlar yapılmalıdır.	- Açık ve kapalı mekân organizasyonlarının özgüne uygun olarak korunmasına devam edilmelidir.	- Çini öğelerde yer yer görülen aşınma ve bozulmalar, özgüne uygun olarak onarılmalıdır.
HADİM ALİ PAŞA CAMİİ	- Yapının yakın çevresinde inşası devam eden yeni yerleşim dokusu koruma bağlamında değerlendirilmeli ve uygun olmayan tasarımlara yer verilmemelidir.	- Restorasyon sürecinde olan yapıda özgün malzeme kullanımı ve yapı yapım sisteminin korunmasına devam edilmelidir.	- Açık mekân organizasyonunu etkileyen şadırvan, tuvalet ve abdest alma birimleri ihtiyaca göre yeniden değerlendirilerek tarihi yapılara ek yapı tasarımına yönelik yasal çalışmalar ışığında düzenlenmelidir.	- Restorasyon sürecinde yenileme durumunda olan çini öğelerin ve kalemîşi bezemelerin, restorasyon sürecinden sonra da özgüne uygun olarak korunmasına özen gösterilmelidir.

Şekil 17. Doğu ve Güneydoğu Anadolu’da bulunan Mimar Sinan eseri camilerin korunmasına yönelik öneriler

Sonuç olarak yapılan çalışma ile Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde Osmanlı Dönemi’nde stratejik öneme sahip olan kentlerde yer alan Mimar Sinan eserlerinin mevcut durumuna ve korunmasına dikkat çekilmiştir. Bu anlamda hem incelenen yapıların bilinirliğinin

artmasına ve bütüncül/sürdürülebilir bir şekilde korunmasına hem de bu bölgelerin kalkınmasına ve mimari mirasın bu kalkınmada rol oynamasına katkı sağlamak hedeflenmiştir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Ağaoğlu, S. (2007). Van Şehir Dokusu ve Tarihi Eserlerinin Tahrip Edilmesine Ermenilerin Rolü. *Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi*, 35, 311-339.
- Akdağ, A. (2006). *Şûrâ-yı Devlet Belgelerinde Erzurum (1893- 1897)*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Altundağ, M. ve Erdöl, H. (2019). *Kentsel Dönüşüm Alanlarında Tescilli Yapılar: Erzurum Modeli*. 21.05.2023 tarihinde <https://www.skb.gov.tr/kentsel-donusum-alanlarinda-tescilli-yapilar-erzurum-modeli/> adresinden alındı.
- Aslanapa, O. (1988). *Mimar Sinan'ın Hayatı ve Eserleri*. Ankara, Türkiye: Türk Kültürünü Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Aslanapa, O. (1992). *Mimar Sinan*. Ankara, Türkiye: Türk Tarih Kurumu Basımevi.
- Belli, O. (1975). Doğu Anadolu'da Yeni Arkeolojik Keşifler: Van-Yedisalkım (Put) Köyü Boyalı Mağara Resimleri. *Tarih Dergisi*, 28-29, 1-40.
- Belli, V. E. (2009). *Van Hüsrev Paşa Camisindeki Taş, Çini ve Kalem İşi Süslemelerin Bozulma Nedenleri*. Yüksek Lisans Tezi, Kadir Has Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Benian, E. (2011). Mimar Sinan ve Osmanlı Cami Mimarisinin Gelişimindeki Rolü. *Bilim ve Teknik*, Ocak 2011, 40-47.
- Bozal, M. (2015). Erzurum Lala Paşa Cami Rölöve Restorasyon Restitüsyon Projesi, Envar Mimarlık, Ankara.
- Çobanoğlu, A. V. (2003). *Lala Mustafa Paşa Külliyesi*. 20.05.2023 tarihinde <https://islamansiklopedisi.org.tr/lala-mustafa-pasa-kulliyesi--erzurum> adresinden alındı.
- Daşdağ, F. E. (2013). Diyarbakır Melek Ahmet Paşa Camii Çinileri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(45), 270-280.
- Erder, C. (2022). *Tarihi Çevre Algısı*. (Ed: Y. D. Aktaş, F. D. Akyıldız). İstanbul, Türkiye: YEM Yayın.
- Ergüvenç, M. Y. (2020). *İslam Mimarlık Sanatı, Doğuşu, Gelişimi, Bugününe Bir Bakış*. İstanbul, Türkiye: Puslu Yayıncılık.
- Erzen, A. (1992). *Doğu Anadolu ve Urartular*. Ankara, Türkiye: Türk Tarih Kurumu Yayınları.
- Erzen, J. N. (2005). *Mimar Sinan, Estetik Bir Analiz*. İstanbul, Türkiye: Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları.
- Eyice, S. (1999). *İstanbul'da son devir Bizans mimarisi*. 20.05.2023 tarihinde <https://islamansiklopedisi.org.tr/istanbul> adresinden alındı.
- Eyice, S. (2014). *Hüsrev Paşa Külliyesi*. Türkiye Diyanet Vakfı İslam Ansiklopedisi, 19, 49-51.
- Google Earth (2023). *Erzurum, Van ve Diyarbakır hava fotoğrafları*. 28.05.2023 tarihinde <https://earth.google.com/web/search/do%c4%9fu+anadolu/@38.66460511,39.198152,1052.91726184a,36283.90198898d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCZ5XVIu6WkNAESjEld5oT0NAGVQm7wwkqENAIQ7K9giWikNA> adresinden alındı.
- Günay, R. (2010). *Mimar Sinan*. İstanbul, Türkiye: YEM Yayın.
- Gündoğdu, H., Bayhan, A. ve Arslan, M. (2010). *Sanat Tarihi Açısından Erzurum*. Erzurum, Türkiye: Atatürk Üniversitesi Basımevi.
- Güneş, G. A. (2014). Hassa Mimarlar Ocağı ve Mimar Sinan. *Tarih Okulu Dergisi*, 7(8), 375-391.


- Harmankaya, N. Ç. A. (2018). Mimar Sinan Camilerinde Sembolizm Üzerine Bir Değerlendirme. *Sanat Tarihi Yıllığı*, 27, 1-37.
- Haspolat, Y. K. (2021). *Diyarbakır Behrampaşa Camii*. 21.05.2023 tarihinde https://www.academia.edu/50220474/Diyarbak%C4%B1r_Behrampa%C5%9Fa_camii adresinden alındı.
- Hersek, C. M. (1990). Osmanlı İmparatorluğunda Mimarlar ve Yapı Esnafı. *İslami Araştırmalar Dergisi*, 4, 42-48.
- ICOMOSTR, (2023a). *Venedik Tüzüğü*. 05.02.2023 tarihinde http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0243603001536681730.pdf adresinden alındı.
- ICOMOSTR, (2023b). *ICOMOS Türkiye Mimari Mirası Koruma Bildirgesi "2013"*. 04.08.2023 tarihinde http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0784192001542192602.pdf adresinden alındı.
- Karaca, N. (2014). Diyarbakır Kent Dokusunun Osmanlı Dönemindeki Gelişimi. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12, 47-67.
- Kocaman, İ., Okuyucu, D. ve Kazaz, İ. (2017). Tarihi Yığılma Yapıların Dinamik Davranışlarının Hesabında Gerekli Malzeme Özelliklerinin Tayini: Lala Paşa Cami Örneği. *Uluslararası Katılımlı 6. Tarihi Yapıların Korunması ve Güçlendirilmesi Sempozyumu*, 2-4 Kasım 2017, Trabzon, 1-10.
- Kocaman, İ., Okuyucu, D. ve Kazaz, İ. (2019). Tarihi yapı Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesinde Yeni Bir Yöntem Önerisi: Lala Paşa Camii Örneği. *Teknik Dergi*, 30(3), 9125-9146.
- Köşklü, Z. ve Çınar, S. (2010). Erzurum'da Osmanlı Dönemi Hamamları. *Sanat Dergisi*, 18, 117-136.
- Kuban, D. (2021). *Osmanlı Mimarisi*. İstanbul, Türkiye: YEM Yayın.
- Kuran, A. (1969). *Anadolu Medreseleri*. Ankara, Türkiye: ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayını.
- Kuran, A. (1973). Mimar Sinan'ın İlk Eserleri. *Belleten*, 37(148), 533-544.
- Kuran, A. (1986). *Mimar Sinan*. İstanbul, Türkiye: Hürriyet Vakfı Yayınları.
- Mülayim, S. (1989). *Sinan ve Çağı*. İstanbul, Türkiye: Marmara Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Özcan, A. (1998). *Mimar Sinan'a Siparişte Bulunanlar: Mimarbaşı Koca Sinan Yaşadığı Çağ ve Eserleri*. İstanbul, Türkiye: Vakıflar Genel Müdürlüğü Yayını.
- Özdemir, M. C. (2011). *Osmanlı Salnamelerine göre Diyarbakır 1869/1905*. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Öztürk, Ş. (2019). Van Hüsrev Paşa Külliyesi Hanı Kazı-Rölöve- Restitüsyon Ve Restorasyon Koruma Projesi Hakkında Bir Araştırma. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(69), 448-466.
- Öztürk, Ş. (2020). Van Hüsrev Paşa Külliyesi Camii Koruma ve Onarım Çalışmaları. *Turkish Studies*, 15(2), 1237-1268.
- Öztürk, Ş. (2021). Van Hüsrev Paşa Külliyesi Mimari Süsleme ve Onarımı. *Atatürk Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi*, 27(46), 23-43.
- Polat, M. (2020). *Mimar Sinan Dönemi Camileri İçerisinde Yer Alan Diyarbakır İskender Paşa Caminin Önemi ve Koruma Sorunları*. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Sağiroğlu, U. (2021). *Lala Mustafa Paşa Camii fotoğrafları*. 21.05.2023 tarihinde <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/erzurum/gezilecekyer/lala-pasa-camisi> adresinden alındı.
- Sevinçli, B. G. (2022). *Türkiye'de İslam Şehirlerinin Şehircilik Anlayışı Ve Dönüşümü: Doğu ve Güneydoğu Anadolu Örnekleri*. Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Sönmez, Z. (1988). *Mimar Sinan Dönemi Türk Mimarlığı ve Sanatı*. İstanbul, Türkiye: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Sözen, M. (1971). *Diyarbakır'da Türk Mimarisi*. İstanbul, Türkiye: Diyarbakır'ı Tanıtma ve Turizm Derneği Yayını.
- Şeşen, R. (1988). *Mimar Sinan ile İlgili Yazmalar: Mimar Sinan Dönemi Türk Mimarlığı ve Sanatı*. İstanbul, Türkiye: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi (2023). *Kültür Ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu*. 05.02.2023 tarihinde <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=2863&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5#:~:text=Yap%C4%B1lacak%20tespitlerde%2C%20k%C3%BCIt%C3%BCr%20ve%20tabiat,gerekli%20k%C3%BCIt%C3%BCr%20varlı%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20olarak%20belirlenir> adresinden alındı.

- T. C. Erzurum Valiliği (2019). *Lalapaşa Camii*. 21.05.2023 tarihinde <http://www.erkurum.gov.tr/lalapasa-camii> adresinden alınmıştır.
- T. C. Kültür ve Turizm Bakanlığı (2017). *Van*. 30.05.2023 tarihinde <https://van.ktb.gov.tr/#:~:text=Van%2C%20d%C3%BCnya%20%C3%BCzerinde%2C%2042%20derece,ndeki%20Van%20G%C3%B6l%C3%BC%20kapal%C4%B1%20havzas%C4%B1ndad%C4%B1r> adresinden alınmıştır.
- T. C. Vakıflar Genel Müdürlüğü (2022). *Diyarbakır-Sur Hadım Ali Paşa Camii, Şafiler Kısmı Ve Şadırvanı*. 21.05.2023 tarihinde <https://www.vgm.gov.tr/ihaleler/diyarbakir-sur-hadim-ali-pasa-camii-safiiler-kismi> adresinden alınmıştır.
- Top, M. (2011). *Diyarbakır Ulu Camii ve Müştemilatı: Medeniyetler Mirası Diyarbakır Mimarisi*. Diyarbakır, Türkiye: Diyarbakır Valiliği Yayını.
- Uluçam, A. (2000). *Orta Çağ ve Sonrasında Van Gölü Çevresi Mimarlığı*. Ankara, Türkiye: Türk Tarih Kurumu Basımevi.
- Uluçam, A. (2001). Eski Van Hüsrev Paşa Külliyesi kazısı. *V. Ortaçağ ve Türk Dönemi Kazı ve Araştırmaları Sempozyumu* (s.23-31). Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Uşma, G. (2018). *Geleneksel Van Evlerinin Mimari Özellikleri*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ülgen, A. S. (2018). *Erzurum Lala Mustafa Paşa Camii Rölöve Krokileri, Fotoğraflar ve Çizimler*. SALT 21.05.2023 tarihinde <https://archives.saltresearch.org/handle/123456789/85542> adresinden alınmıştır.
- Yenişehirlioğlu, F. ve Madran, E. (1989). *Mimar Sinan Yapıları*. Ankara, Türkiye: Türk Tarih Kurumu Basım Evi.
- Yeşilbaş, E. (2015). : Diyarbakır'da Osmanlı Dönemi Şehir-İçi Hanları Üzerine Değerlendirme. *Belleten*, 79(286), 877-900
- Yetkin E. G. ve Koç, İ. (2022). Taşınmaz Kültür Varlıklarının Tarihi Değerinin Belirlenmesinde Kullanılacak Analitik Bir Model Önerisi. *Artium*, 10(1), 36-44.
- Yıldırım, M. ve Oğuz, G. P. (2018). *Osmanlı Klasik Mimarisi Ve Mimar Sinan'ın Diyarbakır Camileri: Tasarım & Koruma*. İstanbul, Türkiye: Birsan Yayınevi.
- Yılmazçelik, İ. (2014). *XIX. Yüzyılın İlk Yarısında Diyarbakır (1790-1840)*. İstanbul, Türkiye: Türk Tarih Kurumu.
- Zaman, M., Sevindi, C. ve Birinci, S. (2018). Tarihi Yolların Buluştuğu Erzurum Şehrindeki Beşeri Turistik Eserler. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(Özel Sayı), 581-601.

**IJEASED****INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN***Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi**ISSN: 2667-8764 , 5(2), 198-214, 2023*<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>**Araştırma Makalesi / Research Article****Doi: [10.47898/ijeased.1313827](https://doi.org/10.47898/ijeased.1313827)**

Learning from Nature for Sustainable Solutions in Architecture: Biomimetic Lightweight Structure Designs

Güneş MUTLU AVİNÇ^{1*}¹ Muş Alparslan Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü Muş, 49100, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process	
*Sorumlu Yazar / Corresponding author: gunesavinc@gmail.com  https://orcid.org/0000-0003-1049-2689 , G. Mutlu Avinç	Geliş Tarihi / Received Date :	13.06.2023
	Revizyon Tarihi / Revision Date :	17.07.2023
	Kabul Tarihi / Accepted Date :	20.09.2023
	Yayın Tarihi / Published Date :	15.12.2023
Alıntı / Cite : Mutlu Avinç, G. (2023). Learning from Nature for Sustainable Solutions in Architecture: Biomimetic Lightweight Structure Designs, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 5(2), 198-214.		

Abstract

Recent advances in technology have enabled nature's design principles to be understood and communicated more effectively than ever before. Using nature as a mentor, the biomimetic approach is the practice of generating solutions from nature's systems, processes and designs to solve human problems. However, although this approach is a new field in architecture, it has the potential to transform the sustainable approach in building design and construction. Hence, this article explores the potential of the biomimetic approach as a source of sustainable solutions for lightweight structures in architecture. In this research, the biomimetic approach, examples of lightweight structures in nature and how they can be applied to lightweight structures are discussed. In this context, "Shell Lace Structure, Trabeculae Pavilion, NonLin/Lin Pavilion, BUGA Fibre Pavilion, livMatS Pavilion, 3D-Printed Pavilion, Tower of Light" projects are examined as biomimetic lightweight building designs in architecture. The examples are analysed in terms of the natural model/system they refer to, the purpose for which they were built and the materials used. The analysed examples show that by learning from nature and applying the principles of nature to the built environment, aesthetic, functional, lightweight and high-strength structures can be designed. As a result, the biomimetic approach offers guiding ideas for architects to design environmentally friendly, sustainable and innovative lightweight structures that can respond to today's problems.

Keywords: Biomimetic approach, Lightweight structure, Sustainability, Architecture.

Mimaride Sürdürülebilir Çözümler için Doğadan Öğrenme: Biyomimetik Hafif Strüktür Tasarımları

Özet

Teknolojide yaşanan son gelişmeler, doğanın tasarım ilkelerinin daha önce hiç olmadığı kadar etkili bir şekilde anlaşılmasını ve aktarılmasını sağlamıştır. Doğayı bir rehber olarak kullanan biyomimetik yaklaşım, insan sorunlarını çözmek için doğanın sistemlerinden, süreçlerinden ve tasarımlarından çözüm üretme pratiğidir. Bununla birlikte bu yaklaşım, mimaride yeni bir alan olsa da bina tasarımı ve inşasında sürdürülebilir yaklaşıma dönüştürme potansiyeline sahiptir. Buradan hareketle bu makale, mimaride hafif yapılar için sürdürülebilir çözümlerin kaynağı olarak biyomimetik yaklaşımın potansiyelini araştırmaktadır. Araştırmada, biyomimetik yaklaşım, doğada hafif yapı örnekleri ve bunların hafif yapılara nasıl uygulanabileceği ele alınmıştır. Bu bağlamda mimaride biyomimetik hafif yapı tasarımları olarak "Shell Lace Structure, Trabeculae Pavillion, NonLin/Lin Pavillion, BUGA Fiber Pavillion, livMatS Pavillion, 3D-Printed Pavillion, Tower of Light" projeleri incelenmektedir. Ele alınan örnekler referans aldıkları doğal model/sistem, hangi amaçla gerçekleştirildiği ve hangi malzemeyi kullanıldığı analiz edilmektedir. Analiz edilen örnekler, doğadan öğrenerek ve doğanın ilkelerini yapıyı çevreye uygulayarak, estetik, işlevsel, hafif ve dayanımı yüksek yapılar tasarlanabildiğini göstermektedir. Sonuç olarak biyomimetik yaklaşım, mimarlara günümüzde yer alan problemlere yanıt verebilecek çevre dostu, sürdürülebilir ve yenilikçi hafif yapılar tasarlamaları için yol gösterici fikirler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Biyomimetik yaklaşım, Hafif strüktür, Sürdürülebilirlik, Mimarlık.*

1. Introduction

From ancient civilizations to modern times, architects have looked to the natural world for inspiration and solutions to design challenges. In recent years, however, the need for sustainable architecture has become increasingly important. With climate change, resource depletion, and population growth, architects are faced with the challenge of creating not only aesthetically beautiful and functional structures but also environmentally responsible and sustainable buildings. A promising approach to achieving this goal is the biomimetic approach, which involves studying and transferring design principles found in nature. The biomimetic approach is applied in a wide range of fields, from engineering and materials science to medicine and robotics. In architecture, biomimetics offers a promising approach to creating lightweight structures that are both efficient and sustainable.

Natural systems, models, and structures are efficient in terms of lightness, resilience, material utilization, and stability (Arslan-Selçuk, 2009:2). This is because nature contains many structures that have been optimized over time by developing properties and functions such as lightness, flexibility, high stiffness, etc. for natural stimuli and constraints. Learning from these optimized biological structures offers sustainable solutions to architectural and engineering problems (Al Khalil, Belkebir, Lebaal, Demoly & Roth, 2022). Today's construction industry is responsible for the efficient use of natural resources that minimize material consumption (Dixit & Stefańska, 2022). In this context, the biomimicry approach that produces solutions to this problem will help humanity to start the transition

from the industrial age to the ecological age (Pawlyn, 2016:14). This approach, called biomimetic design, mimics structures and functions found in nature to solve design problems or create new products and technologies.

Developing lightweight and high-strength solutions is a problem waiting to be solved in many fields. For example, in a study conducted by Nebelsick et al. (2016), the shell formation process of land snails was investigated to produce self-supporting lightweight architectural shells. In another study, Klang et al. (2016) conducted research on the production of concrete-based building materials with reference to the multi-layered and fibrous system of coast redwood and the spiny structure of sea urchins. Liu et al. (2019) conducted lightweight fibreglass material research based on the cellular morphology and anatomy of radiolaria. These studies show that the advantages of biological models are taken as a guide for light weight and high strength performance in structures such as structures and materials.

Within the scope of the study, a systematic literature review was conducted to reveal the studies produced on “Biomimetic Lightweight Structure”. Because “Literature review is an essential feature of academic research” (Xiao & Watson, 2019). The aim of this literature review is to provide an overview of research in this field and to review existing studies. As a result of the searches on the Web of Science site with the keyword "Biomimetic Lightweight Structure", a total of 111 studies between 2000-2023 were identified. The studies were analysed in terms of years, fields and document types.

In this context, the year graph of 111 articles is presented in Figure 1. According to this graph, 2 publications were produced in 2003 and the number of studies produced on this subject has increased with each passing year.

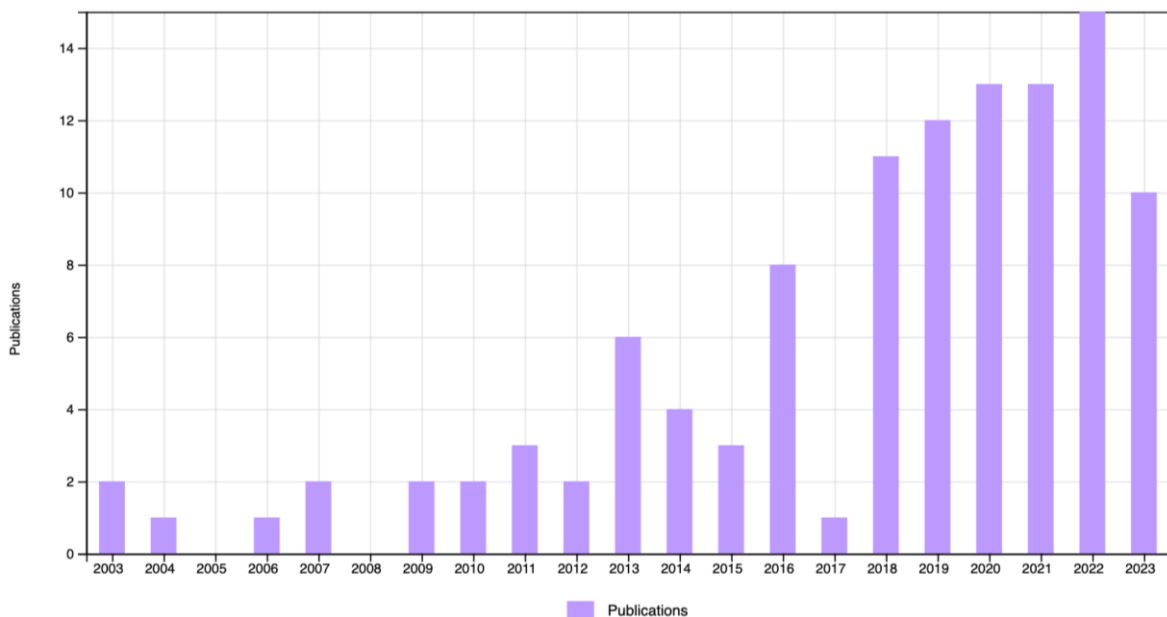


Figure 1. Published studies according to years

The fields for the studies obtained as a result of the search can be seen in Figure 2. In this context, it is seen that the fields where the most studies are produced are engineering multidisciplinary, materials science biomaterials and engineering mechanical.

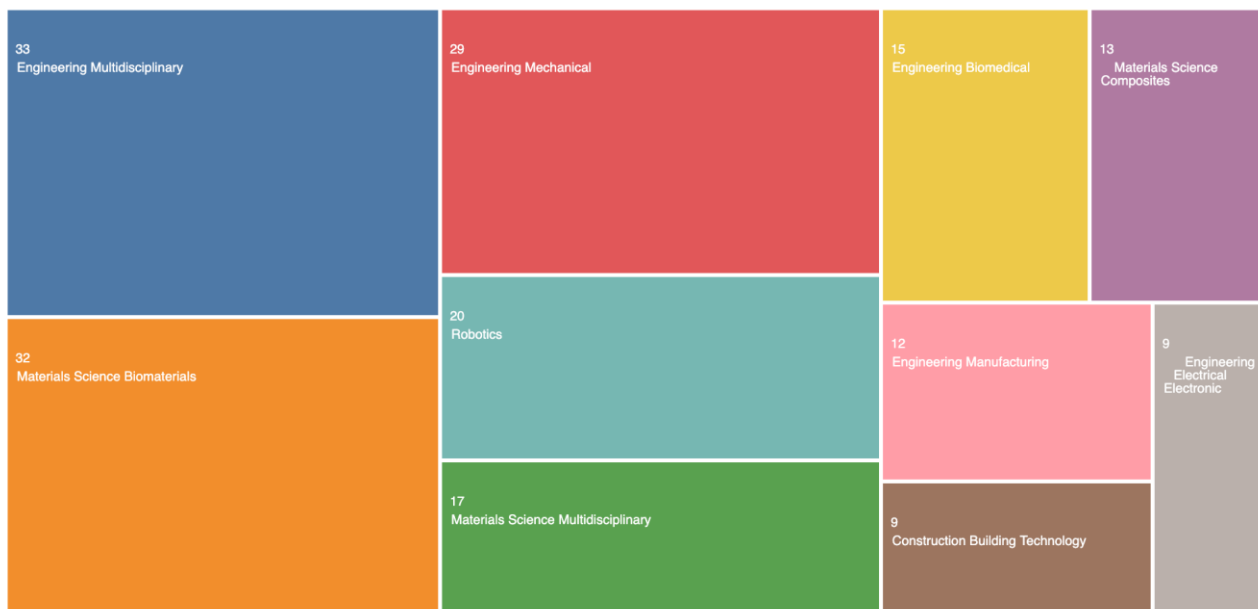


Figure 2. "Biomimetic Lightweight Structure" studied areas

As a result of the analysis, 74 Articles, 29 Proceeding Papers, 8 Review Articles and 2 Book Chapters were found (Figure 3).

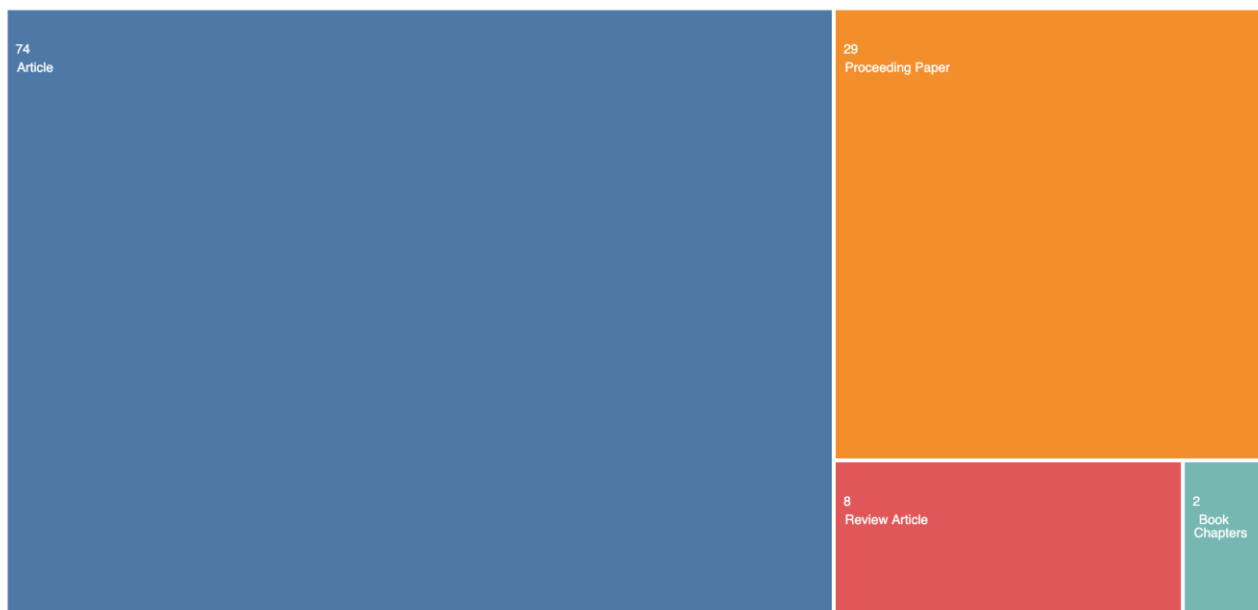


Figure 3. Document types of the studies

In this context this article explores the potential of the biomimetic approach as a source of sustainable solutions for lightweight structures in architecture. The paper first provides some background information on lightweight structures in nature, which are characterized by lightness and high strength. After reviewing past research on lightweight structures in architecture, the use of lightweight structures strategies of living things in nature in architectural design is analyzed through case studies. The analysed studies show that the structural load carrying capacity has been generally improved. Therefore, it is presented in order to guide future researchers in this field and to provide important references.

In conclusion, this paper shows that by learning from nature and applying its principles to the built environment, not only esthetic and functional but also sustainable and resilient structures can be created. In this context, it can be said that the biomimicry approach has the potential to transform the approach to building design and construction and help create a more sustainable future.

3. Materials and Method

This research aims to explore the potential of using nature-inspired designs for creating lightweight and high-strength buildings in architecture. In this context, the literature review provides an overview of biomimetic lightweight structures, biological references, objectives and materials in

existing studies are examined and the findings are explained. Thus, it is seen that the biomimetic approach has a significant potential to develop solutions for lightweight structures and high strength.

From this point of view, firstly, examples of lightweight structures in nature and architecture are examined. Then, the use of lightweight building strategies found in nature is discussed through case studies in architectural design. The analyzed examples, including project name, year, referenced natural model, innovative materials used, and research objectives, are presented in a table. Additionally, the research process is illustrated in Figure 4.

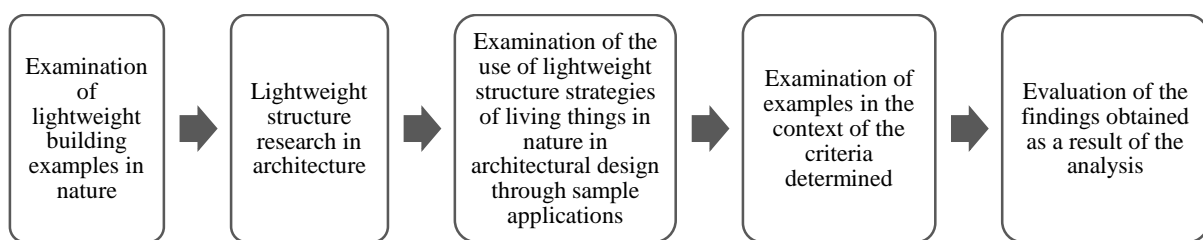


Figure 4. Flowchart of the research

For examples of lightweight building strategies/models/systems/structures in nature, a search was conducted with the keyword "lightweight" in Asknature (URL-1) website. Then, examples of "lightweight structure" examples in the literature with reference to nature were investigated. The examples analysed within the scope of the study were determined as a result of research on architectural websites such as Archdaily (URL-2), Archvibe (URL-3), Dezeen (URL-4), Inhabitat (URL-5), Arch2o (URL-6), Architizer (URL-7). Attention was paid to the fact that these examples were sustainable researches referring to nature carried out in order to obtain lightweight and high strength. The researches examined within the scope of the study were limited to the examples carried out between 2010-2023.

4. Examples of Lightweight Structures in Nature

Learning from lightweight structures in nature is very important for several reasons. First, nature has evolved over millions of years to optimize structures for their intended function using minimal materials and energy. By studying these structures, we can gain insight into design principles that have already been tested by nature and potentially apply them to man-made structures, resulting in more efficient and sustainable designs. Secondly, many of the materials and techniques used in nature's lightweight structures are biodegradable and environmentally friendly, making them a

potential source of inspiration for sustainable design. By learning from these structures, architects and engineers can develop innovative solutions that are in harmony with the environment and minimize the impact of man-made structures on the planet. Therefore, mimicking nature's form and processes leads to maximizing resource efficiency and minimizing the negative impact on the environment (Srisuwan, 2019).

In this context, feathers, bones, beaks and claws of birds stand out as structural biological materials due to their low weight, which is balanced by structural support or robustness for activities such as survival, which in most birds is essential for flight. In addition, the Toucan (*Ramphastos toco*) and the wreathed hornbill (*Rhyticeros undulatus*) have distinctively long and thick beaks. The Toucan's bill is one-third of the bird's total length. Although the toucan bill is light, it accounts for one-thirtieth to one-fortieth of the bird's total mass (Seki, Bodde & Meyers, 2010). As another example, dragonfly wings offer highly efficient flight and lightweight characteristics thanks to an array of adaptable materials that form a very complex composite structure (Figure 5) (URL-8).

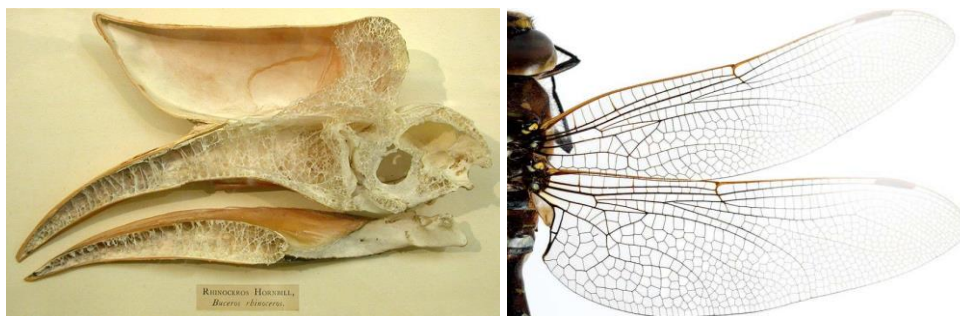


Figure 5. The internal structure of the Toucan beak (URL-9) and the Dragonfly wing (URL-10)

Similar to the Toucan's beak the dried cactus skeleton of the prickly pear is lightweight and has high strength (Ortega et al., 2014). The texture of the straight side shoots of the prickly pear cactus is also web-like, arranged in layers and intertwined with bundles of interconnected wood fibers. As a result, the tissue of the prickly pear cactus is characterized by a particularly high load-bearing capacity (Figure 6) (URL-11).



Figure 6. Prickly Pear Cactus (Ortega et al, 2014)

As seen in the examples analyzed, lightness and high resilience are seen in many other phenomena in nature such as bamboo, bird wings, muscles, feathers, and bone structure. These biological phenomena have the potential to be transferred as information to architectural design with their lightness and high strength. The use of natural lightweight structure designs in architecture is discussed in the next section.

5. Examples of Lightweight Structure in Architecture

An example of a design inspired by lightweight structures in nature is the Crystal Palace structure designed by James Paxton, inspired by lotus leaves (Figure 7).

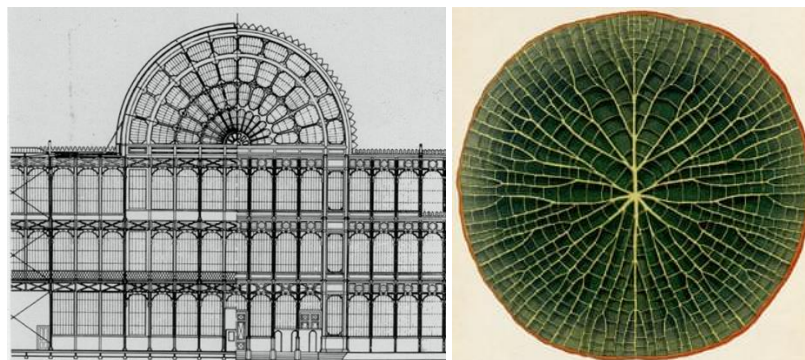


Figure 7. Crystal Palace (URL-12); Water Lily (URL-13)

Another researcher like James Paxton is contemporary shell designer Heinz Isler (Baghdadi, Heristchian & Kloft, 2019). Isler has conducted lightweight shell research (Figure 8), with an interest in natural shells such as mussels, eggshells, nuts, flower petals, and onion skins, and has a collection of seashells (Kotnik & Schwartz, 2011).

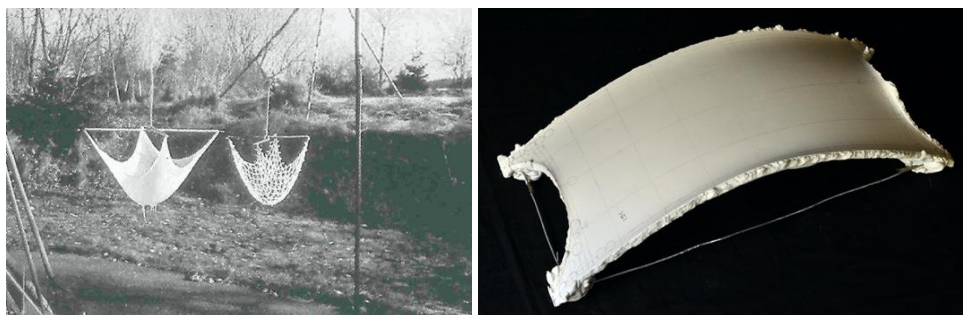


Figure 8. Experiments with hanging cloths, nets, and shells (URL-14)

Frei Otto (Meissner & Möller, 2015:7), who conducted research on lightweight structures in nature and founded the Institute for Lightweight Structures at the University of Stuttgart in 1964 (Meissner & Möller, 2015:7), used his knowledge of nature to research membranes, cable webs and retractable roofs, umbrellas, arches, grid shells, branching, and pneumatic structures. Otto developed innovative structures with lightweight and high strength by making the best use of new materials such as thin cables made of high-strength steel or thin membranes made of synthetic fabric (Figure 9) (Arslan-Selçuk, 2009:22).



Figure 9. Olympic Stadium from the Olympic Tower, Munich (URL-15); Spider sheet web (URL-16)

It is understood that the designs analysed so far are based on lightweight structures found in nature such as water lilies, seashells and spider webs. In this context, it is seen that the lightness and robustness of organisms in nature and structures made by organisms are used as a source of solution for architectural design. Similarly, it is important to reveal the researches on lightweight structures today and the references from which these researches are designed. From this point of view, the use of lightweight construction strategies of living things in nature in architectural design is analysed through sample applications.

6. Investigation of the Use of Lightweight Constructions Strategies of Living Things in Nature in Architectural Design through Case Studies

Lightweight structures are recognized as a material-efficient, energy-saving, and cost-effective design. In this case, the effective use of materials prevents the waste of resources (Srisuwan, 2019). In this context, research is carried out in the light of information learned from nature with the biomimetic approach.

An example of this research is the 'Shell Lace' structure developed by London-based architectural practice Tonkin Liu with the support of Arup engineers (Figure 10). Modern construction methods using advanced digital modeling, analysis, and fabrication combined with tailoring principles create the 'Shell Lace' innovation. By mimicking natural forms such as seashells, lightweight and high-strength designs are being explored that feature optimized curvilinear geometries as a structural typology. In the first phase, 'Shell Lace' is digitally modeled as a surface. Lightness and transparency are achieved by punching flat sheets in the laser cutting stage. This creates efficient and responsive structures with minimal weight and waste (Dudley, 2022). To design this new structural technique, Tonkin Liu studied the structures of mollusk shells. It was found that the studied shells showed high resistance to the surrounding environment while consisting of minimum thicknesses (Rawn, 2014).



Figure 10. 'Shell Lace' structure design, 2014 (Rawn, 2014)

In another study, a research team from the architecture school of Politecnico di Milano (URL-17) designed and built a 3D-printed pavilion based on the microstructure of bones using a biomimetic approach. Together with the ACTLAB research team (URL-18) in Milan and their industrial partner FILOALFA®(URL-19), they transferred the principles behind biological models into the pavilion

design. The Trabeculae Pavilion is a lightweight prototype produced with an innovative and sustainable construction technique that minimizes the use of materials. In this research, the internal microstructure of the bone was analyzed with a biomimetic approach, and algorithms were used to create three-dimensional cellular structures with the knowledge obtained from biology. As a full-scale prototype, the pavilion was 3D fabricated using biopolymer (Figure 11) (Naboni, Breseghello, & Kunic, 2019).



Figure 11. *Trabeculae* Pavillion, 2017 (Grozdanic, 2017)

Another work examined within the scope of the study is the NonLin/Lin Pavilion (Figure 12), designed by Marc Fornes - TheVeryMany (URL-20) office and made of perforated aluminium material resembling a giant piece of coral. Composed of 27 components and four meters high, it can be disassembled and reassembled in different locations. Surfaces containing more than 155,000 star-shaped holes of different sizes form a pattern on the surface of the pavilion (Fearson, 2011). The aim of this study was to create a coral-like structure that is lightweight and has high strength (URL-20).

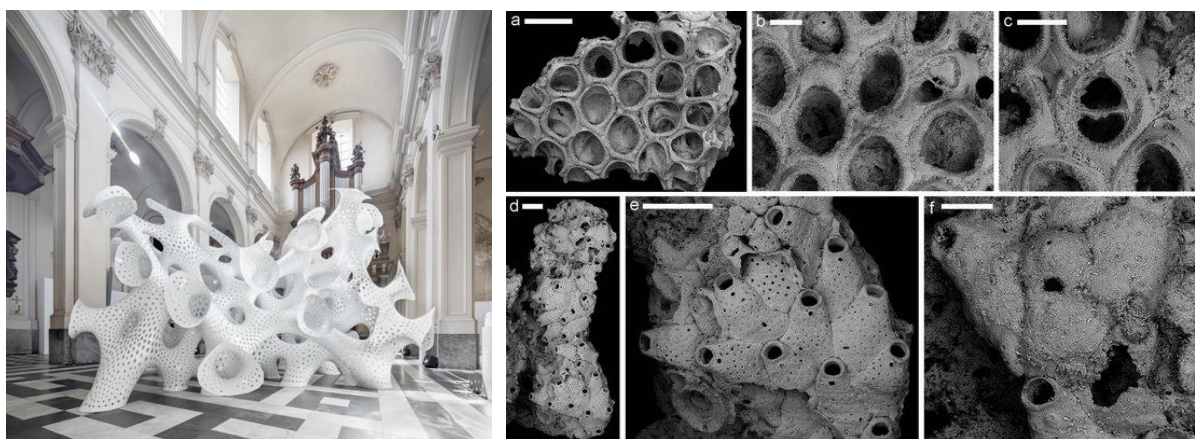


Figure 12. NonLin/Lin Pavillion, 2018 (URL-20) ; Microscopic images of corals (Rosso et al, 2017)

Similarly, the BUGA Fibre Pavilion project (Figure 13) is the result of research on lightweight and high-strength structures. This study is based on biomimetic research conducted at the Institute

for Computational Design and Construction (ICD) (URL-21) and the Institute for Building Structures and Structural Design (ITKE) (URL-21). It is produced by transferring principles from the fibrous structures of the exoskeleton of arthropods and the forewing shells of flying insects, referred to as elytra (Dambrosio et al., 2019). It demonstrates how the interdisciplinary exploration of biological principles combined with the latest computational technologies can lead to a truly new and real digital fiber composite building system. The pavilion is enclosed by a transparent and mechanically pre-stretched ETFE membrane. This lightweight structure design is stated to be approximately five times lighter than a conventional steel structure of the same dimensions (URL-22).

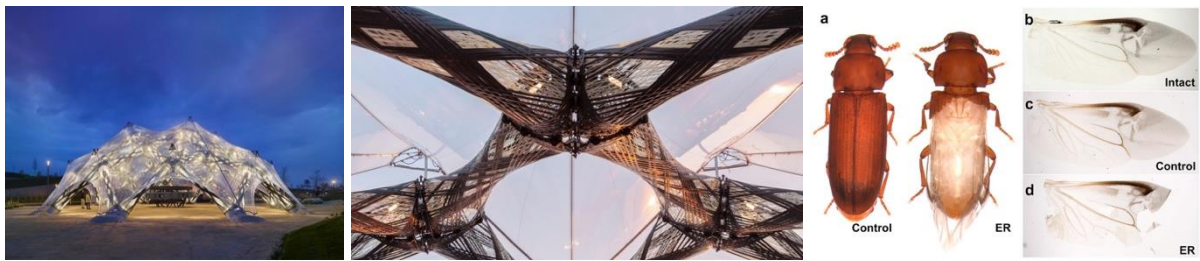


Figure 13. BUGA Fiber Pavilion, 2019, The elytra of insects (URL-22: Linz et al., 2016)

The livMatS pavilion, produced by ICD/ITKE Stuttgart University (URL-21) and located in the Botanical Garden of the University of Freiburg (URL-23), offers a sustainable, resource-efficient alternative to traditional construction methods (Figure 14). livMatS pavilion is inspired by the Saguaro cactus (*Carnegiea gigantea*) and prickly pear cactus (*Opuntia*), characterized by their special wood structure (URL-4). It is made entirely of robotically wrapped flax fiber with a naturally renewable, biodegradable, and locally available material (URL-12). Fiber composites provide an excellent basis for the development of innovative and material-efficient lightweight structures (URL-4).

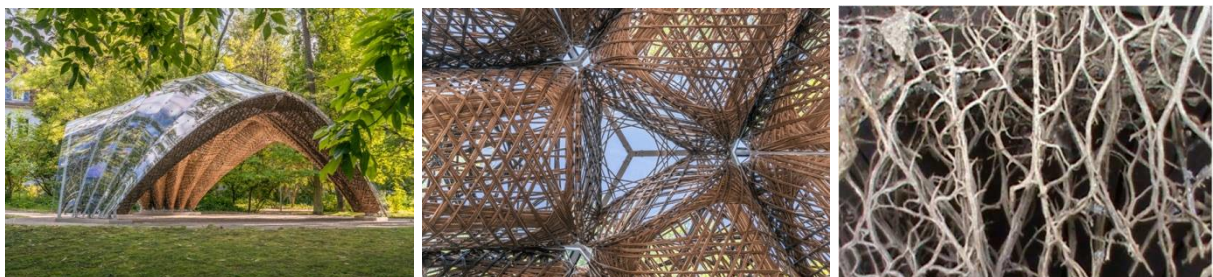


Figure 14. livMatS Pavilion 2020-21, *Prickly Pear Cactus* (URL-11; Ortega et al, 2014)

In another example, architecture students at the University of Tennessee (URL-24) built the 3D-Printed Pavilion in the fall semester of 2022 with the help of industrial partner Loci Robotics (URL-25) (Figure 15). For the pavilion design, inspired by the double curved surfaces and radial geometries of 60 and 120 degrees found in the native plant (*Trillium Tennesseeense*), the pavilion was designed as a three-lobed 3D-printed structural dome. In addition, one of the innovations of this research is the design of the thinnest possible structural shell with a thickness of approximately 147.32 mm. The thin-shell structure is reinforced with carbon fiber, which is recycled and can be recycled into new prints (URL-26).

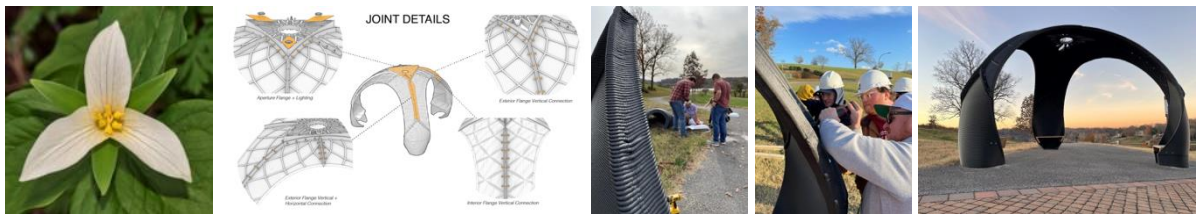


Figure 15. 3D-Printed Pavilion, University of Tennessee, 2022 (URL-26)

Another structure developed by Tonkin Liu is the 40-meter-high Tower of Light in Manchester, which supports and surrounds the chimneys of the low-carbon energy hub (Figure 12). The tower is constructed from 6 and 8-millimeter-thick flat steel sheets, specially adapted, laser-cut and then welded together to form a curved, rigid, and strong surface (Figure 16) (URL-27).

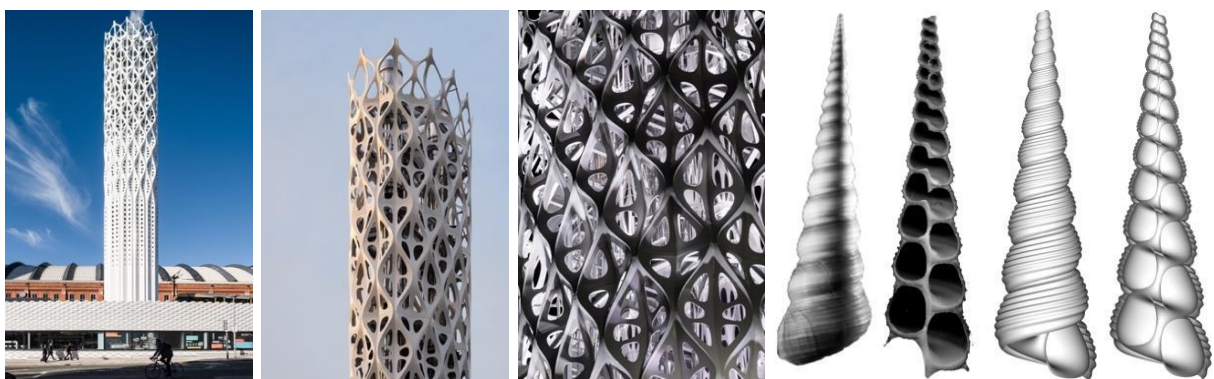

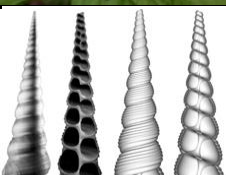


Figure 16. Tower of Light, 2022, geometric structure of seashells (URL-27; Selcuk, Fisher & Williams, 2005)

To summarize, all the examples discussed so far are the results of biomimetic research carried out to produce lightweight and high-strength structures using minimal materials. The findings of the examples examined within the scope of the study are presented in Table 1.

Table 1. Findings of the analyzed samples

Project name and year	Image	Natural Model	Objective of the research	Material
Shell Lace Structure, 2014			Lightweight and high strength designs	Sheet metal material
Trabeculae Pavillion, 2017			Production using minimal materials, lightweight, innovative, and sustainable construction techniques.	Biopolymer usage
NonLin/Lin Pavillion, 2018			Lightness and high strength	Perforated aluminum material
BUGA Fiber Pavilion, 2019			Lightweight steel structure design	ETFE membran
livMatS Pavilion 2020-21			Innovative and material-efficient lightweight construction research	Renewable, biodegradable and regional linen fiber material
3D-Printed Pavilion, 2022			Thin structural shell design	Carbon fiber that is recycled and can be recycled into new products
Tower of Light, 2022			Lightweight and high strength, solid surface formation	Flat steel plate

In the examined examples, it is seen that lightweight building systems inspired by nature result in diversity in designs, different geometric and structural forms. In the analysed researches, they are designed based on lightweight models in nature such as plants, shells, corals, bones and wings. However, in these designs, it is understood that the researchers carried out innovative structural research by utilising the macro, meso and micro scales of biological models.

7. Conclusions and Recommendations

Over millions of years, nature has evolved to create lightweight structures with high strength that best adapt to their environment. Architects, engineers, and designers are turning to nature for innovative and sustainable design solutions because nature has optimized structures for strength and efficiency. Concepts developed with reference to nature, such as resilience, high strength, and lightness, stand out as innovative developments. Therefore, in this study, the lightweight structure applications of the biomimetic approach in the field of architecture are examined and its importance as a sustainable design approach is emphasised. As it can be understood from the examples examined in the study and the systematic literature review, it is seen that architects, engineers and researchers refer to the knowledge of nature for minimum waste, resource efficiency, high strength and lightweight building designs.

However, it has been determined that the number of researches on biomimetic lightweight structures is increasing day by day. As a result, this research provides an overview of the use of lightweight systems/structures in nature as a resource for creating innovative concepts in architectural design. The examples examined in this study emphasize that the structural and morphological properties of natural structures, such as bones, wings, and shells, have significant potential. In addition, the analysed researches show that the biomimetic approach requires interdisciplinary cooperation.

As a result, the adoption of biomimetic approach in architecture is one of the innovative approaches towards the transition to sustainable practices in this field. In this context, lightweight structure researches with biomimetic approach contribute to the understanding of future architecture by reducing the use of materials, encouraging the use of recyclable materials and proposing a cyclical process.

In this context, researchers who want to work in this field will be able to gain the necessary knowledge to produce lightweight and high-strength designs by analysing structures such as webs, bones, wings, corals and shells in nature.

Research and Publication Ethics

The study complied with research and publication ethics.

References

- Arslan-Selçuk, S. (2009). *Proposal For A Non-Dimensional Parametric Interface Design In Architecture: A Biomimetic Approach*. Doktora Tezi, ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Arslan-Selcuk, S., Fisher, A. J., & Williams, C. J. (2005, December). Biomimesis and the geometric definition of shell structures in architecture. In *GA2005 8th Generative Art Conference*. Milano: Politecnico di Milano University, Department of Architecture and Planning.
- Al Khalil, M., Belkebir, H., Lebaal, N., Demoly, F., & Roth, S. (2022). A Biomimetic Design Method for 3D-Printed Lightweight Structures Using L-Systems and Parametric Optimization. *Applied Sciences*, 12(11), 5530.
- Baghdadi, A., Heristchian, M., & Kloft, H. (2019). Structural assessment of remodelled shells of Heinz Isler. *International Journal of Advanced Structural Engineering*, 11, 491-502.
- Dambrosio, N., Zechmeister, C., Bodea, S., Koslowski, V., Gil Pérez, M., Rongen, B., ... & Menges, A. (2019, September). Buga Fibre Pavilion: Towards an architectural application of novel fiber composite building systems. In *Acadia* (pp. 140-149). Austin, Texas: The University of Texas at Austin School of Architecture.
- Dixit, S., & Stefańska, A. (2022). Bio-logic, a review on the biomimetic application in architectural and structural design. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(1), 101822.
- Dudley, J. (2022). Shell Lace Projects, by Tonkin Liu. Retrieved from <http://www.jeg.co/tonkin-liu-shell-lace/>
- Fearson, A. (2011). NonLin/Lin Pavilion, Marc Fornes/ ve The Very Many. Retrieved from <https://www.dezeen.com/2011/08/02/nonlinlin-pavilion-by-marc-fornes-the-very-many/>
- Grozdanic, L. (2017). 3D-printed pavilion is modeled on the microstructure of bones. Retrieved from <https://inhabitat.com/prototypical-3d-printed-pavilion-uses-biomimicry-to-minimize-material-use/>
- Klang, K., Bauer, G., Toader, N., Lauer, C., Termin, K., Schmier, S., ... & Sobek, W. (2016). Plants and animals as source of inspiration for energy dissipation in load bearing systems and facades. *Biomimetic research for architecture and building construction: biological design and integrative structures*, 109-133.
- Kotnik, T., & Schwartz, J. (2011). The architecture of heinz isler. *Journal of the international association for shell and spatial structures*, 52(3), 185-190.
- Linz, D. M., Hu, A. W., Sitvarin, M. I., & Tomoyasu, Y. (2016). Functional value of elytra under various stresses in the red flour beetle, *Tribolium castaneum*. *Scientific Reports*, 6(1), 34813.
- Liu, B., Faisal, T., Saft, C. L., Heath, J., Jaber, S. A., Dang, Q., ... & Nguyen, S. (2019, October). Lightweight cellular structure: A formless fiberglass buildup utilize bending-active. In *Proceedings of IASS Annual Symposia* (Vol. 2019, No. 5, pp. 1-5). International Association for Shell and Spatial Structures (IASS).
- Meissner, I., & Möller, E. (2015). *Frei Otto: A Life of Research, Construction and Inspiration*. Edition Detail.
- Naboni, R., Breseghello, L., & Kunic, A. (2019). Multi-scale design and fabrication of the Trabeculae Pavilion. *Additive Manufacturing*, 27, 305-317.
- Nebelsick, J. H., Allgaier, C., Felbrich, B., Coupek, D., Reiter, R., Reiter, G., ... & Wurst, K. H. (2016). Continuous fused deposition modelling of architectural envelopes based on the shell formation of molluscs: a research review. *Biomimetic Research for Architecture and Building Construction: Biological Design and Integrative Structures*, 243-260.
- Ortega, A. S., Uribe, R. V., Delgado, J. D. H., Cobos, S. A. U., Toledo, M. A. R., Gutiérrez, E. R., & Zimbrón, A. H. (2014). Biomimicry: Natural Systems In Situ Analysis, Aimed to Rain Water Harvesting. *Key Engineering Materials*, 572, 66-69.
- Pawlyn, M. (2016). *Biomimicry in architecture*. London: RIBA Publishing.
- Rawn, E. (2014). "Shell Lace Structure": Tonkin Liu's Nature-Inspired Structural Technique ". ArchDaily. Accessed 23 Dec 2022. Retrieved from <https://www.archdaily.com/551062/shell-lace-structure-tonkin-liu-s-nature-inspired-structural-technique>
- Rosso, A., Sanfilippo, R., Vertino, A., & Zibrowius, H. (2017). Hanging coral gardens of a Tyrrhenian submarine cave from Sicily (Italy). *Bollettino della Societa Paleontologica Italiana*, 56 (1), 1-12.




- Srisuwan, T. (2019). Biomimetics in Lightweight Structures: Solution for Sustainable Design: Solution for Sustainable Design. *International Journal of Building, Urban, Interior and Landscape Technology (BUILT)*, 14, 7-16.
- Seki, Y., Bodde, S. G., & Meyers, M. A. (2010). Toucan and hornbill beaks: a comparative study. *Acta Biomaterialia*, 6(2), 331-343.
- Srisuwan, T. (2019). Biomimetics in Lightweight Structures: Solution for Sustainable Design: Solution for Sustainable Design. *International Journal of Building, Urban, Interior and Landscape Technology (BUILT)*, 14, 7-16. Retrieved from <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/BUILT/article/view/207812>
- URL-1: <https://asknature.org/>, (Access Date: 22 July 2023).
- URL-2: <https://www.archdaily.com/>, (Access Date: 22 July 2023).
- URL-3: <https://www.archivibe.com/>, (Access Date: 22 July 2023).
- URL-4: <https://www.dezeen.com/>, (Access Date: 22 July 2023).
- URL-5: <https://inhabitat.com/>, (Access Date: 22 July 2023).
- URL-6: <https://www.arch2o.com/>, (Access Date: 22 July 2023).
- URL-7: <https://architizer.com/>, (Access Date: 22 July 2023).
- URL-8: <https://asknature.org/>, (Access Date: 22 April 2023).
- URL-9: <https://i.redd.it/h9lo0hv55gu11.jpg>
- URL-10: <https://www.newscientist.com/article/2167410-superlight-aerogel-made-by-mimicking-a-baby-dragonflys-wings/>, (Access Date: 10 June 2023).
- URL-11: <https://www.itke.uni-stuttgart.de/research/icd-itke-research-pavilions/livMatS-pavilion-2020-21/>
- URL-12: <https://medium.com/@mitpress/the-giant-lily-that-inspired-the-architect-b10126dd71c6>, (Access Date: 12 June 2023).
- URL-13: <https://www.theguardian.com/artanddesign/gallery/2016/aug/08/katie-scott-illustration?page=with%3Aimg-7%23img-7>, (Access Date: 10 June 2023).
- URL-14: <https://architekturbasel.ch/eine-entdeckung-schalentragwerk-von-heinz-isler-in-allschwil/>, (Access Date: 22 May 2023)
- URL-15: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Views_of_the_Olympic_Stadium_from_Olympic_Tower,_Munich#/media/File:2014_Olympiazeltkonstruktion.JPG, (Access Date: 10 June 2023).
- URL-16: <https://www.kidsnews.com.au/animals/sheetweaver-spider-swarm-spins-huge-web/news-story/ae81b86bf20ae688dbe4c2f1739ebc6b>, (Erişim Tarihi: 10 June 2023).
- URL-17: <https://www.polimi.it/>, (Access Date: 21 July 2023).
- URL-18: <http://www.act-lab.net/>, (Access Date: 21 July 2023).
- URL-19: <https://www.filoalfa3d.com/gb/>, (Access Date: 22 July 2023).
- URL-20: <https://theverymany.com/brugge>, (Access Date: 10 June 2023).
- URL-21: <https://www.icd.uni-stuttgart.de/>, (Access Date: 22 July 2023).
- URL-22: <https://urbannext.net/buga-fiber-pavilion/>, (Access Date: 10 July 2023).
- URL-23: <https://www.botanischer-garten.uni-freiburg.de/multimedia/visiting-the-botanical-garden>, (Access Date: 22 July 2023).
- URL-24: <https://archdesign.utk.edu/>, (Access Date: 22 July 2023).
- URL-25: <https://locirobotics.com/>, (Access Date: 22 July 2023).
- URL-26: <https://archdesign.utk.edu/pavilion-cherokee-farm/>, (Access Date: 10 June 2023).
- URL-27: <https://www.archivibe.com/the-tower-of-light-by-tonkin-liu/>, (Erişim Tarihi: 10 June 2023).
- URL-28: <https://tonkinliu.co.uk/tower-of-light>, (Erişim Tarihi: 12 June 2023).
- Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on conducting a systematic literature review. *Journal of planning education and research*, 39(1), 93-112.

**IJEASED****INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN***Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi**ISSN: 2667-8764 , 5(2), 215-226, 2023*<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>**Araştırma Makalesi / Research Article****Doi: [10.47898/ijeased.1338474](https://doi.org/10.47898/ijeased.1338474)**

Maden Mühendisliği Lisans Eğitiminde Kadın Öğrenci ve Akademisyen Sayılarının İncelenmesi

Akın AKBULUT^{1*}, Ali Koray ÖZDOĞAN¹, Behzat Gökçen DEMİR¹

¹ Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process	
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : akbulutakin@gmail.com  https://orcid.org/0000-0002-5109-5682 , A. Akbulut  https://orcid.org/0000-0001-9542-1008 , A. K. Özdoğan  https://orcid.org/0000-0002-1767-009X , B. G. Demir	Geliş Tarihi / Received Date: Revizyon Tarihi / Revision Date : Kabul Tarihi / Accepted Date: Yayın Tarihi / Published Date:	06.08.2023 24.09.2023 21.10.2023 15.12.2023
Alıntı / Cite : Akbulut, A., Özdoğan, A.K., Demir, B.G. (2023). Maden Mühendisliği Lisans Eğitiminde Kadın Öğrenci ve Akademisyen Sayılarının İncelenmesi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 5(2), 215-226.		

Özet

Madenlerin aranması, uygun üretim yöntemlerinin belirlenerek projelendirilmesi, projesine ve mühendislik disiplinine uygun olarak verimli bir şekilde işletilmesi, tesislerde ara ve uç ürün elde edilmesi aşamalarında maden mühendisleri önemli görevler üstlenir. Kadınlar, her meslek grubunda olduğu gibi maden mühendisliğinde de aktif olarak gerek saha çalışmalarında gerekse büro/ofis çalışmalarında yer almaktadır. Günümüzde kamu ve özel sektörde çalışan çok sayıda kadın maden mühendisi vardır. İncelenen 2015-16 ile 2022-23 yıllarında, maden mühendisliği lisans eğitimine yeni kayıt olan ve kayıtlı toplam öğrenci sayılarında geçmiş dönemlere göre önemli oranlarda azalma olmuştur. Bu durum, mezun sayılarında da azalmaya neden olmuştur. Toplam öğrenci sayılarındaki yaşanan azalma eğilimine benzer şekilde yeni kayıt olan, kayıtlı ve mezun olan kadın öğrenci sayıları da azalma göstermiştir. Maden mühendisliği bölümlerinde görevli kadın akademisyen sayısı da oldukça düşük seviyededir. Ülkemizde yaşanan maden kazaları, madencilığe yönelik olumsuz çevre algısı, yatırım azlığı, çalışma koşulları gibi etkenlerin bu düşüşte etkisi olduğu söylenebilir. Bu çalışmada, ülkemizdeki maden mühendisliği lisans eğitiminde yer alan kadın öğrenci ve akademisyen sayıları ve oranları incelenerek değerlendirmeler yapılmış ve toplam öğrenci sayılarında olduğu gibi kadın öğrenci sayılarında görülen düşüşlere ve kadın akademisyen oranının düşük olmasına dikkat çekilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Maden Mühendisliği, Kadın Öğrenci, Lisans Eğitimi.

Investigation of The Number of Female Students and Academicians In Undergraduate Education of Mining Engineering

Abstract

Mining engineers undertake important tasks in the exploration of mines, determining and designing appropriate production methods, operating efficiently in accordance with the project and engineering discipline and obtaining intermediate, and end products in the facilities. As in every professional group, women are actively involved in both field and officework in mining engineering. Today, there are many women mining engineers working in the public and private sectors. In the years 2015-16 and 2022-23 under review, there has been a significant decrease in the number of new and enrolled students in mining engineering under graduate education compared to the previous periods. This situation has also led to a decrease in the number of graduates. Similar to the decreasing trend in the total number of students, the number of newly enrolled, and graduated female students has also decreased. The number of female academicians working in mining engineering departments is also quite low level. It can be said that factors such as mining accidents in our country, negative environmental perception towards mining, lack of investment and working conditions have an impact on this decline. In this study, the number, and ratios of female students and academicians in undergraduate mining engineering education in Türkiye were analysed and evaluated and it is aimed to draw attention to the decline in the number of female students and the low rate of female academicians as in the total number of students.

Keywords: *Mining Engineering, Female Student, Undergraduate Education.*

1. Giriş

Maden mühendisleri, madenlerin aranmasında ve işletilmesinde, madencilik faaliyetleri sonlandırılan alanların çevre ile uyumlu hale getirilmesinde ve kapatılmasında, madencilik tesisleri ve fabrikalarında cevher hazırlama ve zenginleştirme faaliyetlerinde saha mühendisi olarak çalışmalarının yanında, saha/arazi çalışmalarından elde edilen bilgilerin yorumlanarak teknik belge, rapor ve proje haline getirildiği büro/ofis çalışmalarında çok önemli katkı sunmaktadır.

Maden mühendisleri, yapılan işin niteliği ve görev tanımına göre; Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Türkiye Taşkömürü Kurumu, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, Elektrik Üretim A.Ş., Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Karayolları Genel Müdürlüğü, Yatırım İzleme Koordinasyon Başkanlıkları, İl Özel İdareleri, belediyeler gibi kamu kurum ve kuruluşları ile kamu iktisadi teşebbüslerinde istihdam edilmektedir. Bunun yanında, özel sektörde daimî nezaretçi, teknik eleman, yetkilendirilmiş tüzel kişi gibi farklı iş tanımlarında önemli sayıda maden mühendisleri çalışmaktadır. Kadınlar günümüzde, çalışma ve sosyal hayatın her alanında önemli katkılar sunmaktadır. Geçmiş yıllarda, bazı iş kollarında (askerlik, polislik, şoförlük gibi) kadınların bu işleri yaparken zorlanacağı düşünüldükçe, bugün erkeklerin geçmiş yıllarda yoğun olarak çalıştığı mesleklerin birçoğunda artık kadınlar eskiye oranla daha çok yer almaktadır. Bu mesleklerden birisi de maden mühendisliğidir.

Uzun yıllar, maden mühendisliği mesleği düşük oranlarla da olsa kadınlar tarafından tercih edilmiştir. Bu yıllarda, genel olarak kadın maden mühendislerinin önemli bir kısmı maden işletmeleri veya ocaklarından ziyade büro/ofis çalışmalarında mühendislik hizmeti vermeleri amacıyla istihdam edilmiştir. Maden mühendisliği mesleği, özellikle saha mühendisliği olarak çalışma koşulları dikkate alındığında, kadınlar açısından başka meslek dallarına göre daha yorucu ve zorlu bir meslek olarak düşünülse de günümüzde ülkemiz maden işletmeleri ve ocaklarında önemli ölçüde kadın maden mühendisleri istihdam edilmektedir.

07 Temmuz 2006 günü, Bakırcı köyü (Azdavay/Kastamonu) sınırları içinde bulunan özel bir firmaya ait kömür işletmesinde meydana gelen grizu patlaması sonucunda yaşamını yitiren Maden Mühendisi Huriye GÜNEY, maden ocağında yaşamını yitirerek maden şehidi olan ilk kadın maden mühendisi olarak kayıtlara geçmiştir (URL-1).

Bu çalışmada, ülkemizdeki maden mühendisliği lisans eğitiminde yer alan kadın öğrenci ve akademisyen sayıları ve oranları incelenmiştir. Yeni kayıt olan, kayıtlı ve mezun olan öğrenci sayıları ve oranları ile maden mühendisliği bölümlerinde görev alan kadın akademisyen sayıları ve oranları değerlendirmeye alınmıştır. Lisans eğitimine yeni kayıt olan ve kayıtlı öğrenci sayıları açısından 2015-16 ve 2022-23 yılları, mezun sayıları açısından 2012-13 ve 2021-22 yılları arasındaki (belirtilen yıllar dahil) veriler değerlendirilmiştir. Akademisyen sayıları için 2023 yılı sayıları üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Özetle, çalışma kapsamında, maden mühendisliği lisans eğitiminde yeni kayıt, kayıtlı ve mezun öğrenci sayıları ile akademisyen sayılarına yönelik yükseköğretim istatistikleri bir araya getirilerek bu veriler yorumlanmıştır.

2. Ülkemizde Maden Mühendisliği Eğitimi

Ecoledes Mines de Paris'den mezun olan ve sadrazam, nazır gibi önemli Devlet görevlerinde de bulunan Maden Yüksek Mühendisi İbrahim Ethem PAŞA, Türkiye'nin ilk maden mühendisidir. İbrahim Ethem Paşa'nın 1872 yılında kurduğu Orman ve Maadin Mektebi kısa bir sonra kapanmıştır. Cumhuriyetin ilk yıllarında (1924), madencilik açısından önemli bir şehrimiz olan Zonguldak ilinde açılan Yüksek Maden ve Sanayi Mektebi de benzer şekilde kısa bir süre sonra kapanmıştır. Maden Tetkik ve Arama Enstitü (MTA)'sünün (bugün Genel Müdürlük) 1935 yılında kurulmasını takip eden dönemlerde yurtdışına gönderilen öğrenciler, 1940'lardan sonra Türkiye'ye dönerek birçok madencilik kuruluşlarında ve öğretim kurumlarında görev almıştır (URL-2).

Kuruluşundan kısa bir sonra kapanan Yüksek Maden ve Sanayi Mektebi, MTA tarafından meslek yüksek okulu olarak değerlendirilmiş ve söz konusu okul 1951 yılında Milli Eğitim Bakanlığına devredilerek Zonguldak Maden Teknik Okulu olmuştur. Bu okul, 1962 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Maçka Teknik Okulu'na bağlanmıştır. Sonraki yıllarda, akademik anlamda ilk maden mühendisliği eğitimi İTÜ'de Maden Fakültesi'nin kurulumu ile başlamıştır (URL-2).

Maden Fakültesi'nin ilk sınıfında, erkekler arasında yer alan kadın öğrenciler, 53' sınıfından Işık AKMAN (Prof. Dr. Işık KUMBASAR) ve Suna ATAK (Prof. Dr. Suna ATAK) olmuştur. Dönemin önemli kamu kuruluşları olan MTA, Etibank, Ereğli Demir Çelik İşletmeleri tarafından yeni kurulan Maden Fakültesi öğrencilerine burs verilmiştir. Işık Akman Etibank'tan burs almak için hak kazandığı halde kadın öğrenci olması nedeniyle bursu geri alınmıştır. Sonraki yıllarda, üniversitenin desteği ile bazı şartlarda (evlenmeme ve mecburi hizmet), MTA'dan burs alabilen ilk kadın olmuştur. İlk kadın öğrenciler, ilk kadın maden yüksek mühendisleri olarak 1958 yılında mezun olmuştur. Meral KALABAY ise, ikinci MTA burslusu olarak okumuş ve mezuniyeti sonrasında MTA'da çalışmaya başlamıştır (URL-3).

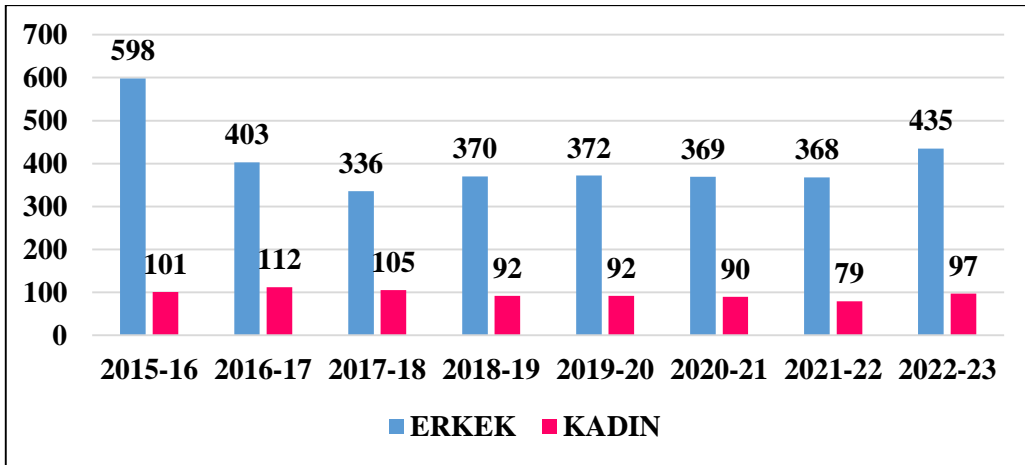
Maden Fakültesi'nin kurulumundan sonra sırasıyla Orta Doğu Teknik Üniversitesi (1960) ve Hacettepe Üniversitesi'nde (1968) maden mühendisliği bölümleri açılmıştır. Maden mühendisliği bölüm sayısı 1987 yılına kadar sekize, takip eden beş yıl sonra ise on beşe ulaşmıştır. 1990'lı yıllar ve sonrasında bölüm sayıları giderek artmış ve ikinci öğretim eğitimleri yaygınlaşmıştır. Farklı üniversitelerde yeni bölümlerin açılması ve ikinci eğitim uygulanmasında ülkemizin maden mühendisine olan gereksinimine dikkat edilmemiştir. Maden mühendisliğinde ilk İngilizce eğitim ise Orta Doğu Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü'nde başlamıştır (Özbayoğlu, 2011).

Dünya genelinde yakın geçmişte, özellikle tıp, hukuk, psikoloji gibi bilim alanları mühendislik eğitiminden daha çok tercih edilmiştir. Bu durumdan etkilenen mesleklerden birisi de maden mühendisliği olmuştur. Madencilik faaliyetlerinin diğer alanlara göre zorlu çalışma koşulları, olumsuz çevre algısı, yaşanan maden kazaları, yatırım ortamında yaşanan dalgalanmalar ve yatırım azlığı gibi etkenlerin bu noktada etkili olduğu söylenebilir (Özbayoğlu, 2011). Bu süreçler, doğal olarak ülkemizde mesleğin tercih edilmesine başka bir ifade ile öğrenci sayılarına da etki yapmıştır. Toplam öğrenci sayılarında yaşanan düşüş benzer şekilde kadın öğrenci sayılarını da etkilemiştir.

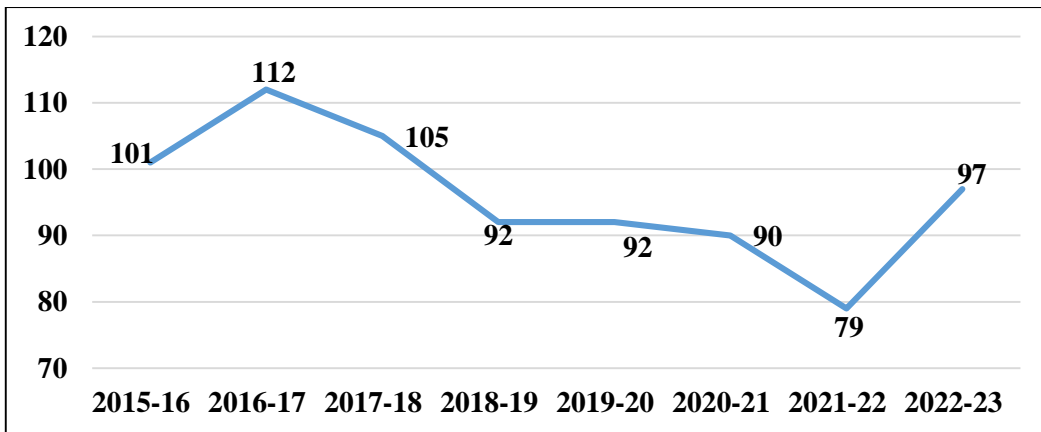
3. Maden Mühendisliği Eğitiminde Kadın Öğrenciler ve Akademisyenler

3.1. Maden Mühendisliği Bölümlerine Yeni Kayıt Olan Öğrenci Sayıları

Maden mühendisliği lisans eğitimine yeni kayıt olan toplam öğrenci sayıları incelendiğinde, incelemeye konu yıllar arasında en yüksek yeni kayıt sayısının 699 ile 2015-16 yılında olduğu görülmektedir (Şekil 1). Bu yıldan sonra azalma eğilimine giren öğrenci sayıları 2018-19 ve 2019-20 yıllarında bir önceki yıla göre düşük seviyede artış gösterse de 2020-21 yılından itibaren tekrar azalma eğilimine girmiştir. 2022-23 yılında ise yeni kayıt olan toplam öğrenci sayısı bir önceki yıla göre artmıştır. 2015-16 yılında 700 seviyesine yakın olan öğrenci sayısı yakın geçmişteki beş yıl boyunca 447-532 arasında kalmıştır. 2022-23 yılında toplam öğrenci sayısı 2015-16 yılına göre %23,89 azalmıştır. Lisans eğitimine yeni kayıt olan kadın öğrenci sayısı ise, 2016-17, 2019-20 ve 2022-23 yılları dışında her yıl bir önceki yıla göre azalma göstermiştir (Şekil 2).



Şekil 1. Maden Mühendisliği Lisans Eğitimine Yeni Kayıt Olan Öğrenci Sayıları (URL-4)



Şekil 2. Maden Mühendisliği Lisans Eğitimine Yeni Kayıt Olan Kadın Öğrenci Sayısının Değişimi (URL-4)

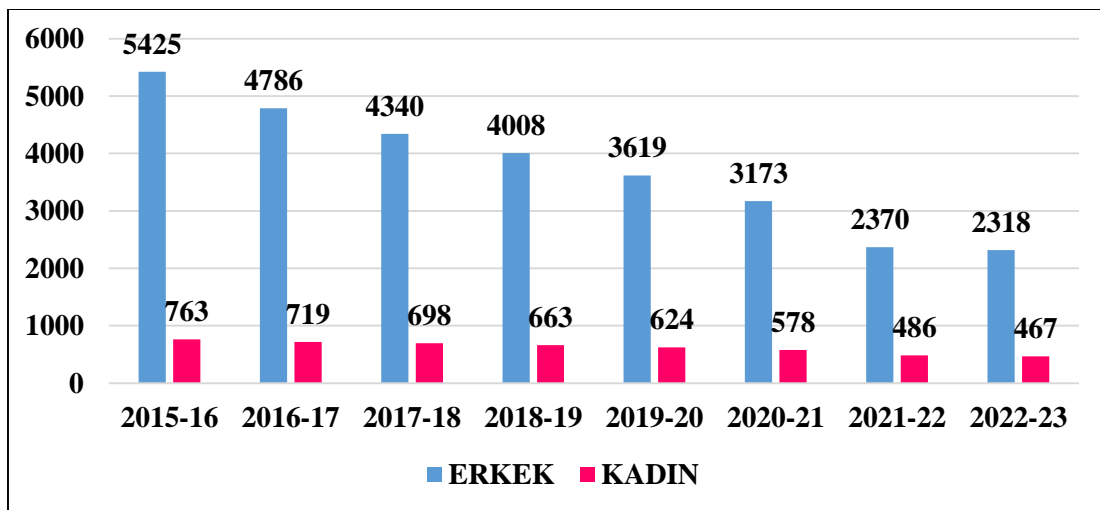
Yeni kayıt olan kadın öğrenci sayısının en yüksek olduğu yıl 2016-17 iken, en düşük olduğu yıl ise 2021-22 yılıdır. 2022-23 yılında kadın öğrenci sayısı 2015-16 yılına göre %3,96 azalmıştır.

Maden mühendisliği lisans eğitimine 2015-16 ile 2022-23 yılları arasında (8 yıl) yeni kayıt olan öğrenci sayıları içinde kadın öğrenci oranları sırasıyla %14,45, %21,75, %23,81, %19,91, %19,83, %19,61, %17,67 ve %18,23 olmuştur.

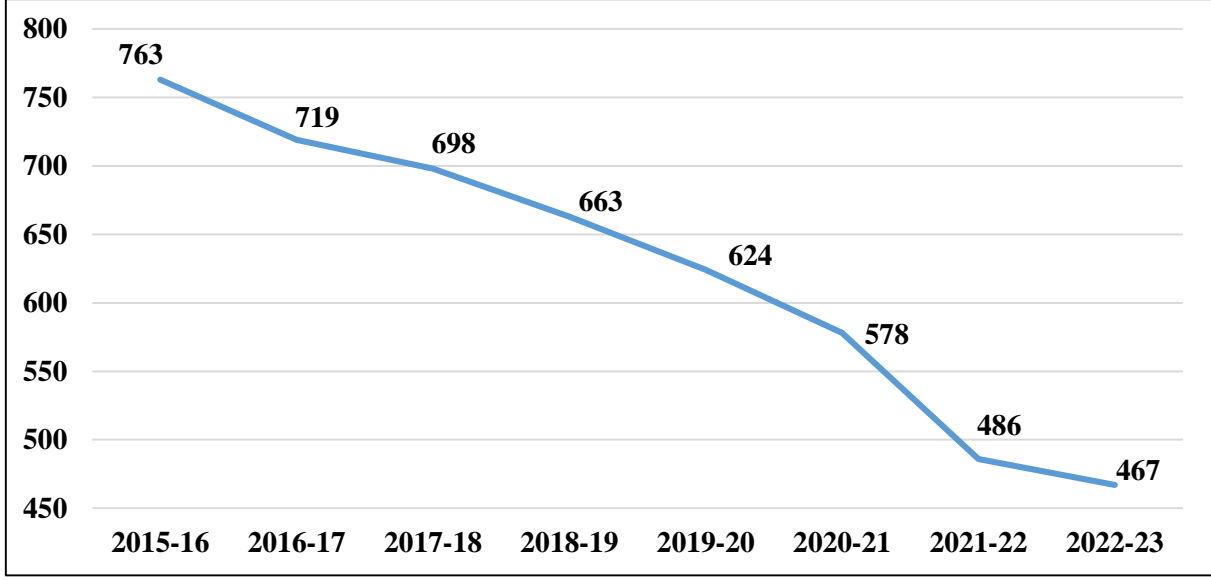
Kadın öğrenci sayılarındaki yıllara göre oransal değişim, bir önceki yıla göre 2016-17 yılında %10,89 artma, 2017-18 yılında %6,25 azalma, 2018-19 yılında %12,38 azalma, 2020-21 yılında %2,17 azalma, 2021-22 öğretim yılında %12,22 azalma, 2022-2023 yılında %22,78 artma şeklindedir. 2019-2020 yılında ise bir önceki yıla göre kadın öğrenci sayısı değişmemiş ve 92 olarak kalmıştır (URL-4).

3.2. Maden Mühendisliği Bölümlerinde Kayıtlı Öğrenci Sayıları

Maden mühendisliği lisans eğitimine kayıtlı olan toplam öğrenci sayıları incelendiğinde, incelemeye konu yıllar arasında en yüksek öğrenci sayısının 6188 ile 2015-16 yılında olduğu görülmektedir (Şekil 3). Bu yıldan sonra her yıl bir önceki yıla göre toplam öğrenci sayısı azalarak devam etmiştir. 2022-23 yılında toplam öğrenci sayısı 2015-2016 yılına göre %55 azalmıştır. Lisans eğitimine kayıtlı olan kadın öğrenci sayısı ise, toplam kayıtlı öğrenci sayıları ile benzer şekilde her yıl bir önceki yıla göre azalma göstermiştir (Şekil 4). Kayıtlı olan kadın öğrenci sayısının en yüksek olduğu yıl 2015-16 iken, en düşük olduğu yıl ise 2022-23 yılıdır. 2022-23 yılında kadın öğrenci sayısı 2015-16 yılına göre %38,79 azalmıştır.



Şekil 3. Maden Mühendisliği Lisans Eğitimine Kayıtlı Öğrenci Sayıları (URL-5)



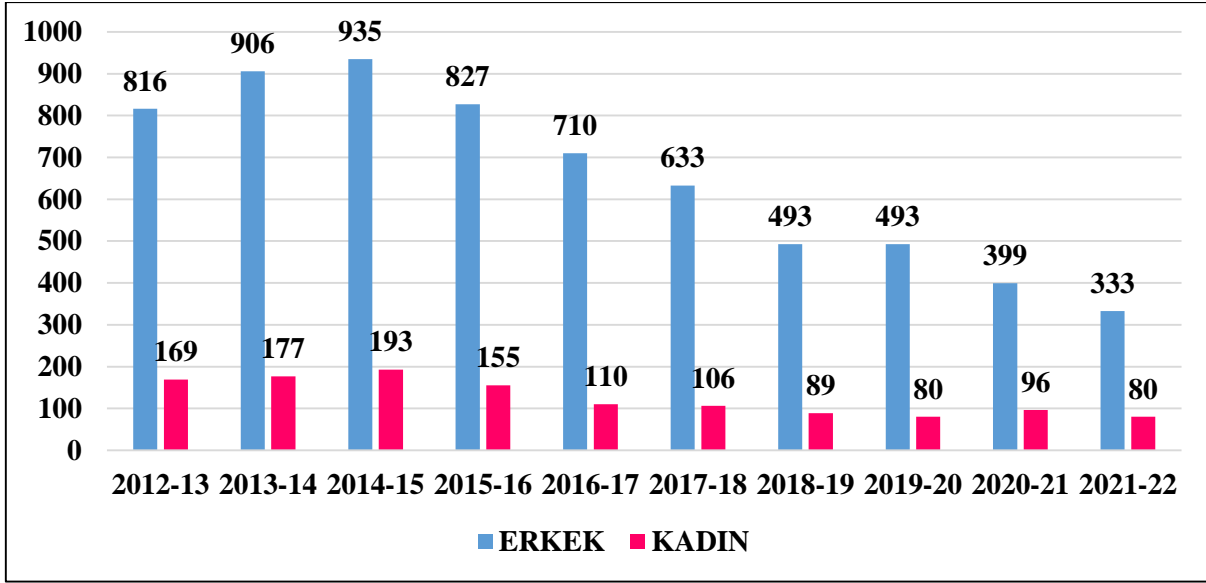
Şekil 4. Maden Mühendisliği Lisans Eğitimine Kayıtlı Kadın Öğrenci Sayılarının Değişimi (URL-5)

Maden mühendisliği lisans eğitimine 2015-16 ile 2022-23 yılları arasında (8 yıl) kayıtlı olan öğrenci sayıları içinde kadın öğrenci oranları sırasıyla %12,33, %13,06, %13,85, %14,19, %14,71, %15,41, %17,02 ve %16,77 olmuştur.

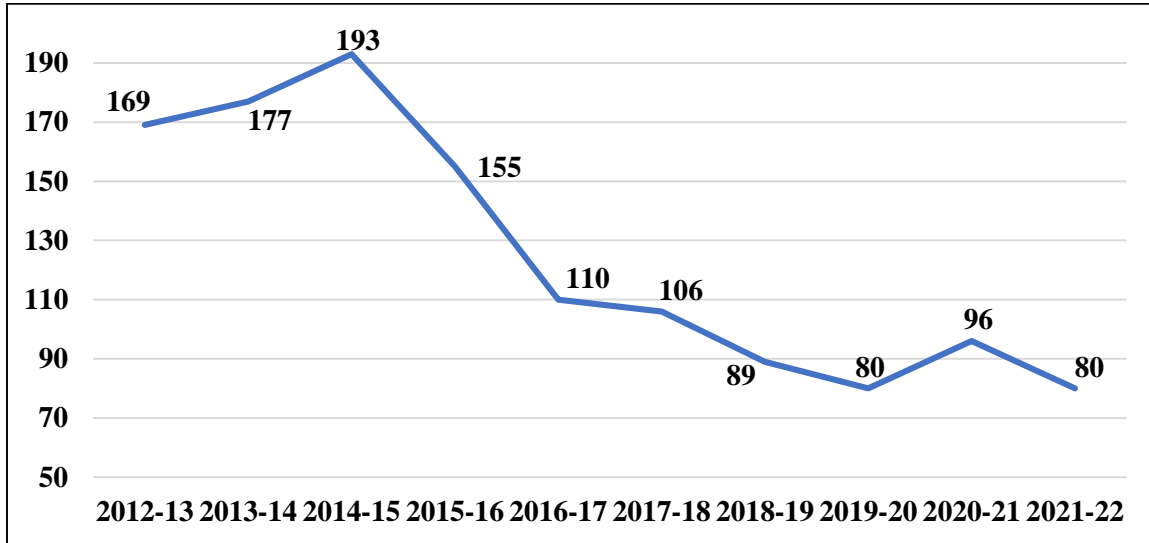
Her yıl bir önceki yıla göre azalma gösteren kayıtlı kadın öğrenci sayılarındaki azalma eğilimi ise, bir önceki yıla göre 2016-17 yılında %5,77, 2017-18 yılında %2,92, 2018-19 yılında %5,01, 2019-20 yılında %5,88, 2020-21 yılında %7,37, 2021-22 yılında %15,92, 2022-23 yılında %3,91 şeklindedir (URL-5).

3.3. Maden Mühendisliği Bölümlerinden Mezun Olan Öğrenci Sayıları

Maden mühendisliği bölümlerinden mezun olan toplam öğrenci sayıları 2012-13 yılından sonra takip eden iki yıl boyunca artma eğiliminde iken 2015-16 yılından itibaren her yıl bir önceki yıla göre azalma göstermiştir (Şekil 5). Araştırmaya konu yıllar dikkate alındığında ortalama mezun sayısı yıllık 780'dir. Mezun olan kadın öğrenci sayıları da 2020-21 yılı hariç toplam mezun sayısı ile benzer eğilim göstermiştir (Şekil 6). 2020-21 yılında bir önceki yıla göre toplam mezun sayısı azalırken mezun kadın öğrenci sayısı artma göstermiştir. 2021-22 yılında 2012-13 yılına göre toplam mezun sayısı %58,07 oranında, mezun olan kadın öğrenci sayısı ise %52,66 oranında azalmıştır.



Şekil 5. Maden Mühendisliği Lisans Eğitiminden Mezun Olan Öğrenci Sayıları (URL-6)



Şekil 6. Maden Mühendisliği Lisans Eğitiminden Mezun Olan Kadın Öğrenci Sayılarının Değişimi (URL-6)

Maden mühendisliği lisans eğitiminde 2012-13, 2021-22 yılları arasında (10 yıl) mezun olan öğrenci sayıları içinde kadın öğrenci oranları sırasıyla %17,16, %16,34, %17,11, %15,78, %13,41, %14,34, %15,29, %13,96, %19,39, %19,37 olmuştur.

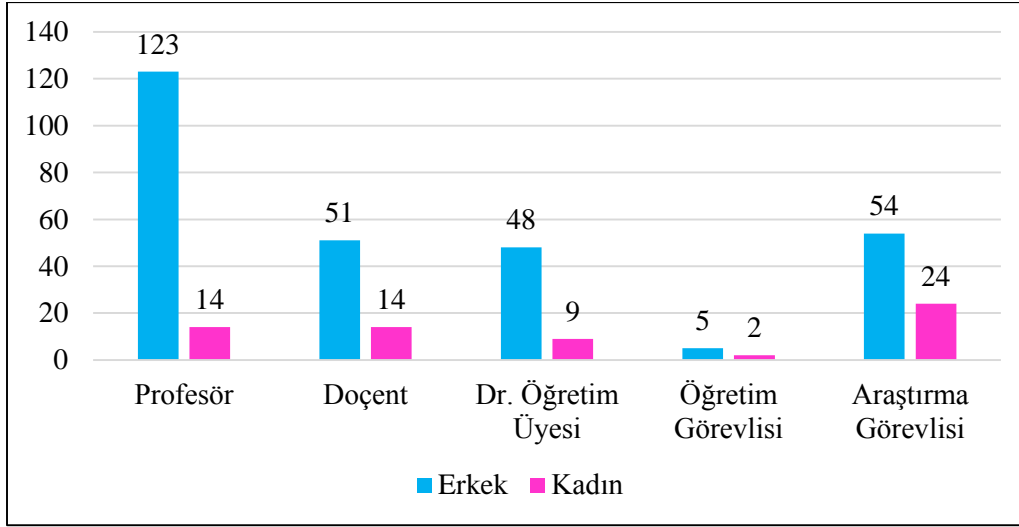
Yıllar itibarıyla lisans eğitiminden mezun olan kadın öğrenci sayısının, bir önceki yıla göre değişim oranları incelendiğinde; 2013-14 yılında %4,73 artma, 2014-15 yılında %9,04 artma, 2015-16 yılında %19,69 azalma, 2016-17 yılında %29,03 azalma, 2017-18 yılında %3,64 azalma, 2018-19 yılında %16,04 azalma, 2019-20 yılında %10,11 azalma, 2020-21 yılında %20 artma, 2021-22 yılında %16,67 azalma görülmektedir (URL-6).

3.4. Maden Mühendisliği Bölümlerinde Görev Alan Kadın Akademisyen Sayıları

Mühendislik hizmetleri verilen meslekler, ülkelerin gelişme ve büyüme süreçlerine birinci derecede katkı sağlayan meslek dallarındandır. Mühendislik eğitimi alan öğrencilerin kaliteli ve yeterli öğretim hayatları ile öğrencilerin mezuniyetleri sonrası kaliteli hizmet verebilmeleri ve çalışabilmeleri açısından, donanımlı ve yeterli akademisyen sayıları da oldukça önemlidir. Bu kapsamda, maden mühendisliği lisans eğitiminde yer alan kadın öğrenci sayıları yanında maden mühendisliği bölümlerinde görevli olan kadın akademisyen sayılarının incelenmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

Ülkemizdeki üniversitelerden 26'sında maden mühendisliği bölümü mevcuttur. Yükseköğretim programlarına ilk tercih/yerleştirme döneminde 2021 ve 2022 yıllarında 12 üniversitede maden mühendisliği kontenjanı açılmıştır. 2021 yılında iki üniversite tercih edilmemiş, 2022 yılında ise altı üniversitede yerleşen öğrenci sayısı 10'un altında kalmıştır. 2021 yılı aynı zamanda en az kontenjanın (395) açıldığı ve en az öğrencinin yerleştiği (280 öğrenci) yıl olmuştur. 2022 yılında ise açılan 395 kontenjana 291 öğrenci yerleşmiştir. En fazla kontenjanın (1966) açıldığı 2012 yılı ve en fazla yerleşen öğrenci sayısının (1737) olduğu 2010 yılına göre 2021 ve 2022 yıllarındaki kontenjan ve yerleşen öğrenci sayıları oldukça düşük kalmıştır (Akbulut, 2023).

Ülkemiz üniversitelerinin maden mühendisliği bölümlerinde, 06.07.2023 tarihi itibarıyla 63'ü kadın, 281'i erkek olmak üzere toplam 344 akademisyen görev yapmaktadır (Şekil 7). Başka bir ifade ile, maden mühendisliği bölümlerinde oransal olarak %81,69 erkek ve %18,31 kadın akademisyen bulunmaktadır. Kadın ve erkek akademisyen oranları arasındaki fark oldukça yüksektir. Akademik unvanlar ayrı ayrı değerlendirildiğinde toplam akademisyen sayısının en fazla olduğu unvan profesör kadrosudur. Kadın akademisyen sayısının en fazla olduğu unvan ise araştırma görevlisidir. Akademik unvanlardaki kadın akademisyen oranları profesör kadrosunda %10,22, doçent kadrosunda %21,54, doktor öğretim üyesi kadrosunda %15,79, öğretim görevlisi kadrosunda %28,57, araştırma görevlisi kadrosunda %30,77 şeklindedir (URL-7). Görüldüğü üzere tüm akademik unvanlarda erkek akademisyen oranı yüzdesel olarak oldukça yüksektir. Araştırma görevlisi kadrosunda ise oransal fark diğer kadrolara göre daha azdır. Araştırma görevlilerinin geleceğin akademisyenleri olacağı düşünüldüğünde, ileriye yönelik olarak kadın akademisyen yüzdesinin artabileceği bir nebzede olsa sevindirici bir durumdur.



Şekil 7. Maden Mühendisliği Bölümlerindeki Akademisyen Sayılarının Dağılımı (URL-7)

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışma kapsamında, yükseköğretim verileri bir araya getirilerek maden mühendisliği eğitiminde kadın öğrenci ve akademisyen sayıları üzerine değerlendirmeler yapılmıştır. Yeni kayıt olan ve kayıtlı öğrenci sayıları açısından 2015-16 ve 2022-23, mezun sayıları açısından 2012-13 ve 2021-22 yılları arasındaki (belirtilen yıllar dahil) yıllar incelenmiştir. Toplam öğrenci sayılarında olduğu gibi kadın öğrenci sayılarında görülen düşümlere ve kadın akademisyen oranının düşük olmasına dikkat çekilmesi amaçlanmıştır.

2022-23 yılında 2015-16 yılına göre maden mühendisliği lisans eğitimine yeni kayıt olan toplam öğrenci sayısı %23,89 oranında, kadın öğrenci sayısı ise %3,96 oranında azalmıştır. Yeni kayıt olan kadın öğrenci sayısında görülen düşüş her ne kadar az bir miktar gibi düşünülse de incelemeye konu sekiz yıl için yıllık ortalama 96 olan kadın öğrenci sayısı oldukça düşük kalmıştır. Bu sayı, 2022-23 yılında yıllık ortalamaya yakın şekilde 97 olmuştur (URL-4).

2022-23 yılında 2015-16 yılına göre maden mühendisliği bölümlerinde kayıtlı toplam öğrenci sayısı %55 oranında, kadın öğrenci sayısı ise %38,79 oranında azalmıştır. Özellikle, kayıtlı olan kadın öğrenci sayısı her yıl bir önceki yıla göre azalarak devam etmiştir (URL-5).

2021-22 yılında 2012-13 yılına göre maden mühendisliği toplam lisans mezun öğrenci sayısı %58,07 oranında, mezun kadın öğrenci sayısı ise %52,66 oranında azalmıştır. Mezun kadın öğrenci sayısı, bir önceki yıla göre bazı yıllarda artma veya azalma eğilimi göstermiş ve araştırmaya konu on yıl için yıl başına ortalama yaklaşık 126 olmuştur (URL-6).

Araştırmaya konu yıllar itibarıyla maden mühendisliği lisans eğitimine yeni kayıt olan, kayıtlı ve mezun olan kadın öğrenci sayıları her zaman erkek öğrenci sayılarından daha az olmuştur. Bununla birlikte, yeni kayıt olan, kayıtlı ve mezun öğrenci sayıları incelenen son yılda ilk yıla göre önemli oranlarda azalma gösterdiği görülmüştür. Ancak, 2022-23 yılında yeni kayıt olan toplam öğrenci ve kadın öğrenci sayısında geçmiş birkaç yıla oranla az da olsa bir artış olmuştur.

Maden mühendisliği bölümlerinde görevli olan kadın akademisyen sayısı 63'dür. Akademisyenler içerisinde, erkek akademisyen oranı %81,69 iken kadın akademisyen oranı %18,31'dir. Akademisyenler içerisinde kadın akademisyenlerin sayısının da oldukça düşük olduğu görülmektedir (URL-7). Kadın akademisyen oranları içerisinde en yüksek oranın araştırma görevlisi kadrosunda olması, kadın akademisyenler için gelecek açısından önemli bir nokta olarak değerlendirilebilir.

Son yıllarda, ülkemizde üniversitelerin maden mühendisliği bölümlerinde açılan kontenjan sayıları geçmiş yıllara oranla daha az sayıdadır. Ayrıca, yükseköğretim kurumları sınavları sonucunda maden mühendisliği bölümlerine yerleşen öğrenci sayılarında da önemli oranda azalma olmuştur. Son yıllarda yaşanan maden kazaları, madencilğe yönelik olumsuz çevre algısı, genel anlamda mühendislik eğitime olan ilginin azalması, madencilik sektöründe yatırım azlığı ve madencilik faaliyetlerinin çalışma koşulları gibi etkenlerin de öğrenci sayılarında görülen bu düşüşte etkili olduğu söylenebilir. Açılan kontenjanların önemli bir kısmının boş kalması ve öğrenci sayılarında yaşanan düşüş nedeniyle maden mühendisliği bölümlerindeki kadın öğrenci sayılarının da düştüğü düşünülmektedir. Gençlerin maden mühendisliğini daha iyi tanınmasına ve meslek olarak seçmesine yönelik olarak geniş katılımlı bir stratejik planlama yapılması ve çalışmaların artırılması durumunda, kadın maden mühendisi sayılarında da artış sağlanacağı düşünülmektedir.

Yazarların Katkısı

Çalışmada her üç yazar da eşit oranda katkı sunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Akbulut, A. (2023). *Ülkemiz Madencilik Sektörünün Geleceği Açısından Maden, Jeoloji ve Jeofizik Mühendisliklerinin Tercih Edilirliğinin Önemi, Üç Mühendislik Disiplinin Maden Kanunu Kapsamındaki Yeri, Görev, Yetki ve Sorumluluklarının İncelenmesi*, Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Özbayoğlu, G. (2011), Maden Mühendisliği Eğitiminde Eğilimler ve Sorunlar. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*. (sayı: 3, 156 – 160). Retrieved from: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1711485>
- URL-1: <https://www.zhaber.com.tr/turkiyenin-ilk-kadin-maden-muhendisi-sehidi-huriye-guney>. (Erişim tarihi: Ekim 2023).
- URL-2: <https://mines.itu.edu.tr/hakkimizda/tarihce>. (Erişim tarihi: Ekim 2023).
- URL-3: <https://web.itu.edu.tr/~okayn/Women50YilKitabi03.pdf>, Okay, N. Maden Fakültesi'nde Kadın Öğrenciler: 1953'ten Günümüze (Erişim Tarihi: Ekim 2023).
- URL-4: <https://istatistik.yok.gov.tr/>, Yükseköğretim İstatistikleri, ... Öğretim Yılı, Öğrenci Sayıları, Öğrenim Düzeyleri ve Birimlere Göre Yeni Kayıt Olan Öğrenci Sayıları, Maden Mühendisliği Pr. – Maden Mühendisliği Pr. (İngilizce). (Erişim Tarihi: Nisan-Ekim 2023).
- URL-5: <https://istatistik.yok.gov.tr/>, Yükseköğretim İstatistikleri, ... Öğretim Yılı, Öğrenci Sayıları, Öğrenim Düzeyleri ve Birimlere Göre Öğrenci Sayıları, Maden Mühendisliği Pr. - Maden Mühendisliği Pr. (İngilizce), Maden Mühendisliği Pr. (ikinci öğretim). (Erişim Tarihi: Nisan-Ekim 2023).
- URL-6: <https://istatistik.yok.gov.tr/>, Yükseköğretim İstatistikleri, ... Öğretim Yılı, Mezun Sayıları, Öğrenim Düzeyleri ve Birimlere Göre Mezun Sayıları, Maden Mühendisliği Pr. - Maden Mühendisliği Pr. (İngilizce), Maden Mühendisliği Pr. (ikinci öğretim). (Erişim Tarihi: Nisan-Ekim 2023).
- URL-7: <https://istatistik.yok.gov.tr/>, Öğretim Elemanı İstatistikleri, Öğretim Elemanı Sayıları, Birim Bazında Öğretim Elemanı Sayıları, Maden Mühendisliği Bölümü. (Erişim Tarihi: 06 Temmuz 2023).



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
ISSN: 2667-8764 , 5(2), 227-247, 2023
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>




Araştırma Makalesi / *Reserch Article*

Doi: [10.47898/ijeased.1363431](https://doi.org/10.47898/ijeased.1363431)

Tuzla Bölgesindeki (Çanakkale, Biga Yarımadası) Jeotermal Enerji Santrallerindeki Tehlike ve Risklerin 5x5 L Tipi Matris ve Fine-Kinney Risk Metotları ile Karşılaştırılması

Didem KIRAY ^{1*}

¹ Çanakkale, 17020, Türkiye.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>	
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author:</i> dkiray17@gmail.com  https://orcid.org/0000-0002-4187-7285 , D. Kiray	Geliş Tarihi / <i>Received Date:</i>	20.09.2023
	Revizyon Tarihi / <i>Revision Date :</i>	11.10.2023
	Kabul Tarihi / <i>Accepted Date:</i>	25.10.2023
	Yayın Tarihi / <i>Published Date:</i>	15.12.2023

Alıntı / *Cite* : Kiray, D. (2023). Tuzla Bölgesindeki (Çanakkale, Biga Yarımadası) Jeotermal Enerji Santrallerindeki Tehlike ve Risklerin 5x5 L Tipi Matris ve Fine-Kinney Risk Metotları ile Karşılaştırılması, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi , 5(2), 227-247.

Özet

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan jeotermal enerji, son zamanlarda güvenli enerji talebinin karşılanmasında önemlidir. Enerji üretimi için jeotermal enerji santrallerinin kurulmasında yerel jeolojik yapının detaylı olarak incelenmesi ve değerlendirilmesi ile beraber santrallerin işletilmesinde çalışanların sağlığı ve güvenliği de etkin bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada Çanakkale ili, Biga Yarımadası'nda yer alan Tuzla bölgesindeki jeotermal enerji santrallerinin bulunduğu ve kurulacağı alanları jeolojik yapı ve üretim kapasiteleri göz önünde bulundurularak 24 adet faaliyet alanından 60 adet tehlike ve riskler ile alınması gereken tedbirler belirlenmiştir. Belirlenen 24 adet risk 5x5 L tipi Matris ve Fine-Kinney Risk Metodolojileri kullanılarak karşılaştırılmıştır. 23 tanesi yüksek risk, 1 tanesi de orta risk 5x5 L tipi Matris metodu ile 13 tane çok yüksek risk, 7 adet yüksek risk, 4 tane de önemli risk grubunda olduğu Fine-Kinney metodu ile ortaya konulmuştur. Jeotermal enerji santrallerinde Fine-Kinney metodunun daha ayrıntılı bir çalışmayı gerektirdiği ve daha güvenli sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biga Yarımadası, Jeotermal Enerji Santrali, Tehlike ve Riskler, 5x5 L Tipi Matris, Fine-Kinney.

Comparison of Hazards and Risks in Geothermal Power Plants in Tuzla Region (Çanakkale, Biga Peninsula) with 5x5 L Type Matrix and Fine Kinney Risk Methods

Abstract

Geothermal energy, one of the renewable energy sources, is important in meeting the demand for safe energy in recent times. In establishing geothermal power plants for energy production, detailed examination and evaluation of the local geological structure, as well as the health and safety of employees in the operation of the plants, play an active role. In this study, 61 hazards and risks and precautions to be taken from 24 activity areas were determined, taking into account the geological structure and production capacities of the areas where geothermal power plants are located and will be established in the Tuzla region of the Biga Peninsula of Çanakkale province. The 24 identified risks were compared using 5x5 L-type Matrix and Fine-Kinney Risk Methodologies. It was revealed that 23 of them were in the high risk group, 1 of them were in the medium risk 5x5 L type Matrix method, and 13 were in the very high risk group, 7 were in the high risk group, and 4 were in the important risk group by the Fine-Kinney method. It has been determined that the Fine-Kinney method in geothermal power plants requires a more detailed study and gives safer results.

Keywords: Biga Peninsula, Geothermal Power Plant, Hazards and Risks, 5x5 L Type Matrix, Fine-Kinney.

1. Giriş

İşyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması, mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi, işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerini düzenlemesi amacıyla 30 Haziran 2012 tarihinde 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu 28339 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme yönetmeliğine göre işveren, iş sağlığı ve güvenliği yönünden risk değerlendirmesi yapmak veya yaptırmakla yükümlüdür ve çok tehlikeli işlerde yapılmaması veya yaptırılmaması işin durmasına sebep olmaktadır (URL-1). Jeotermal enerji santrallerinin kurularak işletilmesinin “çok tehlikeli” sınıfta yer alması sebebiyle risk değerlendirmesinin yapılması önemli rol oynar.

Jeotermal, karasal yer kürenin iç termal olaylarını inceleyen bir bilim dalı olmakla birlikte, özellikle akiferlerde yer kürenin içinde doğal olarak bulunan ısıyı geri kazanmaya yönelik tüm teknikleri kapsayan bir terimdir. Bu ısı, ya dünyanın oluşumu sırasında dünyada biriken yer ısısının yaklaşık %25’ini oluşturan ilk ısıdan ya da iç enerjinin %75’ini temsil eden radyoaktiviteden gelen jeotermal bir enerjiyi oluşturur. Bu tükenmez kaynak, yeryuvarını saran kararsız radyoaktif elementlerin (uranyum, toryum, potasyum vb.) parçalanmasından kaynaklanmaktadır. Jeotermal enerji sistemleri, genellikle yüksek veya düşük sıcaklık sistemleri olarak sınıflandırılan kabuk ısısı ve yüzey belirtileri şeklinde ortaya çıkar. Yüksek sıcaklık sistemleri, 1 km derinlikte ve sıcaklığın 200°C’nin üzerinde olduğu sistemler olarak, düşük sıcaklık sistemleri de yüzeye yakın ve sıcaklığın 150°C’nin altında olduğu sistemler olarak ifade edilir (Huenges ve Ledru, 2011). Hidrotermal sistemler, meteorik kökenli suyun tektonik faylarla derine sızdığı ve magma gibi bir ısı kaynağı ile

kontakta olduğu yerlerde oluşur. Konveksiyon yoluyla bu tür sular yüzeye geri aktarılabilir ve gayzerin, sıcak su kaynaklarının, buhar ve gaz çıkışlarının, yoğun oksitlenmiş alanların ve hidrotermal alterasyonların oluşmasında etkilidir. Alterasyonların belirlenmesi jeotermal alanları ortaya çıkarır ve jeotermal enerji santrallerinin kurulmasında önemli bir rol oynar. (Sabins,1999).

Jeotermal alanların ortaya çıkarılması ile enerji santralleri projelendirilir. Sondaj faaliyetleri yapılarak kurulan santrallerde elektrik üretimine geçiş sağlanır. Bölgenin jeolojisi dikkate alınarak jeotermal akışkan üretim kuyuları ile yeryüzüne çıkarıldıktan sonra buhar ve akışkan olmak üzere seperatörler ile ayrıştırılır. Ayrıştırılan yüksek ısılu buhar, buhar türbinine gönderilir. Eğer ortaya çıkan buhar türbin için yetersiz ise gazlar (bütan, pentan vb.) ile ısıtılır ve buhar türbinine gönderilir. Böylece türbinlerdeki jeneratörler vasıtasıyla elektrik üretimine başlanır. Üretilen elektrik transformatörler ile trafo merkezlerine iletilir ve nakil hatlarına aktarılır. Eşanjörlerden çıkan jeotermal akışkan (düşük sıcaklıktaki) reenjeksiyon pompaları ile reenjeksiyon kuyularına gönderilerek yeniden kaynağa döndürülür. Böylelikle jeotermal enerji santrallerindeki elektrik üretimi bu döngüde gerçekleşir (Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, 2019).

Jeotermal alanların aranması, enerji santrallerinin projelendirilip kurulması ve işletilmesinde iş sağlığı ve güvenliği yönünden tehlikeli ve riskli durumları da oluşturmaktadır. İşyerindeki tehlikeler (olan/olabilecek) ve iş kazası ve meslek hastalıklarına yol açan riskler ile kontrol tedbirlerinin belirlenmesi ve bu tedbirlerin yapılması risk değerlendirmesi kapsamındadır. Bu çalışmalar, jeotermal sahaların aranması, santrallerin projelendirilmesi, kurulması ve işletilmesindeki çalışmaların planlanması, tehlike ve risklerin azaltılması ve bu risklerden meydana gelecek iş kazalarının ve meslek hastalıkları sonucunda oluşacak maliyetin azaltılması ve üretim verimliliğinin artırılmasında önemli rol oynar.

Jeotermal sahalar ve jeotermal enerji santralleri ile ilgili tehlike ve riskler belirlenmiş (Case ve ark., 1977; Hanh, 1979; Kutluay ve Saygılı, 2005; Ekol Sigorta, 2017; Barasa ve Magut, 2018; Bošnjaković, vd., 2019; Chen ve ark., 2020; Jharap ve ark., 2020; Tonka ve Ekmekçi, 2022) ve risk metodolojileri (Feili ve ark., 2013; Yörükoğlu, 2014; Hochwimmer ve de Kretser, 2015; Kuyucu, 2016; Erdoğan ve ark., 2017; Mohsen ve Fereshteh, 2017; Can ve ark., 2020; Kachila, 2020; Şahin, 2020; Spada ve ark., 2021) kullanılmıştır. Tuzla jeotermal bölgesinde yapılan sadece jeotermal arama sondajlarında iş sağlığı ve güvenliği çalışması (Erdoğan ve ark., 2017) mevcuttur. İş sağlığı ve güvenliği çalışmaları farklı risk metodolojileri ile değerlendirme yapılmakla birlikte bazı araştırmacılar da bu risk metotlarını karşılaştırmaya yönelik çalışmalarda yapmışlardır (Şensoy ve Kaya, 2019; Usanmaz ve Köse, 2020; Korkmaz, 2020).

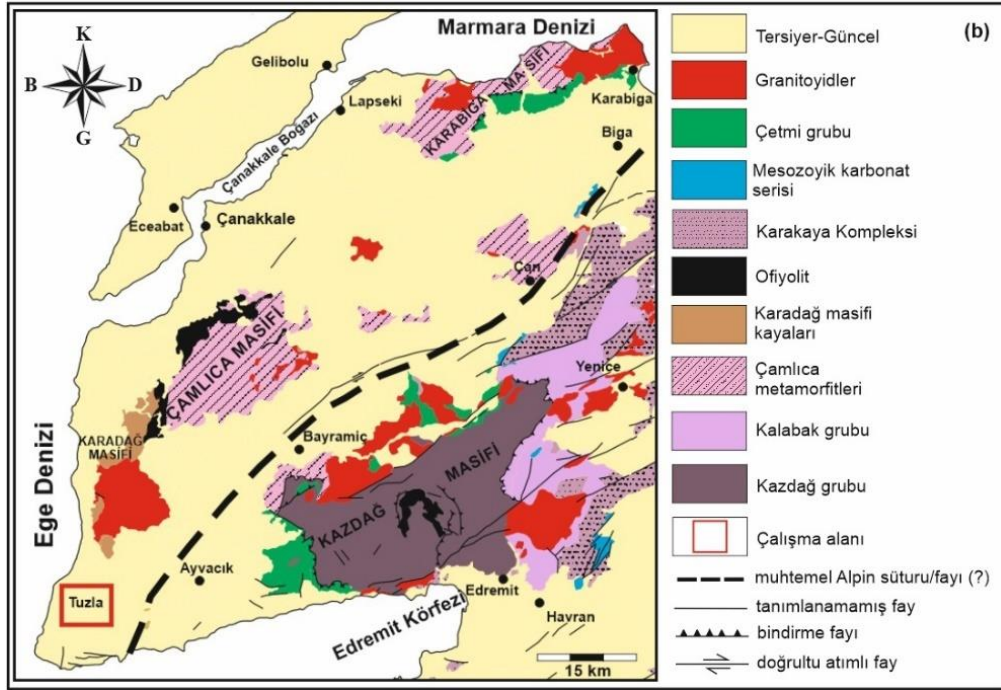
Biga Yarımadası'nda önemli bir yeri olan Tuzla jeotermal sahasında bulunan elektrik santrallerindeki tehlike ve riskleri belirlenmesinde kalitatif risk metodolojilerinden 5x5 L Tipi Matris ve Fine-Kinney Risk Metodu kullanılarak karşılaştırılması ilk kez bu çalışmada yapılmıştır.

2. Jeolojik Konum

Alp-Himalaya orojenik kuşağı üzerinde bulunan Türkiye, magmatik ve volkanik aktivitelerin yoğun olmasından dolayı büyük bir jeotermal potansiyeline sahiptir. Ülkemizde Ege Bölgesinde yoğun olmakla birlikte Kuzeybatı, Orta, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da volkanizmaya ve aktif faylara bağlı olarak gelişen jeotermal kaynaklar bulunmaktadır (Şamilgil, 1992; Şimşek, 2015). Türkiye'de sıcaklığı 40°C den fazla jeotermal çözelti içeren 227 adet jeotermal alanlar keşfedilmiş ve bu alanların % 94'ünün düşük ve orta sıcaklığa sahip olduğu tespit edilmiştir. Batı Anadolu'da gelişen jeotermal sistemler yüksek sıcaklıkta ve grabenlerde yer alırlar (Yurttaş, 2008). Aktif tektoniğin bulunduğu alanlarda yüksek sıcaklığa (242-150°C) sahip jeotermal alanlar (Çanakkale-Tuzla, Kütahya-Simav, Denizli-Kızıldere vb) mevcuttur (Şekil 1a).

Çalışma alanı, Biga yarımadasının güneybatısında yer alan Çanakkale ili Ayvacık ilçesi Tuzla köyü civarında yer almaktadır (Şekil 1a,b).





Şekil 1. a) Türkiye'deki jeotermal santrallerinin haritası (URL- 2, 3'den değiştirilerek), b) Biga Yarımadası'nın genelleştirilmiş jeolojisini gösteren yer bulduru haritası (MTA, 2012; Tunç ve ark., 2012'den değiştirilerek)

Tuzla köyü ve çevresi yenilenebilir enerji kaynağı olan jeotermal bakımından önemlidir. Tuzla jeotermal sahasında geç volkanizma yaygın olarak görülmektedir. Öngür (1973), Miyosen volkanizmasını üç volkanik merkezde (Ayvacık, Babakale ve Behram-Assos) toplamıştır. Oligosen-Miyosen yaş aralığındaki andezitik, dasitik, riyolitik özellikte lav ve piroklastikleri içeren Hallaçlar Volkaniti, andezit, trakiandezit ve piroklastiklerden oluşan Ezine Volkaniti, volkanizmanın son ürünü olan Çamkalabak İgnimbiriti yer alır (Genç ve ark., 2009). Bu birimlerin üzerine Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı konglomera, kumtaşı, kireçtaşı ve killi kireçtaşı aralanmalı (Şamilgil, 1983). Bayramic Formasyonu ile Kuvaterner yaşlı alüvyon bu birimleri üzerine uyumsuz şekilde gelir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, Biga Yarımadası'nda yapılan jeolojik araştırmalara ve B sınıfı iş güvenliği uzmanı olarak saha tecrübelerine dayanarak jeotermal enerji santrallerindeki tehlike ve riskler belirlenmiştir. Oluşabilecek tehlike ve riskler 5x5 L tipi Matris ve Fine-Kinney Metodu yöntemi tercih edilerek karşılaştırılmıştır.

2.1. 5x5 L Tipi Matris Metodu

Risk Değerlendirme Karar Matrisi, en sık kullanılan yöntemlerdendir. Amerika Birleşik Devletleri, sistem güvenlik programının (MIL_STD_882-D Askeri Standardı) gereksinimlerini karşılamak amacıyla geliştirmişlerdir. Risk metodlarından biri olan 5x5 L Tipi Matris yöntemi sebep-sonuç ilişkisini açıklamak için kullanılır. Bir ekibin yanısıra tek başına da anlaşılması, yapılması ve sonuçlarının değerlendirilmesi kolay bir yöntemdir. Tek başına yeterli olmamasının yanı sıra analiz yapan uzmanın bilgi ve deneyimine göre de değişiklik gösterir. Bu risk metodu ile risk skoru öncelikle bir olayın ortaya çıkma ihtimali ile gerçekleşmesi sonucunda şiddet derecelendirilmesinin çarpımından elde edilir (Risk skoru: İhtimal x Şiddet) (Özkılıç, 2005).

5x5 L Tipi Matris yönteminde ihtimal ve şiddet parametrelerinin çarpılması ile risk skor değeri bulunur. Bu parametreler ve risk skoru değerleri Tablo 1, 2, 3'de, risk skoru sonucunda kabul edilebilirlik değerleri ve yapılması gereken eylemler Tablo 4 'de verilmektedir.

Tablo 1. Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali (Özkılıç, 2005)

İhtimal	Ortaya Çıkma Olasılığı İçin Derecelendirme
Çok Küçük	Hemen hemen hiç
Küçük	Çok az (Yılda bir kez), sadece anormal durumlarda
Orta	Az (Yılda bir kaç kez)
Yüksek	Sıklıkla (Ayda bir)
Çok Yüksek	Çok sıklıkla (haftada bir, her gün), normal çalışma şartlarında

Tablo 2. Bir Olayın Gerçekleştiği Takdirde Şiddeti (Özkılıç, 2005)

Sonuç	Derecelendirme
Çok Hafif	İş saati kaybı yok, ilk yardım gerektiren
Hafif	İş günü kaybı yok, kalıcı etkisi olmayan ayakta tedavi ilkyardım gerektiren
Orta	Hafif yaralanma, yatarak tedavi
Ciddi	Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, meslek hastalığı
Çok Ciddi	Ölüm, Sürekli iş göremezlik

Tablo 3. Risk Skor (Derecelendirme) Matrisi (L Tipi Matris) (Özkılıç, 2005)

İhtimal	Şiddet				
	1	2	3	4	5
1	Kabul Edilebilir 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
2	Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
3	Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
4	Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 16	Yüksek 20
5	Düşük 5	Orta 10	Yüksek 15	Yüksek 20	Tolere Edilemez 25

Tablo 4. Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri (Özkılıç, 2005)

Sonuç	Eylem
Tolere Edilemez Riskler (25)	Belirlenen risk kabul edilebilir seviyeye düşürülmeden iş başlatılmamalı, faaliyetler devam ediyorsa derhal durdurulmalıdır. Alınan önlemlere karşın risk seviyesi düşmüyorsa faaliyet engellenmelidir.
Yüksek Düzeydeki Riskler (15,16,20)	Belirlenen risk azaltılmada iş başlatılmamalı, faaliyetler devam ediyor ise derhal durdurulmalıdır. Risk için sürdürülmesi ile ilgiliyse acil önlem alınmalı ve faaliyetin devam etmesine karar verilmelidir.
Orta Düzeydeki Riskler (8,9,10,12)	Belirlenen risk seviyelerini düşürmek için faaliyetler devam eder. Risklere müdahale zaman alabilir.
Düşük Düzeydeki Riskler (2,3,4,5,6)	Mevcut kontroller sürdürülmeli ve alınan kontrollerin denetimi sağlanmalıdır.
Kabul Edilebilir	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için kontrol

2.2. Fine-Kinney Metodu

Fine-Kinney yöntemi, Kinney ve Wiruth, (1976) tarafından geliştirilen, kaza kontrolünün matematiksel olarak değerlendirilmesinde kullanılan, kullanımı kolay ve yaygın bir yöntemdir (Oturakçı ve Dağsuyu, 2017). Bu yöntemde risk skoru olasılık, şiddet ve frekans parametrelerinin birbirleriyle çarpılması sonucunda elde edilir. Bu parametre değerleri Tablo 5,6,7,8'de verilmiştir.

Tablo 5. Fine-Kinney Metodu Olasılık Değeri (Kinney ve Wiruth, 1976)

Olasılık Değeri	Ortaya Çıkma Olasılığı
10	Beklenir, kesin
6	Yüksek / oldukça mümkün
3	Olması muhtemel
1	Nadiren mümkün
0,5	Beklenmez fakat mümkün
0,2	Pratik olarak mümkün değil

Tablo 6. Fine-KinneyMetodu Şiddet Değeri(Kinney ve Wiruth, 1976)

Şiddet Değeri	Şiddet
100	Birden fazla ölüm- Çevresel felaket
40	Öldürücü kaza - Ciddi çevresel zarar
15	Kalıcı hasar,sakatlık, dahili ilkyardım ihtiyacı- Geniş çevresel etki
7	Önemli hasar, sakatlık, dış ilkyardım – Arazi sınırları dışında çevresel etki
3	Küçük hasar,yaralanma,ilk yardım –Arazi sınırları içinde çevresel etki
1	Ucuz atlatma - Çevreye zararı yok

Tablo 7. Fine-KinneyMetodu Frekans Değeri(Kinney ve Wiruth, 1976)

Frekans Değeri	Frekans
10	Çok sık (Bir saatte birkaç defa)
6	Sık (Günde bir veya birkaç defa)
3	Ara sıra (Haftada bir veya birkaç defa)
2	Sık değil (Ayda bir veya birkaç defa)
1	Seyrek (Yılda birkaç defa)
0,5	Çok seyrek (Yılda bir veya daha seyrek)

Tablo 8. Fine-KinneyMetodu Değerlendirme Tablosu(Kinney ve Wiruth, 1976)

Risk Değeri	Risk Önem Derecesi	Risk Kontrol Tedbirleri
400<R	Çok Yüksek Risk	Tolerans gösterilemez, derhal gerekli önlemler alınmalı veya iş durdurulmalıdır.
200<R<400	Yüksek Risk	Kısa dönemde, birkaç ay içinde iyileştirilmelidir.
70<R<200	Önemli Risk	Uzun dönemde yıl içinde iyileştirilmelidir.
20<R<70	Dikkate Değer Risk	Gözetim altında tutulmalıdır.
R<20	Kabul Edilebilir Risk	Acil önlem öncelikli değildir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Jeotermal Enerji Santrallerinde Karşılaşılan/Karşılaşılabilecek Tehlikeler

Çanakkale Tuzla bölgesinin jeolojisi ve jeotermal enerji santrallerinin üretim yöntemi dikkate alınarak belirlenen tehlikeler, Belirlenen tehlike ve riskler en çok kullanılan kalitatif risk yönetiminden 5x5 L Tipi Matris ve Fine-Kinney Metodu karşılaştırılarak Tablo 9’da verilmiştir. Bu tabloya göre jeotermal enerji santrallerinde olası ve mevcut tehlike ve risklerin analizi yapılarak faaliyet alanları göz önünde bulundurulmuştur.

Tablo 9. 5x5 L Tipi Matris ve Fine-Kinney Metodu Risk Değerlendirmesi

TEHLİKE	5x5 L TİPİ MATRİS			FİNE-KİNNEY			
	Olasılık	Şiddet	Risk Puanı ve Değerlendirmesi	Olasılık	Şiddet	Frekans	Risk Puanı ve Değerlendirmesi
Acil Durumlar Acil durum yönlendirme ve kaçış işaretlerinin olmaması, toplanma alanlarının belirlenmemiş olması, acil durum çıkış yollarında acil durum aydınlatmalarının olmaması acil durumlarda personelin ne yapacağını bilmemesi	3	5	15 Yüksek	6	100	1	600 Çok Yüksek
Yangın Söndürme Cihazları ve Sistemleri Santral ve bina ve eklentilerinde uygun yangın teçhizatlarının olmaması, hidrant hattının olmaması, yangın söndürme cihazlarının eksik olması, uygun yerlerde bulunmaması, seyyar yangın söndürme cihazlarının, yangın söndürme sistemlerinin, yangın hortumlarının periyodik kontrollerinin yapılmaması, yangın söndürme cihazlarının ve yangın dolaplarının önünde malzeme bulunması	3	5	15 Yüksek	6	100	1	600 Çok Yüksek
Yangın Algılama ve Uyarı Sistemleri Yangın alarm sistemlerinin ve gerekli alanlarda gaz algılama dedektörlerinin eksik olması, algılama ve uyarı sistemlerinin periyodik kontrollerinin yapılmaması	3	5	15 Yüksek	6	100	1	600 Çok Yüksek
Yakıt Tankları Yakıt tanklarında dolum, boşaltım ve taşıma çalışmalarında güvenlik tedbirlerinin alınmaması, uygun olmayan yakıt tankları	3	5	15 Yüksek	6	100	2	1200 Çok Yüksek
Basınçlı Kaplar ve Basınçlı Tüpler Mesleki yeterliliğe sahip yetkin personelinin olmaması, periyodik kontrollerin yapılmaması, basınçlı kapların zemine sabitlenmemiş olması, seyyar kompresörlerin çalışanlara yakın olması	3	5	15 Yüksek	6	40	1	240 Yüksek
Kuyu Başları Hidrojen sülfür çıkışı, gaz ölçüm cihazının bulunmaması, yetkisiz kişilerce müdahale, solunum cihazı ve maskeleri eksikliği	3	5	15 Yüksek	10	40	1	400 Yüksek
Elektrik Elektrik panolarında uyarı işaretlerinin eksik olması, kaçak akım rölesi olmaması, iç kısımlarında koruyucu kapakların eksik olması, pano önlerinde yalıtkan paspas olmaması, panoların çevresine malzeme koyulması, paratonerin olmaması, elektrik kablolarının açıkta bulunması ve hasarlı olması	3	5	15 Yüksek	6	40	2	480 Çok Yüksek
Elektrik Kontrol Binası Havalandırmanın yetersiz olması, uyarı levhalarının olmaması, yetkisiz kişilerce müdahale edilmesi, uygun nitelikte kişisel koruyucu donanım kullanılmaması	3	5	15 Yüksek	6	40	2	480 Çok Yüksek
İş Ekipmanları İş ekipmanları ile güvensiz çalışma yapılması	3	5	15 Yüksek	6	40	1	240 Yüksek
İş Makineleri İş makinelerinde yapılan çalışmalarda iş güvenliği önlemleri alınmaması	3	5	15 Yüksek	6	40	1	240 Yüksek

Tablo 9. 5x5 L Tipi Matris ve Fine-Kinney Metodu Risk Değerlendirmesi
(devamı)

TEHLİKE	5x5 L Tipi Matris			Fine-Kinney			
	Olasılık	Şiddet	Risk Puanı ve Değerlendirmesi	Olasılık	Şiddet	Frekans	Risk Puanı ve Değerlendirmesi
Kaldırma Ekipmanları Kaldırma ekipmanlarında iş güvenliği tedbirlerinin alınmaması	3	5	15 Yüksek	6	40	1	240 Yüksek
Kaynak İşleri Kaynak işlerinin (Oksi-gaz ve elektrik ark) uygun şekilde yapılmaması	3	5	15 Yüksek	6	40	1	240 Yüksek
El Aletleri El aletlerinin uygun şekilde kullanılmaması	3	5	15 Yüksek	6	15	2	180 Önemli
Seyyar Çalışma Ekipmanları Seyyar merdivenleri doğru kullanmamak	3	5	15 Yüksek	6	15	2	180 Önemli
Elle Taşıma ve Ergonomi Yüklerin uygun şekilde kaldırılması	3	5	15 Yüksek	6	7	3	126 Önemli
Yüksekte Çalışma Yüksekte yapılan çalışmalarda çalışanların güvenlik tedbirlerini almaması	3	5	15 Yüksek	6	40	2	480 Çok Yüksek
Bakım-Onarım İşlemleri Bakım onarım işlemlerinde uygunsuz çalışma	3	5	15 Yüksek	6	40	2	480 Çok Yüksek
Fiziksel Risk Etmeleri Termal konfor şartlarının uygun olmaması, ortam ölçümlerinin yaptırılmaması, doğal ortam havalandırması yapılmaması, havalandırma sistemlerinin kontrol edilmemesi, çalışma ortamı ve çalışanların kişisel maruziyet ölçümlerinin yapılmaması	3	5	15 Yüksek	6	15	6	540 Çok Yüksek
Kimyasal Risk Etmeleri Kimyasal maddelerin (inhibitör, pentan, klor, madeni yağlar vb.) solunması, göze/vücuda sıçraması, uygun şekilde depolanmaması, malzeme güvenlik bilgi formlarının olmaması, uyarı işaretlerinin olmaması	3	5	15 Yüksek	6	40	3	720 Çok Yüksek
Psikolojik Risk Etmeleri Psikolojik olaylar ve çözüme ulaşılamaması	3	5	15 Yüksek	3	15	2	90 Önemli
Kişisel Koruyucu Donanımlar Uygun olmayan kişisel koruyucu donanım ve yanlış kullanımı	3	5	15 Yüksek	6	15	6	540 Çok Yüksek
Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Sağlık ve Güvenlik işaretlerinin yetersiz olması ve doğru alanlarda olmaması	3	5	15 Yüksek	6	40	3	720 Çok Yüksek
Eğitimler Çalışanların iş tanımları, meslekleri, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili eğitim almamış olmaları	3	5	15 Yüksek	10	40	3	1200 Çok Yüksek
Bina ve Eklentiler Bina ve eklentilerindeki eksiklikler	3	4	12 Orta	3	40	2	240 Yüksek

Bu tehlike ve riskler; acil durumlar, yangın, parlama ve patlama, elektrik, iş ekipmanları (jeneratör, kompresör, gaz türbini ekipmanları), iş makineleri (forklift vb.), kaldırma ekipmanları (mobil vinç vb.), kaynak işleri, el aletleri (spiral testere, matkap vb.), seyyar ekipman (merdiven vb.), elle taşıma ve ergonomi, yüksekte çalışma, gürültü, termal konfor, aydınlatma vb. fiziksel risk etmenleri, kimyasal risk etmenleri (kimyasallar: inhibitör, madeni yağ, sülfirik asit, klor, pentan, bütan, akaryakıt vb.), psikolojik risk etmenleri, bakım-onarım işleri, kişisel koruyucu donanımlar, sağlık ve güvenlik işaretleri, çalışanların eğitimleri ve işyeri bina ve eklentileridir. Belirlenen tehlike ve risklere karşı düzeltici/önleyici faaliyetlerin yapılması sağlanmalıdır.

3.2. Jeotermal Enerji Santrallerindeki Belirlenen Tehlikelere Karşı Alınması Gereken Tedbirler

24 adet faaliyetten kendi içerisinde belirlenen 60 adet tehlike için risk değerlendirmesi yapılmıştır. Olası ve mevcut tehlike ve risklerin her biri için L tipi (5x5) Matris ve Fine-Kinney Metodu kullanılmıştır. Yapılan analizlerde elde edilen tehlike ve risklere göre alınması gereken önlemler belirlenmiştir.

Acil durum yönlendirme ve kaçış işaretleri her yönden görülebilecek şekilde ve adette uygun yerlere asılmalıdır. Acil durumlarda devreye girecek aydınlatma sistemi olmalıdır. Acil çıkış yolları üzerine geçişi engelleyecek malzeme konulmamalı ve kapılar doğrudan dışarıya ve güvenli bir alana açılmalıdır. Acil toplanma alanlarının yerleri belirlenmelidir. Acil durum prosedürleri personelin görebileceği alanlara asılmalı ve personele tebliğ edilerek, olası acil durumlar için (yangın, deprem, sel, kimyasal sızıntı vb.) yılda bir kez tatbikat yapılması sağlanmalıdır. Acil durum ekiplerinin her zaman güncel tutulması ve ekiplerin gerekli eğitimleri alması sağlanmalıdır (URL-4).

Santral işletmesi ve bina eklentilerine uygun yangın hidrant sistemleri, springler, yangın dolapları, yangın türüne (A, B, C, D) uygun yangın söndürme cihazları vb. yardımcı gereçler ile donatılmalıdır. Yeterli sayıda yangın söndürme cihazları olmalı, 90 santimetre yükseklikte görünür ve kolayca erişilebilir yerlere konulmalı, yerleri Sağlık ve Güvenlik levhaları ile gösterilmelidir. Yangın söndürme cihazları ve yangın dolaplarının önünde kullanımı engelleyecek malzeme konulmamalıdır. Santral içinde algılama ve uyarı sistemleri olmalı, yangın söndürme sistemi otomatik devreye girmelidir (URL-5). Gaz algılama dedektörü gerekli olan alanlara uygun bir şekilde konumlandırılmalıdır. Söndürme, algılama ve uyarı sistemlerinin yetkili kişi veya

kuruluşlarca periyodik kontrollerinin düzenli (yılda 1 kez) aralıklarla yapılması sağlanmalıdır (URL-6). Yakıt tanklarının etrafı ikaz ve güvenlik levhaları görülecek şekilde asılmalı ve yaya geçişlerine kapalı olmalıdır (URL-5). Yakıt tanklarının taşınması esnasında tank boşaltılmalı, kıvılcım veya ateş kaynağının oluşması engellenmeli, bağlantı elemanları sökülmüş, vanaları kapalı ve kilitli olmalıdır (URL-7). Taşıma, boşaltım ve dolum durumlarında statik elektriğe karşı topraklama bağlantıları yapılmalı, topraklama çubuğu veya levhası kullanılmalıdır (URL-8). Yerüstü yakıt tanklarında ve özel istasyon kapsamında depolama yapılacak tanklar TS 12820 standartına uygun olarak seçilerek tesis edilmelidir.

Basınçlı kapların ve basınçlı tüplerin yıllık periyodik kontrolleri Türkiye Makine Mühendisleri Odasına veya akredite olmuş kurum ve kuruluşlara yaptırılmalıdır. Yapılan kontroller kayıt altına alınmalıdır. Periyodik kontrolleri sonucunda belirlenen eksiklikler tamamlanmalıdır. Basınçlı kap ayaklarının zemine sabitlenmesi sağlanmalıdır. Seyyar kompresörler çalışanlara en az 10 metre uzaklıkta bulundurulmalı, sabit kompresörler ise patlamaya dayanıklı bir bölme içinde olmalıdır (URL-6). Basınçlı tüplerin devrilmelerini önlenecek şekilde zincir ile sabitlenmeli, taşıma araçları ile taşınmalıdır. Dolu ve boş tüpler ayrı depolanarak güneşe maruz kalması engellenmelidir. (ÇSGB, 2012).

Kuyu başlarında gaz takip ekipmanları bulundurulmalı, yeterli sayıda ferdi kaçak ve tahlisiye ekipmanının temini ve çalışanlar üzerinde taşınması, hidrojen sülfür ve olası acil bir durumda kaçış hakkında çalışanların eğitimler ve tatbikatlar ile bilinçlendirilmesi sağlanmalıdır (URL-4). Gaz riski beklentiye bırakılmamalı ve gaz ölçümü yapılmalıdır. Gaz ölçümü yapan cihazlar yılda bir kez kalibre edilmelidir. Yetkili kişilerce kuyu başı kontrol vanaları ve pompalar düzenli aralıklarla (günlük, haftalık, aylık) kontrol edilmelidir. Yeterli sayıda gaz takip cihazı, tam yüz maskesi ve kaçış solunum cihazları çalışanların ulaşabileceği alanlarda bulundurulmalıdır (URL-9).

Elektrik panolarına Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği gereği elektrik uyarı işaretleri asılmalıdır. Panoların kapakları kapalı ve kilitli olmalı, yetkili kişi haricinde kimse çalışma yapmamalıdır. Panoların içlerinde koruyucu kapak olmalı ve elektrik akımı geçirmeyen malzeme ile kaplanmış olmalıdır. Elektrik panolarının çevresine malzeme konulmamalıdır. Panolarda kaçak akım röleleri, ana panolarda da ek olarak yangın röleleri olmalıdır. Pano önlerine yalıtkan paspas konulmalıdır. Yetkili kişi çalışma esnasında mutlaka yalıtkan ayakkabı, yalıtkan eldiven vb. kişisel koruyucu donanımlarını kullanmalıdır. Çalışma alanında yeterli sayıda paratoner olmalıdır. Elektrik panoları ve paratonerlerin topraklama ölçümleri ile elektrik tesisatının kontrolleri her yıl elektrik mühendisleri tarafınca yapılmalıdır. Açıkta elektrik kabloları olmamalı, kablolar kanal içerisinde ya

da gömülü olmalıdır. Elektrik kabloları hasarlı, ekli veya bantlı olmamalı, hasarlı olanlar yenileri ile değiştirilmelidir. Elektrik kontrol binasında doğal havalandırmanın yetersiz olduğu durumlarda cebri havalandırma ile desteklenmelidir (URL-10). Elektrik kontrol binasında çalışma yapan kişinin antistatik çizme, yalıtkan eldiven, standartlara uygun baret ve yalıtkan sehpa kullanması sağlanmalıdır (URL-11). Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği'ne uygun işaretlemeler konulmalıdır.

İş ekipmanında acil durdurma sistemi bulunmalı, operasyon bölgeleri uygun koruyucu muhafazalar ile donatılmalıdır. Makinelerin ayrı durdurma tertibatından başka, işlemi tamamen durduracak bir ana şalter bulunmalıdır. İş ekipmanının çıplak metal kısımları topraklanmalıdır (URL-12). Çalışanlara kullandıkları iş ekipmanı ve güvenli kullanımı hakkında bilgi verilmelidir. Üretici tarafından ekipmanın kullanım kılavuzu dikkate alınarak kullanım talimatı hazırlanmalıdır. Jeneratör, kompresör vb. odalarda doğal havalandırmanın yetersiz olduğu durumlarda cebri havalandırma ile desteklenmelidir. Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği'ne uygun işaretlemeler konulmalı (arıza durumu dahil), iş ekipmanlarının bakımı, onarımı ve kontrolü mesleki yeterliliğe sahip yetkili kişiler ve uzmanlar tarafından yapılmalıdır. (URL-6).

İş makinelerinin çalışma alanı belirlenerek alana uyarı ve güvenlik işaret levhaları konulmalı, yetkisiz kişilerin girmesi engellenmelidir. İş makinesi operatörünü yönlendirecek manevracı bulunmalıdır. Operatörün mesleki yeterlilik belgesi olmalıdır. İş makinesinin geri ikaz sinyalleri olmalı ve çalışır durumda olmalıdır. İş makinelerinde kabin olmalıdır. Kullanılan iş makinesinin her yıl akredite olmuş bir kurum/kuruluş tarafından periyodik kontrolleri yaptırılmalıdır. Periyodik bakımları da günlük, haftalık ve aylık olarak yapılmalıdır. (URL-6). Tüm iş makinelerinde yangın söndürme cihazları bulundurulmalıdır.

Kaldırma araçlarının sapan, halat ve diğer kaldırma aparatları kontrol edilmeden çalışmaya başlanmamalıdır. Kaldırma araçlarının üzerine, kaldırabilecekleri maksimum yükün yazılı olduğu tabela ve uyarı levhaları asılmalıdır. Vinci kullanan operatörün mesleki yeterlilik belgesi olmalı ve eğitimini almış olmalıdır. Güvenli çalışma talimatı hazırlanarak ilgili personelle paylaşılmalıdır. Personel, vinçle yükü kaldırırken güvenli mesafeye (yük vinçten kurtulup düşse bile kişiye çarpmayacağı uzaklık) çekilmelidir. Kullanılan kaldırma araçları ve ekipmanları (zincir ve sapanları) her yıl yetkili kişi/kuruluşlarca periyodik olarak kontrol edilmelidir (URL-6).

Oksi-gaz kaynak ile çalışmalarda; gaz tüpü vana çıkışına ve şaloma girişine alev geri tepme emniyet valfleri takılmalıdır. Manometreler çalışır durumda bulunmalıdır. Hasarlı ve ekli hortumlar kullanılmamalı, gaz hortumlarının periyodik kontrolü yapılmalıdır. Kaynak işlemi esnasında sıcak

metal parçalarının sıçraması durumuna karşı koruyucu gözlük veya yüz siperliği kullanılmalıdır. Çıkan gaz ve buharların ortam havasından lokal havalandırma ile dışarı atılmalıdır. Oksijen kaynak işlerinde kullanılan tüplerin devrilmemesi için zincir ile bağlanmalı ve taşıma araçları ile taşınmalıdır. Tüpler, güneşe maruz kalmamalı, içinde bulunan gazların özelliklerine göre depolanmalıdır. Boş ve dolu tüpler ayrı alanlarda depolanmalı, yangına karşı ayrı bölmelerde saklanmalıdır. Depolanma yerlerine uyarı ikaz işaretleri konularak yakın alanlarda yangın söndürme cihazları yerleştirilmelidir. Kaynak işleminin yapıldığı yerin en az 11 metre uzağında yanıcı ve parlayıcı maddeler bulundurulmalıdır. Kaynak işlemi sırasında yangın söndürme cihazları hazır bulundurulmalıdır. Kapalı alanlarda, oksijen-asetilen ya da oksijen-LPG'li çalışmalar da kesinlikle tüpler kapalı alan dışında bulundurulmalı, gaz kaçaklarına karşı önlem alınmalı ve sık sık gaz ölçümü yapılmalıdır. Kapalı alanda yapılan kaynak işlerinde içeride oluşan kirli gazlar dışarı atılmalı ve içeriye temiz hava verilmelidir (Turan, 2017).

Elektrik ark kaynağı ile çalışmalarda ise kaynak makinesinin gövde topraklama bağlantısı olmalı, kablolar ekli ve hasarlı olmamalı, elektrot pensesi ve ucunun bağlandığı kabloların kalınlıkları kullanılacak akım şiddetine uygun olarak seçilmelidir. İzole kaynak pensesi kullanılmalı, hasarlı penseler kullanılmamalıdır. Elektriksel bağlantıların kuru, temiz ve sıkı olması sağlanmalıdır. Çalışma alanı ve ekipmanlar yaş veya nemli olmamalı, kuru tutulmalıdır. Kaynak yapan kişi elektrik çarpmasına karşı alçak gerilime dayanıklı ve kuru eldiven kullanılmalıdır. Makine boşta çalışırken elektron pensesi koltuk altına sıkıştırılmamalı, tahta bir masaya veya askıya asılmalıdır. Elektrik ana ve tali panolarında kaçak akım rölesi bulunmalıdır. Deri eldiven, deri önlük ve uygun iş elbisesi (pamuk) giyilerek uygun kaynakçı maskesi kullanılmalıdır. Çevredekilerin zarar görmemesi için kaynak yapılan alan paravanla çevrilmelidir. Kaynak cinsi ve akım şiddetine göre gözlük ve maske seçim yapılmalıdır (Turan, 2017).

El aletleri kullanma talimatlarına uygun şekilde ve ehil kişiler tarafından kullanılmalıdır. Elektrikli el aletleri çalışır durumda bırakılmamalı, mutlaka enerjisi kesilmelidir. Operasyon bölgelerine koruyucu muhafaza takılmalı ve devre dışı bırakılmamalıdır (URL-12). Kullanan kişiler tarafından elektrikli iş ekipmanları her çalışma öncesinde gözle kontrol edilmeli, arızalı alet ve ekipmanlar kullanılmamalı, ıslak ve nemli alanlarda çalışma yapılmamalıdır. Elektrikli el aletlerinin kabloları sürekli kontrol edilmeli, hasarlı olanlar kullanılmamalıdır (URL-6). Metal gövde ve teçhizatların topraklamaları yapılarak her yıl elektrik mühendisi tarafından topraklama ölçümleri yaptırılmalı, rapor halinde kayıt altına alınmalıdır. Çalışanlar yüzük, saat vb. takılar takmamalı ve bol kıyafetler giymemelidir. Yapılan işe uygun kişisel koruyucu donanım (koruyucu gözlük,

siperlik vb.) verilerek zimmet edilmeli ve kullanmaları sağlanmalıdır. El merdivenleri yeterli sağlamlıkta olmalıdır. Kırılmış, çatlamış, yıpranmış, hasar görmüş ekipmanlar kullanılmamalıdır. Düzenli olarak kontrol edilmelidir. Yapılan işe ve bulunması halinde ulusal standartlara uygun, basamakları kaymaz malzeme ile kaplanmalıdır. El merdivenlerinin kullanılmasında İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliğinde belirtilen hükümlere uyulmalıdır (URL-10).

Elle taşıma işleri, yönetmeliğe ve ergonomi şartlarına uygun bir biçimde gerçekleştirilmeli, çalışanlara taşıma işleri ve ergonomi konusunda eğitim verilmeli, ağır yükler uygun kaldırma araçları ile taşınmalı ve 25 kg dan fazla olan yükler iki kişi tarafından kaldırılmalıdır.

Yüksekte yapılan çalışmalarda toplu koruma önlemleri alınmalı, toplu koruma önlemleri alınmadığı durumlarda kişisel koruma önlemleri alınmalıdır. Yüksekte çalışma yapacak personelin yetkili kuruluşlarca eğitim aldırılması sağlanmalı ve kişisel koruyucu donanımlarını (paraşüt tipi emniyet kemeri, baret vb.) kullanmaları sağlanmalıdır (URL-10).

İzin alınmadan bakım onarım yapılmasının önüne geçilmelidir. Bakım onarım yapacak kişi alanında ehil olmalı ve mesleki yeterlilik belgesi olmalıdır. Bakım onarım işlerinde sistemin enerjisi kesilmeli, kilitleme ve bakım-onarım olduğuna dair uyarı etiketleri asılmalı, ortam şartlarına uygun kişisel koruyucu donanım kullanılmalı, kullanılan seyyar aydınlatmaların düşük voltajlı olması sağlanmalıdır (URL-6). Gerekli güvenlik önlemleri alınarak çalışma yapılmalıdır.

Yapılan işe göre çalışma ortamındaki sıcaklık ve nem derecesi uygun olmalıdır. Sürekli çok sıcak veya çok soğuk ortamda çalışılması zorunlu durumlarda, işçilere, koruyucu özellikte iş kıyafeti verilmelidir. Toz, duman ve kötü koku çıkaran işlerin yapıldığı yerlere, yeterli çekiş gücüne sahip bacalar ve menfezler yapılmalıdır. Boğucu, zehirli veya tahriş edici gaz ve duman olan işyerlerinde havalandırma tesisatı uygun şekilde olmalıdır. Günde en az bir defa 1 saatten az olmamak kaydıyla havalandırılmalıdır. İşyerlerindeki havalandırma tesisatlarının periyodik bakım ve kontrolleri yapılmalıdır (URL-13). Gürültülü ortamlarda kaynak, ortam veya alıcıda önlem alınarak gürültü şiddeti azaltılmalı ve çalışanların kulak koruyucularını kullanmaları sağlanmalıdır (URL-14). Çalışma ortamı ve kişisel maruziyet ölçümleri, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş akredite kuruluş tarafından yapılması ve ölçüm sonuçlarının raporlandırılması gerekir (URL-15).

Kimyasal maddeler ile çalışırken standartlara uygun göz koruyucuları ile toz ve buharlara karşı etkin ve filtreli, organik buharlara karşı etki solunum koruyucu maskeleri, tam yüz maskeleri kullanılmalıdır (URL-16). Kimyasal maddeler ile çalışılan yerlerde göz ve vücut duşları olmalıdır

(URL-15). Kullanılan kimyasal maddelere ait Malzeme Güvenlik Bilgi Formları (MSDS) üretici / tedarikçi firmadan alınarak kimyasal maddeleri kullanıldığı alanlara asılmalıdır. MSDS formlarına uygun şekilde depolanması sağlanmalı, depo alanlarına ve tanklara sağlık ve güvenlik işaretleri asılmalıdır (URL-17). Patlama riskinin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerinin alınması için uzman kişilerce patlamadan korunma dökümanı hazırlanmalıdır (URL-18). Pentan vb. kimyasallar için kaçak algılama sistemi olmalı ve periyodik aralıklarla sistem kontrol edilmelidir (URL-19). Lokasyon sahaları içinde bulunan yağ varillerine vana-musluk takılarak yağın alınması, taşma olmaması için varillerin altlarına yağ tavası konulması ve kontrol edilerek boşaltılması sağlanmalıdır.

Çalışanlar herhangi bir saldırı, tehdit gibi durumlarda ne şekilde davranacakları hakkında bilgilendirilmeli, acil durumlarda ulaşılabilecek numaralar işyerinde görünür bir yerde asılı olmalıdır. Çalışanlara, görev ve sorumlulukları belirlenmeli, bunların haricinde görev verilmemelidir. Çalışanlar ve yöneticiler arasında iyi bir iletişim sağlanmalıdır. Çalışanların sağlık muayeneleri (işe giriş, periyodik) zamanında yaptırılmalıdır. Çalışanların geçirdikleri kazalar ve meslek hastalıkları Sosyal Güvenlik Kurumu'na rapor edilmeli, iş kazaları ve meslek hastalıkları incelenerek yeniden meydana gelmeleri önlenmelidir (URL-1; 4; 20). Çalışanlara yaptıkları işe uygun kişisel koruyucu donanımlar (baret, iş ayakkabısı, iş elbisesi, yalıtkan ayakkabı, paraşüt tipi emniyet kemeri vs.) verilerek zimmet edilmeli ve kullanmaları sağlanmalıdır. Kişisel koruyucu donanımlar kullanılmadan önce kontrol edilmeli arızalı, hasarlı olanlar yenileri ile değiştirilmelidir (URL-15). Tehlikeli bölgeler belirlenerek oluşabilecek riskler doğrultusunda görünür şekilde santral, bina ve eklentiler içerisinde Sağlık ve Güvenlik işaretlerine uygun şekilde levhalar konulmalıdır (URL-21). Tüm çalışanların iş planları yapılarak görev tanımları oluşturulmalı, çalışanlar yaptıkları iş konusunda eğitilmeli, yönlendirilmeli ve talimatlarla desteklenmelidir. İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin aldırılması ve acil durum ekiplerine eğitim verilmesi sağlanmalıdır. Mesleki yeterlilik gerektiren durumlarda çalışanların eğitim alması sağlanarak belge alması sağlanmalıdır (URL-1; 4; 20; 22). İşletmelerde kadın ve erkekler için ayrı soyunma alanları sağlanmalıdır. Soyunma odaları kolayca ulaşılabilir, yeterli sayıda oturma yeri ve kilitli dolapları olmalıdır. Soyunma yeri gerekmeyen işyerlerinde kıyafetlerini koyabilecekleri uygun bir yer sağlanmalıdır. Tuvalet ve lavabolar erkek ve kadın işçiler için ayrı olmalıdır. Çalışma yerlerine, dinlenme odalarına, soyunma odalarına yakın yerlerde yeterli sayıda tuvalet ve lavabo bulunmalıdır. Yemekhane ve yatakhaneler var ise düzenli olarak temizliği yapılmalıdır (URL-13).

4. Sonuçlar ve Öneriler

Jeolojik (haritalar, modeller, uzaktan algılama teknikleri vb.), jeokimyasal (XRD analizi, izotop jeokimyası vb.) ve jeofizik (termal, gravite, manyetik, sismik vb.) araştırmalar, jeotermal alanların araştırılmasında ve jeotermal sistemin özelliklerinin belirlenmesinde önemlidir (Kıray ve Cengiz, 2022). Jeotermal alanın konumu ile jeolojik ve jeofiziksel konumu (arazi çalışmaları, sondaj faaliyetleri, mühendislik ölçmeleri vb.) ise, jeotermal enerji santrallerinin projelendirilmesi ve kurulumunda rol oynamaktadır (Can ve ark., 2022). Son zamanlarda önem kazanan jeotermal enerji sektörünün gelişmesiyle kurulan ve işletilen santrallerin sayısında artış gözlenmektedir. Bu artış ile birlikte çalışanların da iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması önem kazanmaktadır. Santrallerde oluşan/oluşabilecek tehlike ve risklerin azalması, bu risklere karşı alınması gereken önlemlerin belirlenerek uygulanması risk değerlendirme kapsamında olup çalışanların iş kazası geçirme ve meslek hastalığı olasılığını en aza indirmesini sağlamaktadır.

Çalışma kapsamında 24 adet faaliyet alanından kendi içerisinde 60 adet tehlike tespit edilmiş ve bu tehlikelere karşı alınması gereken önlemler belirlenmiştir. Belirlenen tehlike ve riskler, çok yaygın olarak kullanılan iki farklı kalitatif risk metodu ele alınıp karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda 5x5 L tipi Matris metodunda 23 tanesi yüksek risk, 1 tanesi de orta risk grubunda, Fine-Kinney metodunda ise risklerin 13 tane çok yüksek risk, 7 adet yüksek risk, 4 tane de önemli risk grubunda olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple jeotermal enerji santrallerinde Fine-Kinney metodunun daha ayrıntılı olması sebebiyle gerçekçi sonuç verdiğini göstermiştir.

Yapılan çalışma sonucunda 5x5 L Tipi Matris ve Fine-Kinney Metodu ile risklerin değerlendirilmesinde analizi yapan kişinin saha bilgi ve tecrübesine dayandığı için sonuçlar göreceli olması benzerlik göstermektedir. Ancak, Fine-Kinney risk yönteminde tehlike ve riskler daha detaylı ve daha hassas şekilde analiz edilmekte ve daha güvenilir sonuçlar verdiği sonucuna varılmaktadır. Bu risk metodolojilerinden Fine-Kinney yönteminin detaylı ve güvenilir olmasının sebebi risk skorunu belirlerken eklenen frekans değerinin etkisidir. Jeotermal enerji santrallerinin çok tehlikeli sınıfta yer alması ve ayrıntılı bir çalışma gerektirdiğinden dolayı Fine-Kinney Metodunun kullanılmasının tercih edilmesi önerilmiştir.

Fine-Kinney yöntemi istatistiksel verilerin kullanılmasıyla daha gerçekçi sonuçlara (Erzurumoğlu ve ark., 2015) ve frekans faktörünün etkisiyle de daha iyi sonuçlara ulaşılmıştır (Okumuş ve Barlas, 2016). Enerji sektörü dışında diğer sektörlerde de Fine-Kinney yönteminin basit, kolay, anlaşılır, uygulanabilir ve doğru sonuçlar verdiğini (Şensoy ve Kaya; 2019), analizlerin

daha geniş kapsamda yapıldığını, öncelikli tehlikelerin daha kısa zamanda bertaraf edileceğini ve daha etkin sonuçlar elde edileceğini (Usanmaz ve Köse; 2020) belirtilmiştir.

Yazarların Katkısı

Çalışma tek yazar tarafından hazırlanmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışma tek yazar tarafından hazırlanmıştır. Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı makalede ulusal ve uluslararası araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Çalışmada etik kurul izni gerekmemiştir.

Teşekkür

Çalışmada destekleri bulunan tüm hakemlere teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- Aile Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı (2019). Jeotermal enerji tesislerinde iş sağlığı ve güvenliği programlı teftiş genel değerlendirme raporu. Rehberlik ve Teftiş Başkanlığı, 28, Ankara.
- Barasa, P. J., ve Magut, P. S. (2018). Environmental risk assessment: case study of Eburru geothermal wellhead power plant. *International Journal of Development and Sustainability*, 7(10), 2570-2584.
- Bošnjaković, M., Stojkov, M., ve Jurjević, M. (2019). Environmental impact of geothermal power plants. *Tehnički vjesnik*, 26(5), 1515-1522.
- Can, E., Çıtıroğlu, H. K., ve Arca, D. (2022). Jeotermal enerji santrallerinin (JES) projelendirilmesinde oluşması muhtemel risklerin analiz edilmesi, *Konya Journal of Engineering Sciences*, 10(4), 850-863.
- Case, G. D., Bertolli, T. A., Bodington, J. C., Choy, T. A., ve Nero, A. V. (1977). *Health effects and related standards for fossil-fuel and geothermal power plants*. Volume 6 of health and safety impacts of nuclear, geothermal, and fossil-fuel electric generation in California.
- Chen, S., Zhang, Q., Andrews-Speed, P., ve Mclellan, B. (2020). Quantitative assessment of the environmental risks of geothermal energy: A review. *Journal of environmental management*, 276, 111287.
- ÇSGB, (2012). Metal sektöründeki işyerlerinde gaz tüpleri için kullanım ve güvenlik şartları. Yayın No:54, 1-84, Ankara.
- Ekol Sigorta Ekspertiz Hiz. Ltd. Şti (Haziran 2017). Jeotermal sondaj ve jeotermal enerji santralleri. *Risk Değerlendirme Bülteni*, 3, 1-40.
- Erdoğan, Y., Kök, O. E., ve Tanrıverdi, İ. (2017, Nisan). Çanakkale, Tuzla bölgesi jeotermal sondaj sahasının iş güvenliği açısından değerlendirilmesi ve risk analizi. *Türkiye 25. Uluslararası Madencilik Kongresi Bildiriler Kitabı*, 399-407, Antalya.
- Erzurumluoğlu, K., Köksal, K.N., ve Gerek, İ. H. (2015). İnşaat sektöründe fine-kinney metodu kullanılarak risk analizi yapılması. *5. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu*, 137-146, İzmir.

- Feili, H. R., Akar, N., Lotfizadeh, H., Bairampour, M., ve Nasiri, S. (2013). Risk analysis of geothermal power plants using failure modes and effects analysis (FMEA) technique. *Energy Conversion and Management*, 72, 69-76.
- Genç, Ş.C., Dönmez, M., Akçay, A.E., Altunkaynak, Ş., Eyüpoğlu, M. ve Ilgar, Y. (2009). Biga yarımadası Tersiyer volkanizmasının stratigrafik, petrografik ve kimyasal özellikleri Biga yarımadası'nın genel ve ekonomik jeolojisi, MTA Rapor No: 11101, Ankara (yayımlanmamış).
- Hahn, J. L., (1979). *Occupational hazards associated with geothermal energy* (No. UCRL-15049; CONF-790906-7). California Dept. Of Health Services, Berkeley (USA).
- Hochwimmer, A., ve de Kretser, S. (2015). Safety by design processes for the engineering of geothermal facilities. *Safety*, 19, 25.
- Huenges, E., ve Ledru, P. (2011). Geothermal energy systems: exploration, development, and utilization, John Wiley&Sons, Germany.
- Jharap, G., van Leeuwen, L. P., Mout, R., van der Zee, W. E., Roos, F. M., ve Muntendam-Bos, A. G. (2020). Ensuring safe growth of the geothermal energy sector in the Netherlands by proactively addressing risks and hazards. *Netherlands Journal of Geosciences*, 99, e6.
- Kachila, P. J. M. (2020). *Assessment of the effects of geothermal well drilling occupation on the safety and health status of workers in Kenya: A case study of menengai geothermal prospect* (Doctoral dissertation, JKUAT-IEET).
- Kıray, D., ve Cengiz, O. (2022). Jeotermal alanların jeolojik, jeokimyasal ve jeofiziksel yöntemlerle araştırılması. *Mühendislik Bilimleri Alanında Yeni Trendler*, Duvar Yayınları, 191-210, İzmir.
- Kinney, G. F., ve Wiruth, A. D. (1976). Practical risk analysis fo safety management (No. NWC-TP-5865). Naval Weapons Center China Lake CA.
- Korkmaz, G. (2020). *L tipi (5x5 matris) risk analiz yöntemi ve fine kinney yöntemi ile yapı makinalarında risk değerlendirmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kutluay, F., ve Saygılı, S. S. (2005, Kasım). Jeotermal santrallerin işletilmesi. *VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongre ve Sergisi*, 291-306, İzmir.
- Kuyucu, M. (2016). *Jeotermal sondajların iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi*, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvelik Bakanlığı, İş Sağlığı ve güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Ankara.
- MTA, (2012). *General and economic geology of the Biga Peninsula*. Special Publication Series 28, 326 (in Turkish).
- Mohsen, O., ve Fereshteh, N. (2017). An extended VIKOR method based on entropy measure for the failure modes risk assessment-A case study of the geothermal power plant (GPP). *Safety science*, 92, 160-172.
- Okumuş, D., ve Barlas, B. (2016). Gemi inşaatı sektöründe 5x5 analiz matrisi ve fine-kinney yöntemlerinin Uygulamalı Bir Karşılaştırılması. *GMO*, 204-205, 95-106.
- Oturakçı, M., ve Dağsuyu, C. (2017). Risk değerlendirmesinde bulanık fine- kinney yöntemi ve Uygulaması. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 1(1), 17-25.
- Öngür, T. (1973). Çanakkale-Tuzla yöresinin volkanolojisi ve jeotermal enerji olanaktan: *MTA Raporu*, 5510 (yayımlanmamış), Ankara.
- Özkılıç, Ö. (2005). İş sağlığı ve güvenliği, yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojileri. *TİSK Yayınları*, Ankara.
- Sabins, F. (1999). Remote Sensing for Mineral Exploration, *Ore Geol. Rev*, 14, 157-183.
- Spada, M., Sutra, E., ve Burgherr, P. (2021). Comparative accident risk assessment with focus on deep geothermal energy systems in the organization for economic co-operation and development (OECD) countries. *Geothermics*, 95, 102142.
- Şahin, E. (2020). *Jeotermal çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği farkındalığının hata türü ve etkileri Analizi ile birlikte değerlendirilmesi: İzmir Jeotermal A.Ş örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa.
- Şamilgil, E. (1983). Geothermal energy fields of Çanakkale and Tuzla drillings. In *Bulletin of Geology Congress Turkey*, Vol. 4, 147-159.
- Şamilgil, E. (1992). *Jeotermal enerji*. Yıldız Teknik Üniversitesi Yayını, İstanbul.

- Şensoy, H. Ö., ve Kaya, İ. E. (2019). Tehlikeli atık bertaraf tesislerinde karşılaştırmalı risk analizi ve biyolojik faktörler açısından risk değerlendirmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 1375-1382.
- Şimşek, Ş. (2015). Dünya’da ve Türkiye’de jeotermal gelişmeler. In *III. Geothermal Resources Symposium Proceedings*, 1-17, Ankara.
- Tonka, Ş. K., ve Ekmekci, I. (2022). A model proposal for occupational health and safety performance measurement in geothermal drilling areas. *Sustainability*, 14(23), 15669.
- Tunç, O., Yiğitbaşı, E., Şengün, F., Wazec, J., Hofmann, M. ve Linnemann, U. (2012). U-Pb zircon geochronology of Northern metamorphic massifs in the Biga Peninsula (NW Anatolia-Turkey): New data and a new approach to understand the tectonostratigraphy of the region. *Geodinamica Acta*, 25(3-4), 202-225.
- Turan, A. (2015, Kasım). Kaynak İşlerinde İş Güvenliği. *Kaynak Kongresi IX. Ulusal Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı*, 411-422), Ankara.
- Usanmaz, D., ve Köse, E. (2020). Kimyasal araştırma laboratuvarı risk değerlendirmesi için iki farklı metodun istatistiksel analizi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 12(2), 337-348.
- Yurttaş, Ö. (2008). *Ilıcabaşı (Aydın) jeotermal alanının hidrojeolojisi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yörükoğlu, H. (2014). *Yenilenebilir enerji kaynakları risklerinin Fuzzy-FMEA yöntemi ile analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- URL-1: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630-1.htm>. İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, (Erişim Tarihi: 15Eylül 2023).
- URL-2: <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeotermal-harita>. (Erişim Tarihi: 21.10.2023).
- URL-3: <https://jesder.org/>(Erişim Tarihi: 21.10.2023).
- URL-4:<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/10/20211001-20.htm>. Acil Durumlar Hakkındaki Yönetmelik, (Erişim Tarihi: 12Eylül 2023).
- URL-5: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/12/20071219-2.htm>. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik, (Erişim Tarihi: 12Eylül 2023).
- URL-6:<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/02/20220218-1.htm>. İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği, (Erişim Tarihi: 12Eylül 2023).
- URL 7: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/07/20120711-11.htm>.TS 12820, (Erişim Tarihi: 16 Ekim 2023).
- URL-8: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2001/08/20010821.htm>. Elektrik Tesislerinde Topraklama Yönetmeliği, (Erişim Tarihi: 16 Ekim 2023).
- URL-9: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/09/20130919-3.htm>. Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, (Erişim Tarihi: 16 Ekim 2023).
- URL-10: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/10/20131005-2.htm>. Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği,(Erişim Tarihi: 12Eylül 2023).
- URL-11:<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=9949&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>. Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği, (Erişim Tarihi: 13 Eylül 2023).
- URL-12: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/03/20090303-4.htm>. Makine Emniyeti Yönetmeliği, (Erişim Tarihi: 16 Ekim 2023).
- URL-13: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/07/20130717-2.htm>. İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik, (Erişim Tarihi: 16 Ekim 2023).
- URL-14:<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/07/20130728-11.htm>. Çalışanların Gürültüyle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, (Erişim Tarihi: 15Eylül 2023).
- URL-15: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/01/20230127-1.htm>. İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Laboratuvarlar Hakkında Yönetmelik, (Erişim Tarihi: 16 Ekim 2023).
- URL-16: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/07/20130702-2.htm>. Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik,(Erişim Tarihi: 13 Eylül 2023).
- URL-17:<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/12/20141213-1.htm>. Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmelik, (Erişim Tarihi: 16 Ekim 2023).

- URL-18:<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/04/20130430-6.htm>. Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik, (Erişim Tarihi: 15 Eylül 2023).
- URL-19:<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/08/20130812-1.htm>. Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik, (Erişim Tarihi: 12 Eylül 2023).
- URL-20:<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/05/20180524-1.htm>. Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, (Erişim Tarihi: 15 Eylül 2023).
- URL-21:<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/09/20130911-6.htm>. Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği, (Erişim Tarihi: 13 Eylül 2023).
- URL-22:<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/10/20061007-1.htm>. Mesleki Yeterlilik Kurumu Kanunu, (Erişim Tarihi: 16 Ekim 2023).





**IJEASED****INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN***Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*

ISSN: 2667-8764 , 5(2), 248-271, 2023

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>Araştırma Makalesi / *Research Article*Doi: [10.47898/ijeased.1342472](https://doi.org/10.47898/ijeased.1342472)

Analyzes of Stone Deterioration on the Facades of the Şehidiye Madrasah in the Central District of Mardin Province

Ayşe BİÇEN ÇELİK¹, Şefika ERGİN², Murat DAL³, İlhami AY^{4*}¹ Dicle University, Institute of Science, Diyarbakır, 21830, Turkey.² Dicle University, Faculty of Architecture, Diyarbakır, 21830, Turkey.³ Munzur University, Faculty of Art, Design and Architecture, Tunceli, 62000, Turkey.⁴ Hakkari University, Çölemerik Vocational School, Hakkari, 30000, Turkey.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : ilhamiay@hakkari.edu.tr  https://orcid.org/0000-0002-9829-0100 , A. Biçen Çelik  https://orcid.org/0000-0002-7287-7886 , Ş. Ergin  https://orcid.org/0000-0001-5330-1886 , M. Dal  https://orcid.org/0000-0002-3506-3234 , İ. Ay	Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> : 13.08.2023 Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> : 09.09.2023 Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> : 26.11.2023 Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> : 15.12.2023
Alıntı / <i>Cite</i> : Biçen Çelik, A., Ergin, Ş., Dal, M., Ay, İ. (2023). Analyzes of Stone Deterioration on the Facades of the Şehidiye Madrasah in the Central District of Mardin Province, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 5(2), 248-271.	

Abstract

Stone material is one of the most preferred construction materials in traditional buildings. The fact that stone has drilling, crushing and shaping properties and does not need any other binding material is an important factor in the frequent preference of stone material. The durability of stone is important for stone structures to survive until today. However, when the stone material is exposed to environmental and climatic factors, deterioration occurs on the surfaces of the stone. It is important to detect and classify these deteriorations on stone surfaces and to take measures against deterioration in order for the structure to survive for a longer period of time. In this study, stone deterioration was identified and classified as physical, chemical, biological and anthropogenic deterioration and the deterioration of the facades of the Şehidiye Madrasah in Mardin is discussed. The deterioration of the building was classified and analyzed. Visual, mapping and X-Ray Fluorescence Spectroscopy (XRF chemical analyzes method) were used as analyzes methods. The aim of the study are to determine the types and causes of deterioration in the building, to offer solutions and to ensure that the building is transferred to future generations without losing its originality for many years. With the data obtained as a result of the study, it is aimed to form the basis for the conservation projects to be realized in the following years.

Anahtar Kelimeler: Şehidiye Madrasah, Stone Deterioration, XRF Chemical Analyzes Method, Mardin.

Mardin İli Merkez İlçesinde Yer Alan Şehidiye Medresesi'nin Cephelerinde Görülen Taş Bozunmalarının Analizi

Özet

Geleneksel yapılarda taş malzemesi en çok tercih edilen yapı malzemelerinden biridir. Taş malzemesinin sıkça tercih edilmesinde taşın delme, kırma, şekil verme özelliklerine sahip olması ve bağlayıcı başka malzemeye ihtiyaç duymaması önemli bir etkidir. Taş yapıların günümüze kadar ulaşmasında taşın dayanıklılığı önemlidir. Ancak taş malzeme çevresel ve iklimsel etkenlere maruz kaldığında taşın yüzeylerinde bozunmalar meydana gelir. Taş yüzeylerde meydana gelen bu bozunmaların tespiti, sınıflandırılması ve bozunmalara karşı önlemlerin alınması yapının daha uzun süre ayakta kalması açısından önemlidir. Çalışmada taş bozunmaları tespit edilmiş; fiziksel, kimyasal, biyolojik ve antropojenik bozunmalar olarak sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada Mardin'de yer alan Şehidiye Medresesi'nin cephelerinde meydana gelen bozunmalar ele alınmıştır. Yapıda oluşan bozunmalar sınıflandırılmış ve analiz edilmiştir. Analiz yöntemi olarak görsel, haritalama ve X-Işınları Floresan Spektroskopisi (XRF kimyasal analiz yöntemi) yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın amacı; yapıda meydana gelen bozunma türlerini ve nedenlerini tespit etmek, çözüm önerileri sunmak ve yapının uzun yıllar boyunca özgünlüğünü kaybetmeden gelecek nesillere aktarılmasını sağlamaktır. Çalışma sonucunda elde edilen verilerle ilerleyen yıllarda gerçekleştirecek koruma projelerine altlık oluşturması hedeflenmektedir.

Keywords: *Şehidiye Medresesi, Taş Bozunmaları, XRF Kimyasal Analiz Yöntemi, Mardin.*

1. Introduction

Mardin province has served as a significant trade hub because of its location on the Silk Road, a vital trade route, and has witnessed the rule of diverse civilizations and empires throughout history (Çağlayan, 2018). Communities of varying cultural, ethnic, and linguistic backgrounds have coexisted harmoniously in this region (Alioğlu, 1989).

Over time, Mardin has played host to numerous civilizations, each of which has left an indelible mark. While some of the structures erected during these periods remain in use for their original purpose, others have been repurposed. Traditional sites, including mosques, madrasahs, churches, monasteries, and tombs, were constructed during this era (Uyar, 2019). Madrasahs served as important sites for cultural and educational activities throughout the historical process (Yardımlı, 2018). Limestone served as the primary material for constructing traditional stone buildings in Mardin (Semerci, 2017). Limestone's petrographic properties exacerbate surface deterioration when exposed to environmental factors like atmosphere, humidity, and water (Biçen Çelik et al., 2023; Dal & Öcal, 2013a; Dal & Öcal, 2013b), leading to a decrease in the stone's durability over time (Öcal, 2010; Ergin, Gökdemir, Yardımlı & Dal, 2022). It is crucial to take preventative measures against structural deterioration to ensure longevity. The procedures to be implemented in buildings vary depending on the type of deterioration encountered (Dal & Öcal, 2017). Correct analyzes of the deterioration is essential to minimize damage and ensure appropriate action is taken. Regular

inspections and measures to improve durability are crucial for the long-term survival of structures (Doehne & Price, 2010; Karkaş & Acun Özgünler, 2022).

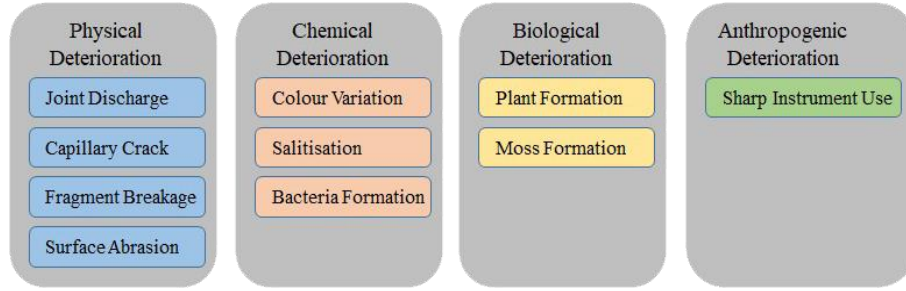
The objective of the research is to investigate and classify the degradation of the stonework on the facades of the Şehidiye Madrasah in Mardin, with the ultimate goal of prolonging the building's lifespan by implementing preventative measures against deterioration. To achieve this, the stone degradation present at the Şehidiye Madrasah was analyzed thoroughly and systematically. Initially, the degradation was assessed visually and then analyzed in three phases, incorporating physical, chemical, biological, and anthropogenic deterioration. In the second stage, the mapping method was employed following the identification of facade deterioration, to determine the types of decay on the facades and their proportional distribution. The mapping method utilised software programs including Autocad 2018 and Adobe Photoshop CS6. In the third stage, X-Ray Fluorescence Spectroscopy (XRF chemical analyze method) was implemented to identify the chemical composition of the stone. The ratios of the CaO, SiO₂, Al₂O₃, SO₃, Fe₂O₃, and P₂O₅ components present in the stone were measured and illustrated with graphs. The obtained data will serve as the foundation for forthcoming conservation projects, as per the results of the research conducted by Biçen Çelik in 2021.

2. Material and Method

Stone has been a popular main construction material from ancient times to the present day. One of its key advantages is that it can be used without the need for binding material. However, exposure to environmental and climatic factors can cause deterioration and changes on its surfaces (Umaroğuları & Kartal, 2021). This study focuses on the Şehidiye Madrasah in Mardin. The study scrutinized the deterioration of the facade surfaces of the madrasah, to identify the types, rates, variations, and causes of the damage.

To determine the underlying causes and processes of deterioration in traditional stone structures, it is crucial to classify and examine the pertinent factors. Table 1 demonstrates the various factors that contribute to the degradation.

Table 1. Classification of the deterioration observed in Şehidiye Madrasah (Öcal & Dal, 2012)



2.1. Study Area Features

2.1.1. History of Mardin Province

Mardin has hosted diverse civilizations across history and has borne multiple names (Alioğlu, 2000; Noyan, 2008; Yousif, 2011). Situated in the rich plain of Mesopotamia, Mardin was founded in the region renowned as the "Fertile Crescent."

Upon studying traditional architectural relics in Mardin, remains dating back to 3000 BC are discerned (Aydın, Emiroğlu, Özel & Ünsal, 2000). Throughout the ages, Mardin has been ruled by various civilizations, resulting in the city boasting works bearing the marks of those times (Yıldız, 2007; Aliveya, 2007; Biçen Çelik, 2021). Nonetheless, the Artuqid State played a crucial role in shaping the identity of Mardin (Dal & Öcal, 2017). Following the Artuqids, the city came under the dominion of Karakoyunlu, Akkoyunlu, Safavid and Ottoman rule, leaving vestiges of those periods still visible in the city (Çağlayan, 2018). The Şehidiye Madrasah, constructed from 1239 to 1260, is one of the enduring structures to have survived until the present day (Demir, 2019). The location of the Şehidiye Madrasah is depicted in Figure 1, generated from Google Earth.

Madrasah buildings have had a significant educational and cultural role in societies throughout history. Library structures were commonly located within the temples of Mesopotamian societies (Yıldız, 2003). In the Ottoman Empire, madrasas were influential as the main educational institutions, and they were situated within complexes that formed universities. As time progressed, these madrasas merged with the mosque courtyard (Karakök, 2013).

During the Ottoman era, the architecture of madrasah buildings followed a specific design - a courtyard at the center, student rooms situated around the courtyard, and a classroom facing the entrance. Typically, these buildings featured two floors (Tayla, 2007; Dobrowolski, 2001).

Currently, 11 madrasah buildings (including Kasımiye, Şehidiye, Zinciriye, Altunboğa, Şah Sultan, Muzafferiyeye, Savur Kapı, Melik Mansur, Hatuniye, Marufiye, and Hüsamiye) have been

identified in Mardin. The city's location on the Silk Road has contributed significantly to the large number of madrasas. Its position on this trade route, as well as its role as a cultural, commercial, and scientific hub, has led to the proliferation of such institutions.



Figure 1. Şehidiye Madrasah satellite image (processed from Google Map)

2.1.2. Geographical Features of Mardin Province

Mardin, a city in the Southeastern Anatolia Region of Turkey, is situated at latitudes $36^{\circ} 54'$ and $37^{\circ} 47'$ north and longitudes $39^{\circ} 55'$ and $42^{\circ} 41'$ east. It covers an area of 8891 km^2 , standing at an altitude of 1100 meters. The city shares borders with Şanlıurfa, Diyarbakır, Batman, Şırnak, Siirt provinces, and Syria (Figure 2). Due to its elevated position (1083 m above sea level), the settlements were aligned in an east-west direction of the castle. As the northern part of the mountain was unsuitable for settlement, the city was established on the high plateau facing south (Karataş, 2018). The settlements are situated on sloping terrain necessitating access to the buildings by steep ramps and stairs (Bekleyen, Dalkılıç & Özen, 2014).

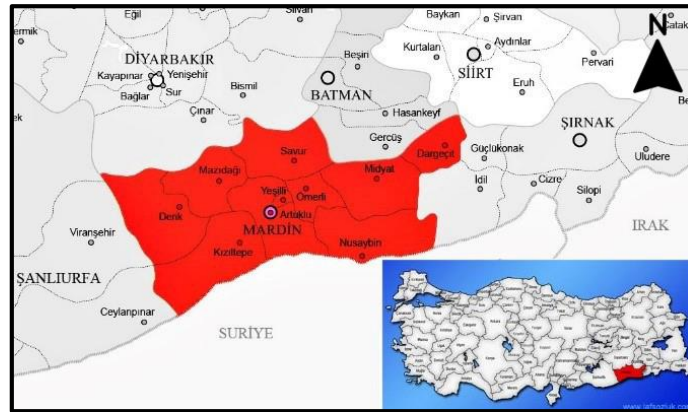
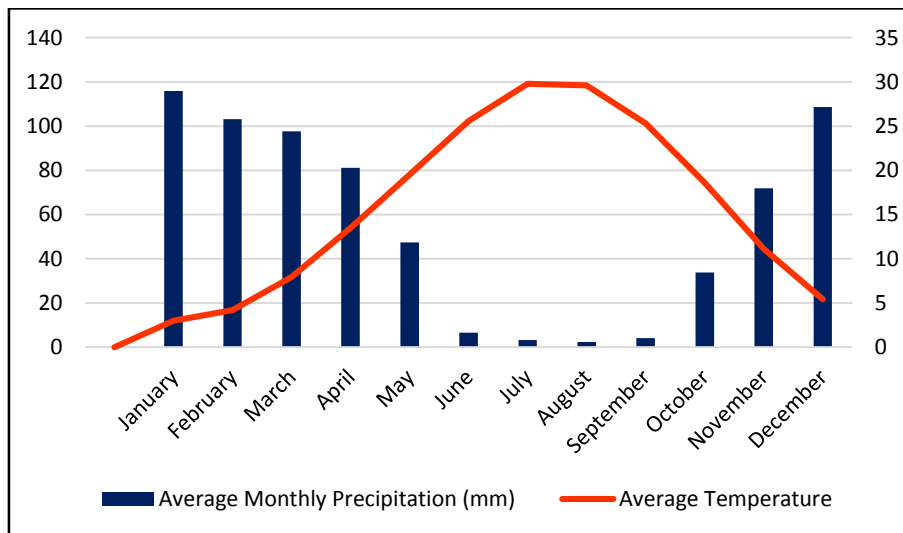


Figure 2. Location of Mardin in Turkey

Mardin Province has a continental climate in its center and a Mediterranean climate in its districts. The winter season is cold, while the summer season is dry and hot owing to the pressure and wind coming from the desert. In the city, the highest temperature value occurs in July, reaching 29.8 °C, while the lowest temperature value occurs in January, dropping to 3.0 °C (see Table 2 for annual average temperature values). Deterioration occurs on the stone surfaces of buildings in Mardin due to differences in daily and yearly temperatures (Karataş, 2018).

Table 2. Average temperature and precipitation of Mardin province according to meteorological data (Measurement Period 1941-2022) (Processing meteorological data) (General Directorate of Meteorology, 2023)



2.1.3. Architectural Features of Şehidiye Madrasah

Limestone served as the principal construction material for the Şehidiye Madrasah, situated on the street opposite the old Post Office building on 1st Avenue in the Şehidiye Quarter. The site plan and aerial photograph of the Şehidiye Madrasah can be seen in Figure 3, with the building located at street level below. The main portal inscription bears the name of Melik El Sadi, son of Melik Mansur Nasreddin Aslan. The origin of the building's construction, however, remains unknown. The building has undergone several interventions leading up to the present day. Consequently, few remnants of its original state have survived to date. The Şehidiye madrasah is believed to have derived its name from the presence of martyr graves during its construction (Biçen Çelik, 2021).

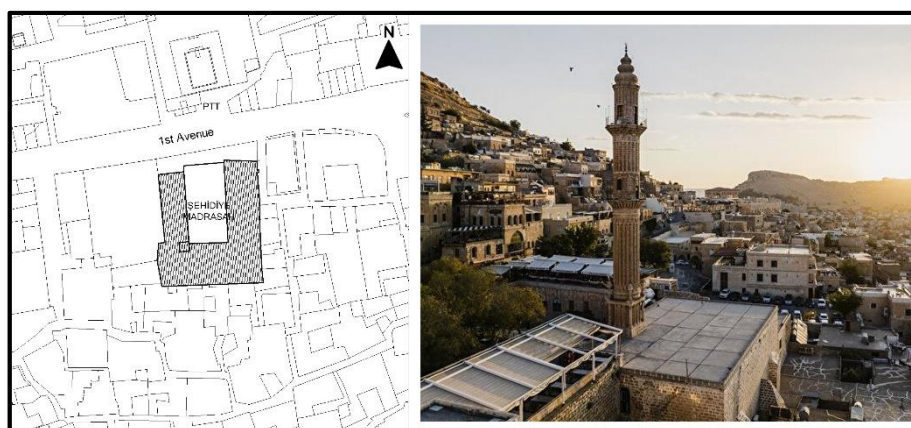


Figure 3. Şehidiye Madrasah Site Plan (İbrahim Duyan Archive) and Aerial Photograph (URL-1)

Bulduk's work reports that the eastern side of the madrasah structure was demolished and reconstructed suitably, whilst the west side of the building stayed dilapidated for several years. On the east side of the building, both the lower and upper floors had cells where impoverished individuals were housed. The author states that an ablution room was located on the north side of the iwan. However, it was reported that this area was closed during road construction (Bulduk, 1999).

Oktay Aslanapa, who researched the Şehidiye Madrasah in the 1950s, and Aptulah Kuran, who studied the building in the 1960s, mentioned similar findings. Aslanapa mentioned that the building's northern iwan has a selsebil, while the western iwan is located in the middle of the cross-vaulted porticoes (Aslanapa, 2007). Kuran states that the madrasah is not a cohesive unit when seen

from the outside. He observed that the components of the building were scattered unevenly across the courtyard. (Kuran, 1969)

The main entrance to the building is accessed through the portal in the center. The courtyard can be reached by passing through a barrel-vaulted corridor. A perpendicular section intersects the corridor, containing opposing cells that have been used as places of education during the building's time as a madrasah. In the northern part of the courtyard section of the building, an iwan with a selsebil can be found. During the 1967 renovation, the iwan was partitioned into two, with the rear portion repurposed as a water tank. The western section of the courtyard was leased as a carpentry workshop and functioned as such (Altın, 1971). Today, this space serves as an ablution area and women's masjid while the southern side houses a mosque with dual naves. The building's upper level features additional cells (Figure 4).

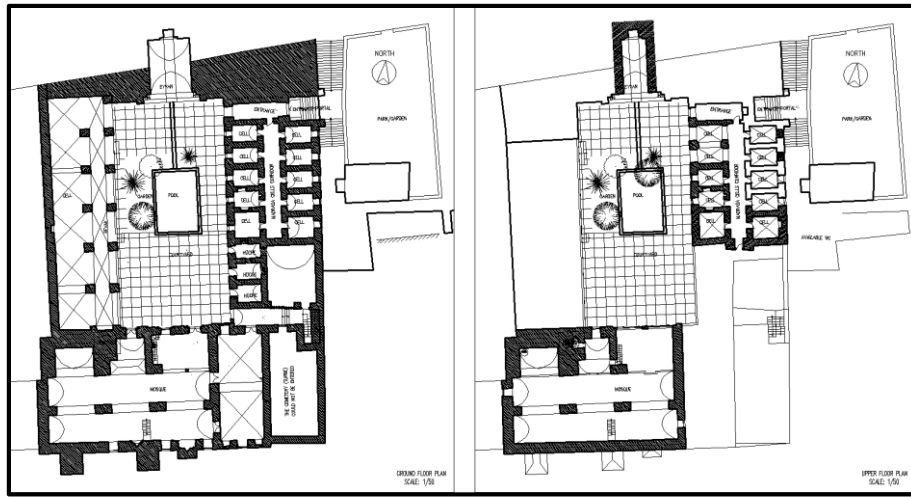


Figure 4. Şehidiye Madrasah Floor Plans (İbrahim Duyan Archive)

The structure comprises five facades, four of which face the courtyard with the remaining facade featuring the main portal. Currently, the madrasah is being used as a mosque (Zeka, 2020). The primary construction material used was regional limestone supplemented with cut stone and, in certain areas, kabayonu stone on the facades (Figure 5). Due to restoration work that occurred at different points in time, the building lacks stylistic coherence. The analyze suggests that the south buttresses of the mosque section, the western area housing the porticoes, and the iwan section were a result of interventions before the 17th century. The student quarter and the northern facade of the mosque received interventions during the 17th and 18th centuries respectively. The mosque's minaret was added and the western area with porticoes were constructed at the onset of the 20th

century. In 2004, during the repair work, the madrasah underwent renovation in which the iwan was refurbished, and a pool was installed (Çağlayan, 2017).



Figure 5. Facade photographs of Şehidiye Madrasah

3. Finding and Discussion

Identifying the factors responsible for the decay of stone materials in preserving historic landmarks is crucial (Karataş & Peyker, 2023). Stone materials deteriorate upon exposure to weather conditions, including pressure, temperature and wind (Dal, 2016). Such deterioration results in reduced durability and strength, making the stone susceptible to further decay or accelerating the process (Ergin, Çelik & Dal, 2020). Failure to implement necessary measures against decay and incorrect interventions lead to consequential harm and destruction in structures (Yardımlı, Hattap, Khooshroo & Javadi, 2017).

The decay of the Şehidiye Madrasah was addressed by categorizing it into physical, chemical, biological and anthropogenic factors (Öcal & Dal, 2012). Physical decay is defined as the loss of the surface of the stone due to mechanical impacts. Instances of damage to stones may take forms such as fractures, cracks, fragment breakage, deformation, abrasion, cuts, honeycombing, and joint discharges (Dal & Yardımlı, 2021).

Degradation of stones due to atmospheric events is referred to as chemical deterioration and is manifested through color change, salting, crystallization (blooming), crusting, blistering, sugaring, and foliation (Öcal & Dal, 2012; Ergin, Karahan & Dal, 2020).

Organic substances in stone cause biological deterioration, characterized by phenomena such as algae and plant formation or biological accumulation (Dal, Zülfikar & Dolar, 2020; Dolar & Yardımlı, 2017).

Anthropogenic deterioration refers to the damage caused to structures by human actions, both conscious and unconscious.

Examples of anthropogenic deterioration include improper application, misuse, and wear over time (Hattap, 2002).

The Şehidiye Madrasah's deterioration was evaluated through three distinct approaches in this study, namely visual examination, mapping-based examination, and XRF chemical analyze.

3.1. Visual Investigation of the Deterioration Occurring in Şehidiye Madrasah

The analyze of the deterioration of Şehidiye Madrasah due to external environmental and climatic factors was carried out in four groups: physical, chemical, biological and anthropogenic.

Based on the visual analyzes, Figure 6 illustrates the physical deterioration of the building. The structure displays several physical deterioration types such as capillary cracks, joint discharges, fragment rupture and surface abrasion.

Cracks in stones can result from weather conditions and petrographic properties. Additionally, vibrations arising from natural catastrophes like earthquakes, fires and frost may also lead to cracks on stone surfaces (ICOMOS, 2008). As a consequence of the weather in Mardin province, the structure experienced thermal shock, resulting in capillary cracks in the limestone which comprises the primary material of the structure (Figure 5a). The façade of the building exhibited joint failure (Figure 5b and Figure 5c) and fragmentation (Figure 5d and Figure 5e), likely due to surface abrasion caused by dust grains carried by the wind (Figure 5f) over an extended period.

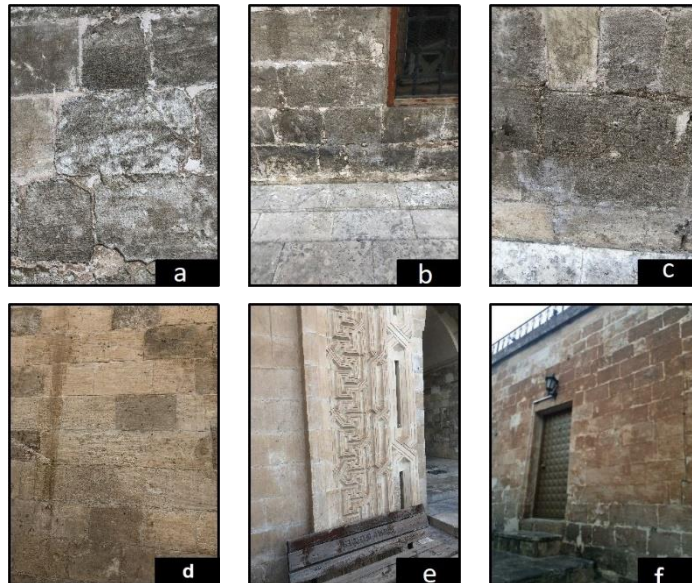


Figure 6. Physical deterioration of Şehidiye Madrasah

The limestone, which forms the primary material of Şehidiye Madrasah, has undergone significant chemical degradation over time due to both internal and external factors. Figure 7 demonstrates these deteriorations. Discoloration is noticeable on the primary access portal of the edifice (Figure 7a).

Changes in the stone surfaces can be attributed to the effects of salt, metal corrosion, microorganisms or fire exposure (ICOMOS, 2008). Discoloration is visible on the facade that faces the inner courtyard of the building which also houses the women's masjid (Figure 7b). The Şehidiye Madrasah reveals that limestone is salted as a result of interaction with air (Figure 7d and Figure 7e). Additionally, bacterial formations are observable on the limestone (Figure 7c and Figure 7f).

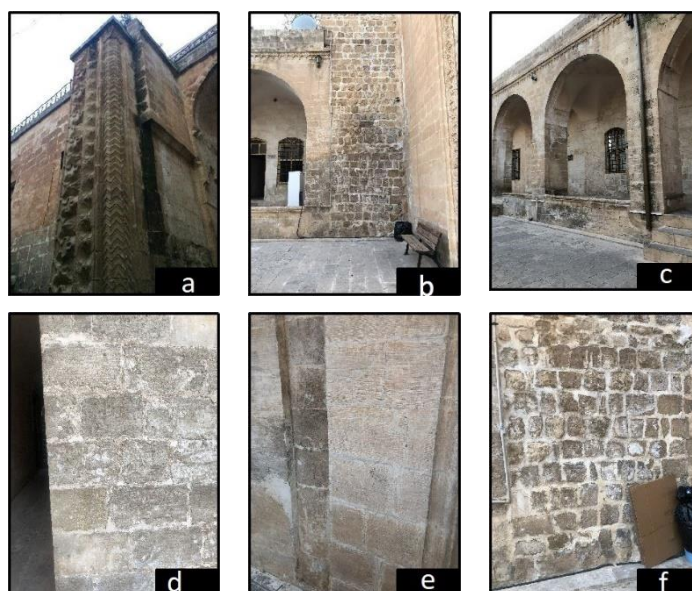


Figure 7. Chemical deterioration in Şehidiye Madrasah

Figure 8 illustrates the biological deterioration in Şehidiye Madrasah. Plant growth has been detected on the façade of the women's masjid (Figure 8a) and the façade of the selsebil (Figure 8b). The root systems of these plants can expand joints and cracks in the stonework, thereby accelerating physical degradation processes.

Furthermore, they may also increase the rate of chemical degradation by promoting salinization due to the persistent moisture in these areas. Moss was observed along the water fountain-facing façade, specifically in areas exposed to water (Figure 8c). Moss generally flourishes in stone crevices or gaps, and moist or wet stone surfaces accelerate its growth (ICOMOS, 2008). Buildings in contact with water often experience biological decay (Dal & Yardımlı, 2019).

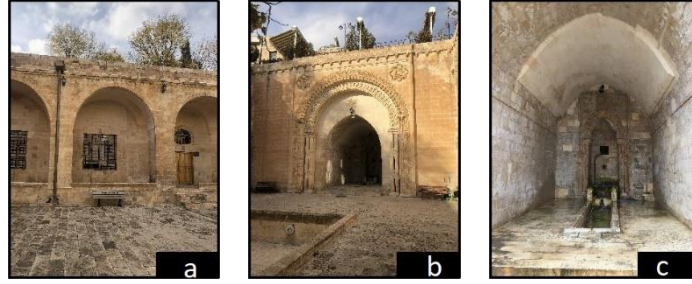


Figure 8. Biological deterioration in Şehidiye Madrasah

Figure 9 illustrates the impact of human activity on the deterioration of Şehidiye Madrasah. The north-facing interior façade of the building shows evidence of deterioration caused by sharp tools, as demonstrated in Figure 9a and Figure 9b.



Figure 9. Anthropogenic deterioration of the Şehidiye Madrasah

3.2. Investigation of the Deterioration of the Şehidiye Madrasah by Using the Mapping Method

The physical condition of the Şehidiye Madrasah is revealed in the mapping charts. The study conducted a detailed analyze of the building's eastern facade, south-facing, north-facing, and east-facing courtyard facades. After the selected facades were observed, they were photographed.

Table 3 demonstrates the physical deterioration that was observed. It was identified that the most prevalent type of physicommechanical decay in the madrasah was surface abrasion whilst fragment rupture was the least common. Joint discharge was found to occur at a greater frequency than capillary cracks.

Table 4 presents a discussion of the building's chemical decay. As depicted in the table, discoloration and salting were the most prevalent forms of chemical decay on the chosen facades of the structure. Bacterial formation was observed to a lesser extent.

Table 3. Physical deterioration of of Şehidiye Madrasah

Physical Deterioration Type	Facade Deterioration Ratio	Rate (%)	Physical Deterioration Type	Facade Deterioration Ratio	Rate (%)			
EAST FACADE		8	NORTH FACING COURTYARD FACADE		1.2			
						Joint Discharge	Capillary Crack	1.4
						Capillary Crack	Fragment Breakage	0.3
						Fragment Breakage	Surface Abrasion	90
Surface Abrasion	93	EAST FACADE		8	NORTH FACING COURTYARD FACADE		90	
Joint Discharge	Capillary Crack							12
Capillary Crack	Fragment Breakage							1
Fragment Breakage	Surface Abrasion							87
Surface Abrasion	21	SOUTH FACING COURTYARD FACADE		1.5	EAST FACING COURTYARD FACADE		10	
Joint Discharge	Capillary Crack							2.3
Capillary Crack	Fragment Breakage							0.8
Fragment Breakage	Surface Abrasion							21
Surface Abrasion	21	SOUTH FACING COURTYARD FACADE		21	EAST FACING COURTYARD FACADE		87	

Table 4. Chemical deterioration of Şehidiye Madrasah

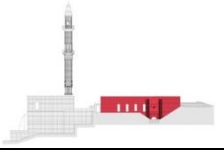
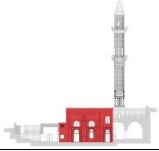
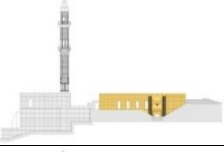

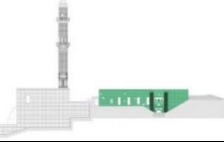

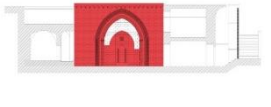

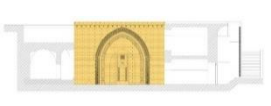

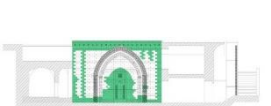

	Chemical Deterioration Type	Facade Deterioration Ratio	Rate (%)		Chemical Deterioration Type	Facade Deterioration Ratio	Rate (%)
EAST FACADE	Colour Variation		100	NORTH FACING COURTYARD FACADE	Colour Variation		100
	Salitisation		100		Salitisation		100
	Bacteria Formation		98		Bacteria Formation		43
SOUTH FACING COURTYARD FACADE	Colour Variation		88	EAST FACING COURTYARD FACADE	Colour Variation		94
	Salitisation		100		Salitisation		100
	Bacteria Formation		42		Bacteria Formation		82

Table 5 displays the biological decay that transpired in Şehidiye Madrasah. Upon scrutinizing the biological decomposition within the madrasah, moss and plant growth were visible on the facade by the selsebil. On the facade by the entrance of the madrasah, plant growth was identified in only two places.

Table 6 portrays the degeneration of Şehidiye Madrasah caused by human activity. Sharp instruments were only detected on the interior facade of the building facing north.

Table 5. Biological deterioration of Şehidiye Madrasah

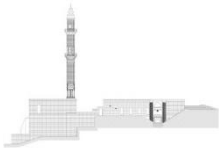


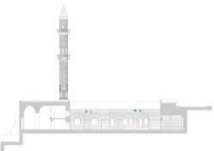
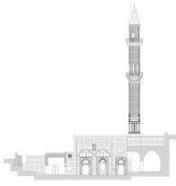
	Biological Deterioration Type	Facade Deterioration Ratio	Rate (%)
EAST FACADE	Plant Formation		0.2
	Plant Formation		0.1
SOUTH FACING COURTYARD FACADE	Moss Formation		1.3
	Plant Formation		0.4
EAST FACING COURTYARD FACADE	Plant Formation		

Table 6. Anthropogenic deterioration of the Şehidiye Madrasah

	Antropogenic Deterioration Type	Facade Deterioration Ratio	Rate (%)
NORTH FACING COURTYARD FACADE	Sharp Instrument Use		0.1

3.2. Investigation of the Deterioration of the Şehidiye Madrasah Using XRF Chemical Analyze Method

All forms of damage that happened in the Şehidiye Madrasa were examined using codes determined by X-Ray Fluorescence Spectroscopy (XRF chemical analyze method). The codes found (Table 7), along with depictions of the chosen stones on the blueprint (Figure 10) and on the front (Figure 11), are provided below. The primary aim of examining the stone structure of historic buildings is to identify the physical and chemical elements present in the stone material and respond accordingly (Karataş, Alptekin & Yakar, 2022).

Table 7. Stones selected for the use of XRF chemical method for the deterioration of the Şehidiye Madrasah

STONE CODE	TYPE OF DETERIORATION	
C0	Clean Stone	
C1a	Abrasion	Physical Deterioration
C1b	Capillary Crack	
C1c	Joint Discharge	
C2a	Colour Variation	
C2b	Salitisation	Chemical Deterioration
C2c	Bacteria Formation	
C3a	Microorganism Formation	
C3b	Moss Formation	Biological Deterioration
C4a	Sharp Instrument Use	Anthropogenic Deterioration

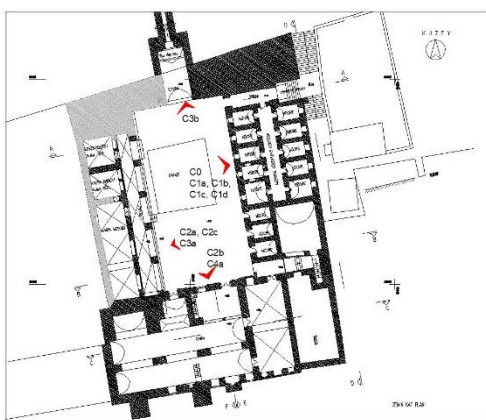


Figure 10. The plan representation of the stones selected for the use of XRF chemical method for the deterioration of Şehidiye Madrasah



Figure 11. Demonstration of the stones selected for the use of XRF chemical method for the deterioration of Şehidiye Madrasah on the façade

Table 8 presents the findings from the XRF analyze on the physical decay detected in Şehidiye Madrasah. Results reveal that the SiO_2 ratio was 19.02% in C0 stone, while C1b stone presents a mere 0.09% of this element. Thus, the C1b stone exhibits lower strength than C0. In addition, while the SO_3 ratio was 0.98 in the C0 stone, it reached 8.73% in the C1c stone, and an increase in SO_3 was also observed in other stones. There were no significant differences in the values of other components. Physical deterioration is evident on the stone surfaces due to variations in the stone material components and temperature differences (Karataş, Alptekin & Yakar, 2023).

Table 9 presents the results of XRF chemical analyzes of chemical deterioration in Şehidiye Madrasah. The obtained results indicate an increase in SO_3 in all of the stones due to city air pollution. The rise of the SO_3 ratio in C2c stone is noteworthy. In the C0 stone, the SiO_2 ratio was at 19.02%, whereas in other chosen stones, it declined. For instance, the SiO_2 ratio in C2b stone was only 4%.

Table 8. XRF chemical analyze results of physical deterioration observed on the facades of Şehidiye Madrasah

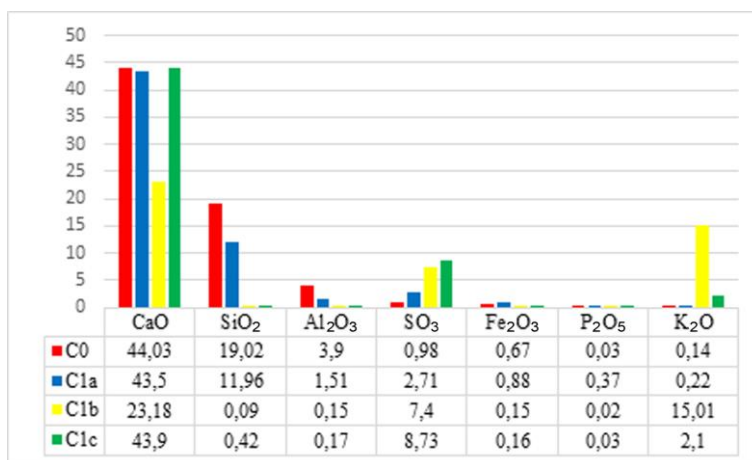


Table 9. XRF chemical analyze results of chemical deterioration observed on the facades of Şehidiye Madrasah

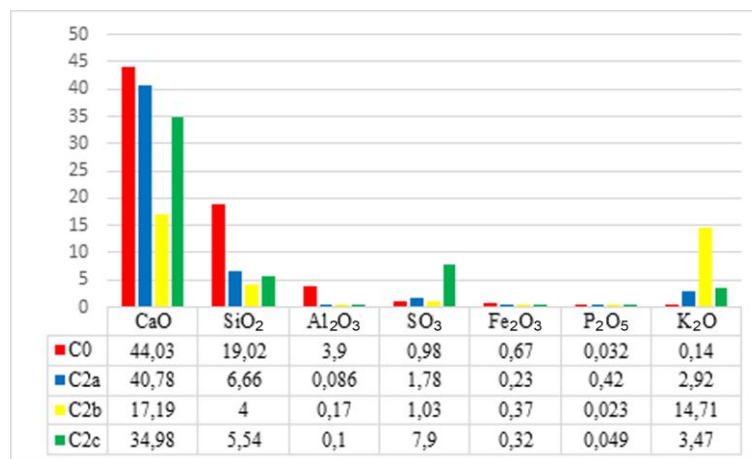
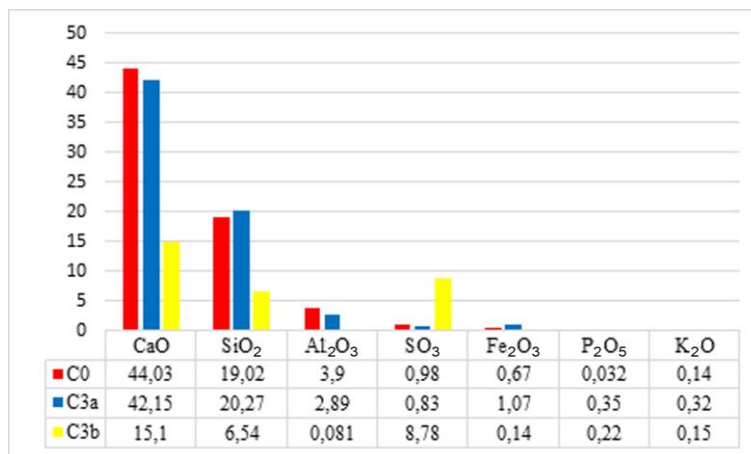


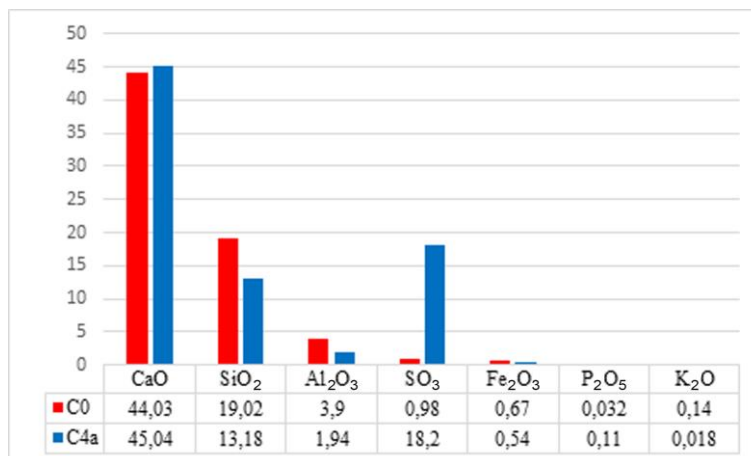
Table 10 presents the findings of the analyze concerning the biodeterioration that occurred at Şehidiye Madrasah. The results of the analyze indicate that the value of the SiO₂ component in C0 stone is 19.02%, while it is 20.27% in C3a stone. Clay minerals were hardened and silicified as a result of atmospheric weather conditions' interaction. This process led to the creation of a protective layer on the surface of the stone. Furthermore, C3b stone has the highest SO₃ value attributable to air pollution.

Table 10. XRF chemical analyze results of biological deterioration observed on the facades of Şehidiye Madrasah



The findings from the XRF chemical analyze method on the anthropogenic deterioration in Şehidiye Madrasah are presented in Table 11. Upon comparison of the selected stone with the clean stone, a significant increase in SO₃ stone was observed, indicating air pollution as the cause. The SiO₂ ratio in C0 stone was found to be 19.02%, while C4a stone exhibited a rate of 13.18%.

Table 11. XRF chemical analyze results of anthropogenic deterioration observed on the facades of Şehidiye Madrasah



4. Conclusion and Suggestions

Stone, an essential building material, is used for various purposes, functions, and shapes in every aspect of our lives. It serves as the primary construction material for historical structures in Mardin. The petrographic properties of limestone make it prone to deterioration from external

environmental and climatic factors, causing damage to the stone surface. This study analyzes the deterioration of the Şehidiye Madrasah stone. The structure's deterioration was analyzed using visual, mapping and XRF analyze methods.

The results showed that chemical deterioration occurred at a higher rate compared to anthropogenic deterioration. Four types of physical deterioration were identified, namely capillary cracks, abrasion, joint discharge and fragment rupture. Surface abrasion was found to be the most prevalent form of physical deterioration, while fragment rupture was the least. Chemical deterioration was identified by discoloration and salination, while biological deterioration was seen through plant formation and moss growth. Anthropogenic deterioration, which is characterized as intentional or unintentional damage to the structure by humans, was evident due to the use of sharp tools on the structure.

Upon analyzing each facade, it was observed that all facades showed signs of physical deterioration including capillary cracks, abrasions, joint failure and fragment breakage. Moreover, chemical deterioration like discoloration, salinization and bacterial growth were also noted on all facades. Due to the altitude of 1083 meters and the prevailing climatic conditions, the eastern façade of the building and the inner courtyard facades facing north, south and east were subject to surface abrasion, color changes in stones, and salinization deterioration. Regarding biological deterioration, plant growth was observed on the east façade, the south-facing inner courtyard façade, and the east-facing inner courtyard façade, while moss growth was detected on the south-facing inner courtyard façade. Furthermore, Table 12 reveals the identification of the use of cutting tools, one of the types of anthropogenic deterioration, on the façade of the east-facing inner courtyard.

The research named "Investigation into the Decay of Stone on the Facades of Hatuniye Madrasah" by Biçen et al. (2023) explored comparable techniques to inspect stone decay in Hatuniye Madrasah, a different building of the same kind in Mardin. The research employed a visual display, mapping and XRF chemical analyze method. During the research, the Hatuniye Madrasah facades on the east, south, south-facing courtyard and west-facing courtyards showed signs of surface abrasion, discoloration, salinization and bacterial growth. The two madrasahs share the same region, climate and altitude, leading to comparable findings.

In their study titled "Stone material decay patterns of historical buildings in Southeastern Anatolia," Karataş et al. (2023b) have discovered similar results. The Mardin İzzetpaşa Old Prison

has been examined for the decay of its building elements and materials. After classification and analyze of the deterioration, the study focused on the degradation of the facade base.

Table 12. Deterioration on the facades of Şehidiye Madrasah

Şehidiye Madrasah	Physical Deteriorations				Chemical Deteriorations			Biological Deteriorations		Anthropogenic Deteriorations	
	Abrasion	Capillary Crack	Joint Emptying	Fragment Breakage	Colour Variation	Salitisation	Bacteria Formation	Plant Formation	Moss Formation	Sharp Instrument Use	Paint Usage
East Facade	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
South Facing Courtyard Facade	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
North Facing Courtyard Facade	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
East Facing Courtyard Facade	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-

Chemical changes in selected stones were analyzed through X-Ray fluorescence (XRF) analyzes conducted in the Şehidiye Madrasah. The findings reveal substantial variations in the CaO, SiO₂, and SO₃ ratios in the stones, while no significant changes were detected in other components. The CaO ratio in C0 stone is 44.03%, whereas it is 45.04% in C4a stone. Additionally, the SiO₂ ratio in C0 stone is 19.02%; however, it decreased to 0.09% in C1b stone. Moreover, the SO₃ ratio in C0 stone is 0.98%, whereas it increased to 8.78% in C3c stone, as reported in Table 13.

Table 13. XRF chemical analyze results of the deterioration observed on the facades of Şehidiye Madrasah

Component	C0	C1a	C1b	C1c	C2a	C2b	C2c	C3a	C3c	C4a
CaO	44.03	43.5	23.18	43.9	40.78	17.19	34.98	42.15	15.1	45.04
SiO ₂	19.02	11.96	0.09	0.42	6.66	4	5.54	20.27	6.54	13.18
Al ₂ O ₃	3.9	1.51	0.15	0.17	0.086	0.17	0.1	2.89	0.081	1.94
SO ₃	0.98	2.71	7.4	8.73	1.78	1.03	7.9	0.83	8.78	18.2
Fe ₂ O ₃	0.67	0.88	0.15	0.16	0.23	0.37	0.32	1.07	0.14	0.54
P ₂ O ₅	0.03	0.37	0.02	0.03	0.42	0.023	0.049	0.35	0.22	0.11

Based on the analyze results, it was found that physical and chemical deterioration were the most commonly observed types of deterioration in all facades that were examined in Şehidiye Madrasah. Physical deterioration included capillary cracks, abrasion, joint discharge, and fragment

rupture, while chemical deterioration included discoloration, salting, and bacterial formation, and all these were observed in the examined facades. Upon analyzing the XRF results, a correlation was established between clay ratio and deterioration. It was observed that as the clay ratio increased, the deterioration also increased. Additionally, an inverse relationship was found between silica ratio and deterioration.

The longevity of structures can be ensured by detecting physical, chemical, biological, and anthropogenic degradation resulting from climatic conditions and human impact, and taking appropriate precautions. It is crucial to inform individuals about the usage of sharp tools, which are a primary cause of anthropogenic degradation in buildings, and to raise awareness about historic buildings with cultural significance. Efforts ought to be made to reduce the physical and chemical decay instigated by climatic elements on the outer walls and those overlooking the inner courtyard. The episode of plant and moss formation seen in the edifice, specifically in places where water is present, should be supervised, and the interaction of stone surfaces with water ought to be lessened.

The study's data and analyzes should inform plans for upcoming building conservation projects to effectively address structural deterioration. Early intervention is vital for prolonging the building's lifespan. It is crucial to precisely detect and assess the decay and devise enhancement methods to pass on the buildings to future generations.

Contribution of Authors

1st author 40%, 2nd author 20%, 3rd author 20% and 4th author 20% contributed.

Conflict of Interest Statement

There is no conflict of interest between the authors.

Statement of Research and Publication Ethics

This article is derived from the Master's thesis titled "Mardin İlindeki Medrese Yapılarının Cephelerinde Oluşan Taş Bozunmalarının İncelenmesi ve XRF Spektrometresi İle Analizi" completed at Dicle University, Institute of Science and Technology, Department of Architecture. The article complies with national and international research and publication ethics. Ethics committee permission was not required for the study.

The study complied with research and publication ethics.

References

- Bulduk, A. F. (1999). *Mardin Tarihi* (Burhan Zengin, trans.), Ankara: GAP Publications.
- Alioğlu, F. E. (1989). *Mardin Şehir Dokusu ve Evler Üzerine Bir Deneme*. (PhD thesis). Istanbul Technical University Institute of Science and Technology, İstanbul.
- Alioğlu, F. E. (2000). *Mardin Şehir Dokusu ve Evler*. İstanbul: Tarih Vakfı Publications.
- Aliveya, M.A. (2007). *Makalelerle Mardin I. Tarih-Coğrafya: Mardin ve Çevresini İçine Alan Türk Devletleri Tarihi*. İstanbul: Mardin Governorship.
- Altun, A. (1971). *Mardin'de Türk Devri Mimarisi*. İstanbul: Gün Press.
- Aslanapa, O. (2007). *Anadolu'da İlk Türk Mimarisi Başlangıç ve Gelişmesi*. Ankara: Atatürk Culture Center.
- Aydın, S., Emiroğlu, K., Özel, O. & Ünsal, S. (2000). *Mardin Aşiret-Cemaat-Devlet*. İstanbul: Tarih Vakfı Publications.
- Bekleyen, A., Dalkılıç, N. & Özen, N. (2014). Geleneksel Mardin Evi'nin Mekânsal ve Isısal Konfor Özellikleri. *Türk Bilim ve Araştırma Vakfı*, 7(4): 28-44.
- Biçen Çelik, A. (2021). *Mardin İlindeki Medrese Yapılarının Cephelelerinde Oluşan Taş Bozunmalarının İncelenmesi ve XRF Spektrometresi İle Analizi* (Master's thesis), Dicle University Institute of Science and Technology, Diyarbakır.
- Biçen Çelik, A., Ergin, Ş. , Dal, M. & Ay, İ. (2023). Analysis of Stone Deterioration on the Facades of Hatuniye Madrasah. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 8 (1), 355-369.
- Çağlayan, M. (2017). *Mardin Anıtsal Yapılarında Değişmişlik ve Özgünlük Sorunları*. (PhD thesis). Istanbul Technical University Institute of Science and Technology, İstanbul.
- Çağlayan, M. (2018). Bir Mimari Karşılaştırma: Mardin Zinciriyi ve Kasımiye Medreseleri. Karacoşkun, M. D. & Köse, O. (Ed.). *İlk Çağlardan Modern Döneme Tarihten İzler II*. (s.147-165).. Ankara: Berikan Publications.
- Dal, M. & Öcal, A. D. (2013a). Limestone Used in Islamic Religious Architecture From Istanbul and Turkish-Thrace. *METU Journal of the Faculty of Architecture*. 30 (1): 29-44.
- Dal, M. & Öcal, A. D. (2013b). Investigations on Stone Weathering of Ottoman Architecture: A Kırklareli Hizirbey Kulliyi Case Study, *PARIPEX – Indian Journal of Research*, 2 (11): 1-7.
- Dal, M. (2016, December). Decays Occurring in The Structure of Adobe Materials. *Proceedings for the 5. International Conference Kerpiç'16* (p. 71-80). İstanbul: Istanbul Aydın University.
- Dal, M. & Öcal, A. D. (2017). Mardin Şehrindeki Taştan Yapılmış Eserlerde Görülen Bozunmalar, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(1): 60-74.
- Dal, M. & Yardımlı, S. (2019, 23-25.08). Karadeniz Bölgesindeki Yağışların Yapılara Etkisi, *UBAK Uluslararası Bilimler Akademisi Karadeniz 2. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi* (s. 347-352). Rize: UBAK Publications.
- Dal, M. & Yardımlı, S. (2021). Taş Duvarlarda Yüze Bozunmaları. *Kent Akademisi*, 14(2), 428-451.
- Dal, M., Zülfikar, H. C. & Dolar A. (2020). *Mimari Taş Yapılarda Görülen Biyolojik Bozunmalar*. Geleneksel ve Çağdaş Mimari Yapılar Üzerine Akademik Çalışmalar. Chapter 2 (s.29-62). Ankara: İksad Publishing House.

- Demir, H. (2019). Anadolu Selçuklu Dönemi Külliye Düzenlemesinde Cami ve Medrese’de Ortak Avlu Kullanımı. *Hacettepe Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları (HÜTAD)*, (30), 143-166.
- Dowrolowski, J. (2001). *The Living Stones of Cairo*. Cairo: American University in Cairo Press.
- Doehne, E. & Price, C. A. (2010). *Stone Conservation an Overview of Current Research*. Los Angeles: Getty Conservation Institute, Getty Publications.
- Dolar A. & Yardımlı S. (2017). *Tarihi Yapı Taşlarındaki Alg ve Bakteri Alterasyonları*. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Uluslararası Katılımlı 6. Tarihi Yapıların Korunması ve Güçlendirilmesi Sempozyumu (s. 143-152), Trabzon: TMMOB Chamber of Civil Engineers.
- Ergin, Ş., Çelik, A.B. & Dal, M., (2020, January). *Şeyh Çabuk Camiisinde Meydana Gelen Taş Bozunma Sorunlarının İrdelenmesi*. 3. Uluslararası Mardin Artuklu Bilimsel Araştırmalar Kongresi (s. 113-114). Türkiye: Farabi Publications.
- Ergin, Ş., Gökdemir, B., Yardımlı, S. & Dal, M. (2022). Deterioration on the Stone Surfaces of the Diyarbakır Nebi Mosque. *Uluslararası Hakemli Tasarım Ve Mimarlık Dergisi*, 27(Autumn Term), 1-32.
- Ergin, Ş., Karahan, B. & Dal, M. (2020). Sultan Hamza-i Kebir Camii’nde Görülen Taş Bozunmaları. *Kent Akademisi*, 14(2), 414-427.
- General Directorate of Meteorology. (2023). Mardin Province Meteorological Statistics and Analyzes. Access Address (01.06.2023): <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=MARDIN>.
- Hattap, S. E. (2002). *Doğal Taş Malzeme Koruyucuların Performans Ölçümünde Deneysel Metot Araştırması* (PhD thesis). Mimar Sinan Fine Arts University Department of Building Physics and Materials, İstanbul.
- ICOMOS (2008). *Illustrated Glossary on Stone Deterioration Patterns*. Page:86. ISBN: 978-2-918086-00-0. France.
- Karakök, T. (2013). Yükseköğretim Kurumu Olarak Osmanlı’da Medreseler: Bir Değerlendirme. *Bartın University Journal of Faculty of Education* 2(2), 208-234.
- Karkaş, Z. S. & Acun Özgünler, S. (2022). Koruma Kararlarını Etkileyen Parametrelerin Belirlenmesine Yönelik Bir Anket Çalışması. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 7 (1) , 364-382.
- Karataş, L. (2018). *Mardin Kenti İbadet Yapılarında Malzeme Kullanımı ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma*. (Master's Thesis). Uludağ University Institute of Science and Technology, Bursa.
- Karataş, L., Alptekin, A. & Yakar, M. (2022). Detection of Materials and Material Deterioration in Historical Buildings by Spectroscopic And Petrographic Methods: The Example Of Mardin Tamir Evi. *Engineering Applications*, 1(2), 170-187.
- Karataş, L., Alptekin, A., & Yakar, M. (2023). Material Analysis for Restoration Application: A Case Study of the World’s First University Mor Yakup Church İn Nusaybin, Mardin. *Heritage Science*, 11(1), 1-17.
- Karataş, L., Ateş, T., Alptekin, A. & Yakar, M. (2023b). Stone Materials Decay Patterns of Historical Buildings in The Southeastern Anatolia Climate: A Case Study of Mardin History İzzetpaşa Old Prison. *Advanced Engineering Science*, 3: 37-45.

- Karataş, L. & Perker, Z.S. (2023). *An Observational Research for the Determination of Stone Material Problems in Mardin Kasımiye Madrasa*. Architectural Sciences and Theory, Practice and New Approaches-I. 2023, Chapter:8, 199-228. Iksad Publications.
- Kuran, A. (1969). *Anadolu Medreseleri*. Ankara: METU Publications.
- Noyan, S. (2008). *Bir Şehir Bir Malikâne Sıra Dışı Evler Mardin*. Ankara: Bizim Büro Publications.
- Semerci, F. (2017). Mardin Kireçtaşının Yapı Malzemesi Olarak Kullanımına Yönelik Analizlerinin Yapılması: Şehidiye Medresesi Örneği. *Journal Architectural Sciences and Applications*, (2)2, 60-79.
- Öcal, A.D. (2010). *Kayaçtan Yapılmış Eski Eser Koruma Çalışmalarına Arkeometrik Bir Yaklaşım: Ayrışma Durumu Haritası. Türkiye Ve Kolombiya'daki Anıt Eserlerin Bozunma Analizi*. (Master's thesis), Çukurova University, Institute of Science and Technology, Department of Archaeometry, Adana.
- Öcal, A. D. & Dal, M. (2012). *Doğal Taşlardaki Bozunmalar*. İstanbul: Architecture Foundation Economic Enterprise.
- Tayla, H. (2007). *Geleneksel Türk Mimarisinde Yapı Sistem ve Elemanları*. İstanbul: Taç Vakfı Publications.
- Umaroğulları, G. & Kartal, S. (2021). A Model Proposal on Results of Physical And Mechanical Properties of Trakia Region Küfeki Stone Used at Early Period Ottoman Buildings. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 6 (2), 384-395
- Uyar, S. (2019). *Mardin'in Kutsal Mekân ve Ritüelleri* (Undergraduate Graduation Thesis). Artuklu University Faculty of Literature, Mardin.
- Yardımlı, S. (2018). *Madrasas As Educational Buildings in Van*. Cultural Landscape of Van-Turkey. Chapter 6. (76-92). İstanbul: Aydın University Publications.
- Yardımlı S., Hattap S. O., Khooshroo S. & Javadi N. (2017, December). İstanbul Süleymaniye Camii Taş Yüzeylerinde Tespit Edilen Bozunmalar. *Türkiye 9. Uluslararası Mermer ve Doğaltaş Kongresi*. Antalya: Önka Publications.
- Yıldız, S. (2007). *Makalelerle Mardin II Ekonomi-Nüfus-Kentsel Yapı: Mardin Şehir Dokusu ve Mimari Yapı*. İstanbul: Mardin Government.
- Yousif, E. İ. (2011). *Mezopotamya'nın Yıldız Şehirleri Mezopotamya'nın Yıldız Şehirleri Urfa, Nusaybin, Diyarbekir, Mardin, Erbil, Kerkük, Süleymaniye, Duhok*. İstanbul: Avesta Publications.
- Zeka, S. (2020). Mardin'i Romandan Tanımak: Abbara/Bir Umudun Masalı. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 11-24.
- URL-1: <https://www.aydinlik.com.tr/fotogaleri/mardin-birbirinden-guzel-goruntulere-sahne-oldu-mardin-drone-goruntusu-guneydogu-anadolu-bolge-i-olmeden-once-gorulecek-10-sehir-351091> (Date of access: 05-10-2023).



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
ISSN: 2667-8764 , 5(2), 272-288, 2023
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Araştırma Makalesi / *Reserch Article*

Doi: [10.47898/ijeased.1382382](https://doi.org/10.47898/ijeased.1382382)

Sebzelerin Baharat Olarak Kullanım Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi

Songül YILDIZ^{1*}, Ahmet MİDİLLİ¹

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Pazar Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Rize, Türkiye

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : songul.yildiz@erdogan.edu.tr  https://orcid.org/0000-0003-4748-6661 , S. Yıldız  https://orcid.org/0000-0002-4053-3034 , A. Midilli	Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> : 27.10.2023 Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> : 20.11.2023 Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> : 26.11.2023 Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> : 15.12.2023
Ahntı / <i>Cite</i> : Yıldız, S., Midilli, A. (2023). Sebzelerin Baharat Olarak Kullanım Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 5(2), 272-288.	

Özet

Günümüzde öğrencilerin özellikle hazır gıda temelli beslenmesi sebebiyle pek çok sağlık problemleri ortaya çıkmaktadır. Bunun önüne geçebilmek için özellikle faydalı bitkisel ürünleri tanımaları ve tüketim alışkanlıklarını kazanmaları gerekmektedir. Araştırmada, rezene, nane, maydanoz, dereotu, kırmızıbiber, soğan, sarımsak ve fesleğen sebzelerinin baharat olarak kullanım oranları belirlenmiştir. Buna ek olarak, kullanım alışkanlığı, kullanım alanları, satın alma davranışları ve pandemi sürecinin tüketime etkisi hakkında genel bir anket çalışması yapılmıştır. Araştırma üniversite öğrencilerinin katılımlarıyla gerçekleştirilmiştir. Ankete 263 kişi katılmıştır. Anket sonuçlarına göre genel olarak; baharat kullanım alışkanlığı %93.5, paketli baharat tercih oranı %73, pandemi sürecinde baharat kullanımındaki artışın %14.4 oranında olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin baharat olarak tüketilen sebzeler konusunda yetersiz oldukları, satın alma davranışlarının olumlu olduğu, en fazla bilinen sebzelerin kırmızıbiber, nane ve maydanoz olduğu ve en az bilinenlerin ise rezene, mor reyhan ve fesleğen olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi öğrencilerinin baharat olarak kullanılan bazı sebzelerin kullanım oranları ve baharat ile ilgili genel bilgilerin öğrenciler açısından ölçülmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Baharatlar, Sebzeler, Tüketim Alışkanlığı.

Evaluation of The Habits of Using Vegetables as Spices

Abstract

Today, many health problems are emerging among students due to their diet based on ready-made foods. In order to prevent this, it is necessary for them to recognize and develop consumption habits of especially beneficial plant products. Therefore, in this study, it was aimed to measure the usage rates of some vegetables used as spices and general knowledge about spices from the perspective of students. In the research, the usage rates of fennel, mint, parsley, dill, red pepper, onion, garlic, purple basil and basil vegetables as spices were determined. In addition, a general survey was conducted on usage habits, usage areas, purchasing behaviors and the impact of the pandemic process on consumption. The research was conducted with the participation of students of Recep Tayyip Erdoğan University. 263 people participated in the survey. According to the survey results, in general; spice usage habit %93.5, packaged spice preference rate %73, increase in spice consumption during the pandemic process was determined at 14.4%. As a result of the study, it was determined that students were insufficient in terms of vegetables consumed as spices, their purchasing behaviors were positive, the most known vegetables were red pepper, mint and parsley, and the least known ones were fennel, purple basil and basil.

Keywords: *Spice, Vegetables, Consumption Habit.*

1. Giriş

Baharat kelimesi dilimize Arapçadan gelmekle birlikte “bahar” kelimesinden türemiştir. Türk Dil Kurumu tarafından baharatlar, yiyecek veya içeceklerle tat ve aroma vermek için kullanılan çeşitli bitkiler olarak tanımlanmıştır (URL-1). Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliği’nde ise bitkilerin tohum, çekirdek, kabuk gibi kısımlarının parçalanması, kurutulması veya öğütülerek küçültülmesi işlemleri ile gıdalara renk, aroma ve tat verecek şekilde kullanılan bitkisel kısımlar olarak ifade edilir (URL-2).

Baharatın tarihsel gelişimi ilk çağlar ile başlar. Baharatların gıdalarda kullanımı ile ilgili ilk yazılı kayıtlar Mısır’da yapılan kazılarda bulunmuştur ve MÖ 1500 yıllarına ait bu kayıtlarda baharatların hem yemeklere lezzet vermesi hem de koruması için kullanıldığı görülmüştür (Başoğlu, 1982). Eski Mısır’da meşhur olan mumyacılıkta anason, kimyon ve tarçın kullanılırken, Mezopotamya’da hardal, kekik ve safran; Hititlerde ise defne, haşhaş, sarımsak ve mersin gibi pek çok baharatın farklı alanlarda kullanıldığı gözlemlenmiştir. İlk çağlarda özellikle etlerin bozulmaması ve hoş kokmayan yiyecekler için kullanılan baharatlar, dini ayinler sırasında büyülerin önüne geçmek için, kötü ruhları kovmak için, tütsüde ve Tanrı ile bütünleşmek gibi amaçlarda kullanılmıştır. Baharat ve tuz kullanılan en eski katkı maddeleridir. Geçmişten günümüze kullanım alanları yaygınlaşan ve çeşitlenen baharatlar; lezzet vermesinin yanı sıra koruyuculuk, renk, koku gibi özellikler kazandırması ile de önemli bir yere sahip olmuştur (Gürsoy, 2012).

Dünya mutfaklarının hemen hepsinde var olan baharatlar, coğrafi keşiflerden önce kendi ülkelerinde kendi imkânları ile üretilirken keşiflerden sonra özellikle daha çok doğu ülkelerinde popüler hale gelmişlerdir. Bu bağlamda ilk ticaret alışverişleri başlamış, hem kara yolu ile hem de

deniz yoluyla Çin'den ipek ve Hindistan'dan ise baharat geçişleri olmuştur (Belge, 2001). Bizanslılar sayesinde Avrupa'ya giriş yapan baharatlar 12. yy da Haçlı seferleri ile daha da çeşitlenmiştir. Talep arttıkça denetimi sıklaşmış dönem dönem bazı yollarda gümrük ya da özel vergiler konulmuştur (Robuchon, 2005). 15 yy'dan sonra Türk mutfağına giriş yaptığı kabul edilen baharatlar öncelikle saray mutfaklarında sadece padişahlar için kullanılırken sonrasında halk arasında da kullanılmaya başlanmıştır (Kılıçhan ve Çalhan, 2015). Geçmişten günümüze tüketimi sürekli artan baharatlar giderek çeşitlenmekte ve kendine her alanda yer bulmaktadır.

Baharat olarak kullanılan bitkilerin gelişimi iklim ve yetişme şartları gibi birçok etkene bağlı olarak değişmektedir. Baharatların içeriğinde; su, karbonhidratlar, azotlu bileşikler, lipitler, glikozitler, organik asitler, vitaminler, enzimler, mineraller, antimikrobiyaller, kükürlü bileşikler, reçineler, terpenler ve aromatik bileşikler olmak üzere birçok madde bulunur. Bunların dışında baharatların sınıflandırılması en önemli etken baharatın kendine has özellikleri veren uçucu bileşikler ile tat ve renk maddeleridir (Cerit, 2008).

Baharatlar; yaprak ve sebze baharatlar (kırmızıbiber, yeşilbiber, süs biberi, nane, dereotu, tere, kekik vb.), kök baharatlar (çöven otu, salep vb), meyve ve tohum baharatlar (rezene, çörek otu, kişniş, hardal, vanilya, karabiber, hindistan cevizi, kimyon, yenibahar, mahlep, sumak vb.), çiçek ve dal baharatlar (tarçın, karanfil, ihlamur vb.) olarak sınıflandırılır (Yaldız ve Kılınç, 2010).

“*Anethum graveolens* L.” (Dereotu), *Apiaceae* (Maydanozgiller) familyasına ait olup “*Anethi fructus*” (kurutulmuş meyveleri) ve “*Anethi herba*” (toprak üstü organları) drogları besleyici ve tıbbi özellikleri ile kullanılan bir bitkidir (Başer, 2012). Türkiye’de bitkinin genel adlandırılmasında, *dereotu*, *börek otu*, *darağ otu*, *darakdalı*, *darak otu*, *donak otu*, *dorak*, *doru otu*, *durak*, *hadimala*, *hezertere*, *hukar*, *sakal otu*, *samit*, *samuk*, *somit*, *tarak otu*, *tarakdalı*, *tara otu* ve *tarhana otu* adları ile bilinmektedir (URL-3). Anavatanı Asya olmasına rağmen her ülkede yetiştiriciliği yapılabilen ve tek yıllık bir bitki olan dereotunun, karakteristik tat ve kokusu yapraklarında bulunan aromatik maddelerden ileri gelmektedir. Bitkiye aromatik özellik katan uçucu yağ, bitkinin sap, yaprak ve meyvelerinden elde edilirken bu yağın içeriğinde carvon, limonen ve önemli miktarda α -phellandren maddesi bulunmaktadır (Bezli, 2020). Türkiye’de genellikle Akdeniz ikliminin hakim olduğu Güney Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgelerinde yetiştirilen bitkinin taze toprak üstü kısımları ve kurutulmuş yaprak ya da tohumları Türk mutfağında kullanılan önemli baharatlardandır (Başer, 2012). Baharat olarak kullanımı yanında yaprakları çiğ ya da pişirilerek tüketilebilir. Turşusu yapılır. Yoğurt ve ayrana eklenir (URL-3).

Ocimum basilicum L. (Fesleğen), Lamiaceae (Ballıbabagiller) ailesine ait olup Türkiye’de birçok alanda kullanılan bir bitkidir (Dumanoglu ve Mokhtarzadeh, 2021). Türkiye’de bitkinin genel adlandırılmasında, *fesleğen* ve *reyhan* isimleri kullanılmaktadır (URL-4). Farklı birçok renk içeren türe sahip olan fesleğenin mor renkli olanları reyhan olarak isimlendirilmektedir (Telci ve ark., 2005). Anavatanı Hindistan olan fesleğen Afrika, Güney Amerika ve Asya gibi ılıman ve sıcak iklimlerde doğal yetişme alanı bulmaktadır (Ceylan, 1997). Dünyada da geniş bir kullanım alanına sahip olan fesleğen, zengin morfolojik ve kimyasal varyasyonların varlığıyla pek çok alt tür ve varyetelere ayrılmaktadır (Yaldız ve ark., 2017). Bitkinin ekonomik değere sahip ve Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan en önemli kültür formu *Ocimum basilicum* L.’dur (Telci ve ark., 2005). Fesleğen, pek çok sektör gıda, ilaç, baharat ve kozmetik gibi birçok işkolu tarafından taze ya da kurutulmuş biçimlerde kullanılmaktadır. Tüm bu sektörlerde konserveler, çaylar, parfümeri sanayi, aromaterapi gibi çeşitli kullanım alanları vardır. (Labra ve ark., 2004; Naghibi ve ark., 2005; Telci ve ark., 2006). Bu alanların dışında süs bitkisi olarak iç mekanlarda ve saksılarda yetiştirilmektedir (Karagöz, 2020). Ekstraktı yoğun oranda fenol ve polifenol içeren fesleğen bu özelliğiyle antioksidan özellik göstermektedir (Güler, 2019). Fesleğende bulunan fenolikler kafeik, p-kumaric, ferulic, kafur ve bazı asitlerdir (Marki ve Kinitzios, 2008).

Capsicum annuum L. (Kırmızıbiber), Solanaceae (Patlıcangiller) familyasına ait olup bitki uygun şartlarda kurutma ve öğütme işlemleri sonrasında çeşni olarak kullanılmaktadır (Yaşar Fırat ve İnanç, 2019). Bitkinin kökeni tropik Amerika olsa da Aztek yazıtlarında kırmızıbiberin yaklaşık 7000 yıl önce Meksika’da üretildiği bilgisi yer almaktadır (Verit ve ark., 2001) Şili ve Peru gibi ülkelerde üretim geçmişi yaklaşık 2000 yıla dayanmaktadır (Fırat ve İnanç, 2019). Türkiye’de genellikle Batı bölgelerde ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde yetiştirilse de ülke genelinde yetiştirilmeye uygun olan kırmızıbiber, tüm ülkede taze olarak konserve, salça, turşu ve acı soslarda kullanılırken kurutulmuş formda ise et ürünlerinin işlenmesi aşamasında, toz ve pul biber formunda tüketilmektedir (Duman ve ark., 2002). Aromatik özellikleri ve tat bileşenlerinin varlığı kırmızıbiberin lezzet ve hoş koku sağlamak amacıyla baharat olarak kullanımını yoğunlaştırmaktadır (Tunçil, 2018). Kırmızıbiberin yakıcı tadı içeriğinde bulunan “kapsaisin” ve “dihidro-kapsaisin” etken maddelerinden ileri gelmektedir (Aslan ve Orhan, 2010).

Petroselinum crispum (Mill.) (Maydanoz), Apiaceae (Maydanozgiller) familyasına ait bir bitki olup yoğun kullanımına rağmen kültür formlarının yetiştiriciliği çok fazla tercih edilmeyen bir sebzedir (Üstüner, 2022). Maydanoz genel özellikleri bakımından çok yıllık, serin iklim isteğine sahip, yaprakları kullanılan ve iştah açan kokulu otlar sınıfına girmektedir (Fırattekin ve ark., 2000).

Dünyaya Akdeniz Bölgesinden yayılan maydanozun ilk kez üretimi M.O. 4000 yıllarındadır (Bayraktaroğlu Özhan ve ark., 2018). Genel olarak kullanımı besin maddesi ve çeşni verici olarak özelleşen maydanozun bazı türleri kozmetik ve tıp alanlarında kullanılmaktadır (Seçmen ve ark., 1986). Bitkinin farklı organlarının içerikleri ve kalite özellikleri birbirinden farklı olup tüm kısımları uçucu yağ içermektedir (Bayraktaroğlu Özhan ve ark., 2018). Bu yağın içeriğini meydana getiren önemli aktif bileşenler Apiol, Myristizin, Allyltetramethoxybenzol'dur (Zeybek, 1985).

Mentha (nane), Lamiaceae (*Ballıbabagiller*) familyasına ait olup dünyada hem eterik yağ eldesinde hem de kurutulmuş olarak kullanımı yaygın olan ve genelde bu amaçlar için yetiştirilen önemli bir tıbbi ve aromatik bitkidir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022). *Mentha* türlerinden *M. piperita* genelde ilaç ve gıda sanayinde hammadde olarak *M. spicata* ve *M. longifolia* türleri ise baharat olarak kullanılmak üzere yetiştirilmektedir (Yeşil ve ark., 2018). Eterik yağ elde etmek üzere en çok yetiştirilen tür *M. arvensis* iken bu türü *M. piperita* ile *M. spicata* türleri takip etmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022). Nane bitkisinin yeşil aksamı ve bu aksamdan elde edilen eterik yağı enfeksiyon engelleyici, ferahlatıcı, antiemetik, karminatif ve aromatik özellikleriyle halk hekimliğinde kullanımı yaygındır. Bunun yanında gıda sanayiinde yoğun olarak bitkisel takviye edici gıdalarda ve bitki çaylarında kullanılır. Kozmetik ve ilaç sanayi ise diğer bir kullanım alanıdır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022). Hem eterik yağının hem de bitkinin yaş ve kuru halinin geniş bir alanda kullanılabilmesiyle nane en fazla tüketilen baharat bitkilerinden biridir (Taşkaya ve Yılmaz, 2022). Anavatanı Avrupa ve Asya olan nane bitkisinin Türkiye sınırları içerisinde 7 türü (*M. arvensis* L., *M. piperita* L., *M. spicata* L., *M. pulegium* L., *M. aquatica* L., *M. longifolia* L., *M. suaveolens* Ehrh.) yayılış göstermektedir (Davis, 1982). Türkiye'de hemen hemen tüm bölgelerde tüketim amaçlı çeşitli ölçülerde yetiştiriciliği yapılmakla birlikte Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde ticari yönden yaygın olarak yetiştirilmektedir (Kocabıyık ve Demirtürk, 2008)

Foeniculum vulgare Mill. (Rezene), Apiaceae (Maydanozgiller) familyasına ait, yabani olarak Türkiye'nin Kuzey Bölgesinde doğal olarak yayılış gösteren ve Güney ile Batı Bölgelerinde yetiştirilen tıbbi ve aromatik bir bitkidir (Davis, 1978, Baytop, 1999). Rezene Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde "Arapsacı, İrziyan, Mayana, Raziyan ve Tatlı Rezene" şeklinde adlandırılmıştır (Baytop, 1999). Bitkinin varyete *dulce* (tatlı rezene) ve varyete *vulgare* (acı rezene) olmak üzere iki çeşidi bulunmakla birlikte baharat olarak tatlı rezene kullanılmaktadır (Akgül, 1993). Avrupa Farmakopesi'nde her iki varyeteye mensup rezene meyvelerine ait monograf bulunmaktadır. Rezenenin acı ve tatlı varyeteleri eterik yağ bileşenleri açısından değişiklik göstermektedir. Acı rezene eterik yağ bileşenleri transanetol (%50-75), fenkon (%12-33) ve estragol (%2-5) iken tatlı

rezene (var. dulce) eterik yağının ana bileşenleri trans-anetole (%80-90), fenkon (%1-10) ve estragol (%3-10) arasında değişmektedir (Gruenwald ve ark., 2004). Türkiye’de rezene bitkisi ve eterik yağı tıbbi özelliklerinin dışında; gıda, içecek, şekerleme, et ürünleri sanayilerinde ve turşu ve salatalarda tat verici olarak kullanılmaktadır (Okçu, 2016).

Allium sativum (Sarımsak), *Alliaceae* (Soğangiller) familyasının *Allium* cinsine ait farklı kullanım alanlarına sahip olan bir bitki türüdür (Kızılaslan ve Tokatlı, 2021). Sarımsak yaygın bir şekilde farklı yöntemlerle elde edilmiş; kurutulmuş, sarımsak tozu, sarımsak suyu, sarımsak püresi ve eterik yağı gibi bitkiden birincil olarak elde edilmiş farklı ürün formatlarında tüketicilere ulaşmaktadır. Bunların yanında bu ürünlerin işlenmesi ile ticari amaçlarla üretilen kapsül haline getirilmiş sarımsak tozu ve suyu, kokusu ayrıştırılmış toz sarımsak tabletleri de piyasada kullanılmaktadır (Akan, 2014). Kökeninin Asya stepleri olduğu düşünülen sarımsak çok eski dönemlerden günümüze ulaşan bir kullanım öyküsüne sahiptir. M.Ö 3000’li yıllara Ortadoğu’da ekimi gerçekleşmiş olup M.Ö 1000’li yıllardan beri geleneksel Çin tıbbında önemli bir yere sahiptir. Çeşitli medeniyetler tarafından gıda ve tıbbi özellikleri dolayısıyla kullanımı yoğun bir şekilde devam etmiştir. Herodot’a göre Mısırlılar, çeşitli işlerde çalıştırdıkları işçilerin dayanıklılıklarını arttırmak için her öğün sarımsak yedirmişlerdir. Antiseptik özelliği nedeniyle yakın dönemde İkinci Dünya Savaşı’nda Rus askerlerinin yaralarına püre haline getirilmiş sarımsak konulmuştur. Afrika’da ise amipli dizanteri tedavisinde kullanılmıştır (Tattelman, 2005). Tıp ve eczacılık sektöründe çok büyük bir öneme sahip olan sarımsak; keskin kokulu, iştah açıcı etkisi ve yakıcı lezzetiyle, başta et yemekleri olmak üzere birçok yiyecek içerisine eklenir ve bunlara çeşni verir (Ayaz ve Alpsoy, 2007).

Sarımsak bitkisinin içeriğinde 200 den fazla kimyasal grup bulunmaktadır. Bu gruplar arasında kükürt içeren bileşiklerden (alicin, alliin ve ajoene) meydana gelen eterik yağlar ve enzimler (alinaz, peroksidaz ve mirasinaz) önemli bileşenleridir. Kendine has kokusu allil sülfid ve kükürtlü eterik yağlardan ileri gelir (Kütevin ve Türkeş, 1987; Baytop, 1999.). Tüm bu kimyasal içeriği insan bedeninde karşılaşılabilecek birçok hastalığa karşı koruyucu özellik gösteren bir bitki olmasını sağlamıştır. Sarımsağın kendine özgü tıbbi ve besleyici özellikleri gösterebilmesi için pişirilmeden tüketilmesinin uygun olduğu ifade edilse de bazı araştırmacılar pişirilmiş ve bekletilmiş ürünlerin bazı durumlarda antioksidan özelliğinin daha yoğun olduğunu ve antiseptik özelliklerinin arttığını öne sürmektedirler (Baytop, 1999).

Allium cepa L. (Soğan), *Alliaceae* (Soğangiller) familyasına ait, yüksek ekonomik hacme sahip, Türkiye ve dünya tarımı için en önemli bitkiler arasındadır (Hancı ve Cebeci, 2015). Besin

olarak kullanımının dışında günümüzde tıbbi değeri de çok yüksek olan soğan bazı ülkelerde geleneksel tıp uygulamalarında kullanılmaktadır. (Dorsch, 1996). Eczacılık biliminde yapılan araştırmalarda soğanın, antialerjik, antimikrobiyal ve antioksidant etkileri ortaya konmuş olup astım hastalığına ve antispazm özelliğe de sahip olduğu belirlenmiştir (Dinçoğlu, 2010). Tarih boyunca önemli bir besin kaynağı olan soğan M.Ö 3000'li yıllarda Mısır döneminden beri bu yönde kullanılmaktadır (Shigyo ve Kik, 2008). Hipokrat, soğanın diüretik ve laksatif etkilerini keşfetmiş ve bu yönlü kullanımını önermiştir. Bunun yanında zatürre tedavisinde ve antiseptik özelliğiyle de yaralarda kullanmıştır (Koch ve Lawson, 1996). Günümüzde yapılan çalışmalarla soğan ve barındırdığı fitokimyasalların antimikrobiyal, anti inflamatuvar, obezite önleyici, diyabet önleyici, anti kanser, kardiyovasküler koruyucu ve sindirim sistemi koruyucu gibi pek çok tıbbi işleve sahip olduğu belirlenmiştir (Zhao ve ark., 2021). Soğan günümüzde kuru ve taze olmak üzere iki şekilde kullanılmaktadır. Kuru soğan Dünya ve Türk Mutfağlarında birçok yemekte tat ve aroma katma amacıyla tüketilirken taze soğan salatalarda kullanılır (Bayraktar, 1981). Soğan, gıda olarak kullanımı yanında baharat olarak baharat karışımlarında, çeşni olarak salatalarda ve işlenmiş gıdalar şeklinde de (turşu, toz ve macun gibi) kullanılmaktadır (Pareek ve ark., 2018).

Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi öğrencilerinin baharat olarak kullanılan bazı sebzeler hakkındaki genel bilgilerini ölçmek, tüketim alışkanlıklarını tespit etmek ve pandemi sürecinde yaşamlarındaki etkisini ortaya koymayı amaçlamıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Araştırma Grubu ve Anketin Hazırlanması

Öğrencilere konunun daha iyi yorumlanabilmesi için öncelikle demografik, sonrasında baharatlar hakkında ve baharat olarak kullanılan sebzelerin kullanım alışkanlıklarını ölçmek amacıyla sorular yönlendirilmiştir. Anket çalışmasına Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi öğrencileri katılmıştır. Anket formu 30.05.2022 - 11.06.2022 tarihleri arasında uygulanmıştır. Ankette yer alan sorular aşağıda listelenmiştir.

Tablo 1. Ankette yer alan sorular

Cinsiyetiniz
Yaşınız
Eğitim durumunuz nedir?
Yemeklerde baharat kullanıyor musunuz?
Baharat seçiminizde ailenizin etkisi var mı?
Baharat satın alırken ürünün paketlenmiş olması tercihinizi olumlu yönde etkiler mi?
Baharat satın alırken son kullanma tarihine bakar mısınız?
Baharat tüketiminizi son kullanma tarihine uygun gerçekleştirir misiniz?
Baharat olarak tüketilen sebzelerin mevsimsel fiyat değişiklikleri tüketim tercihinizi etkiler mi?
Aşağıda yer alan baharat olarak da tüketilen sebzelerin hangilerini daha önce tükettiniz?
Baharat olarak tüketilen sebzeleri nasıl temin ediyorsunuz?
Baharat olarak tüketilen sebzeleri hangi aşamada kullanıyorsunuz?
Sebze olarak tüketilen baharatları birbirinden ayırt edebiliyor musunuz?
Yetiştiriciliğini yaptığınız sebze olarak tüketilen baharat var mı?
Cevap evet ise, yetiştiricilik amacınız nedir?
Baharat olarak tüketilen sebzelerin organik sertifikalı olmasını tercih eder misiniz?
Tavsiye ile herhangi bir baharat olarak kullanılan sebze tükettiniz mi?
Baharat olarak kullanılan sebzeleri çevrenize tavsiye ediyor musunuz?
Baharat olarak tüketilen sebzelerden ilk defa Covid-19 sürecinde kullandığınız oldu mu?
Pandemi sürecinde baharat tüketim alışkanlığınız değişti mi?
Fiziksel ve ruhsal olarak kendinizi kötü hissettiğinizde ilaç yerine baharat olarak kullanılan sebzelerden fayda sağladığınız oldu mu?
Baharat olarak tükettiğiniz sebzelerde herhangi bir yan etkiyle karşılaştınız mı?
Baharat olarak tüketilen sebzelerin sağlığını olumlu yönde etkilediğini düşünüyor musunuz?

2.2. Veri Toplama Aracı

Araştırmanın verileri etkin olarak kullanılan Google Forms (https://docs.google.com/forms/d/1ckMmFqxVOQKtncYbd_QMe6nDTPJh_aZq3lS0qCOV3cw/edit?usp=forms_home&ths=true) uygulaması üzerinden yapılmıştır.

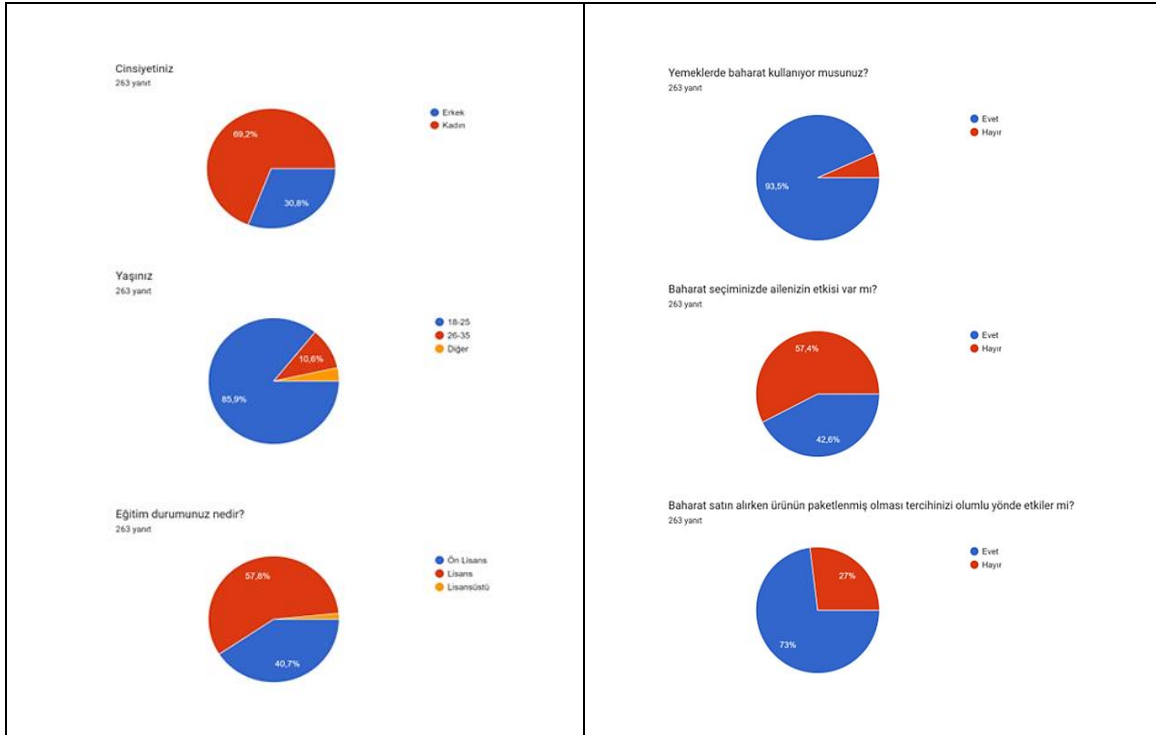
Anket; çok sayıda sorudan oluşan ve kısa bir süre zarfında kalabalık bir örneklemden veri toplamak için kullanılan bir ölçme aracı olarak tanımlanmaktadır (Karatepe ve ark., 2020). Araştırma genel olarak üç kısımda yapılmıştır. İlk kısımda demografik bilgiler, ikinci kısımda baharat kullanım ve satın alma alışkanlıkları ve üçüncü kısımda sebze olarak tüketilen baharatlar hakkında yürütülmüştür.

2.3. Verilerin Analizi

Anket soruları sonucunda elde edilen cevaplar betimsel istatistikler ve oransal ifadeler ile analiz edilmiştir (Yıldırım ve Yılmaz (2022); Yıldırım ve Bilgen, (2022)). Anket sonucunda çıkan veriler istatistik bilgileri ile literatür verileri karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

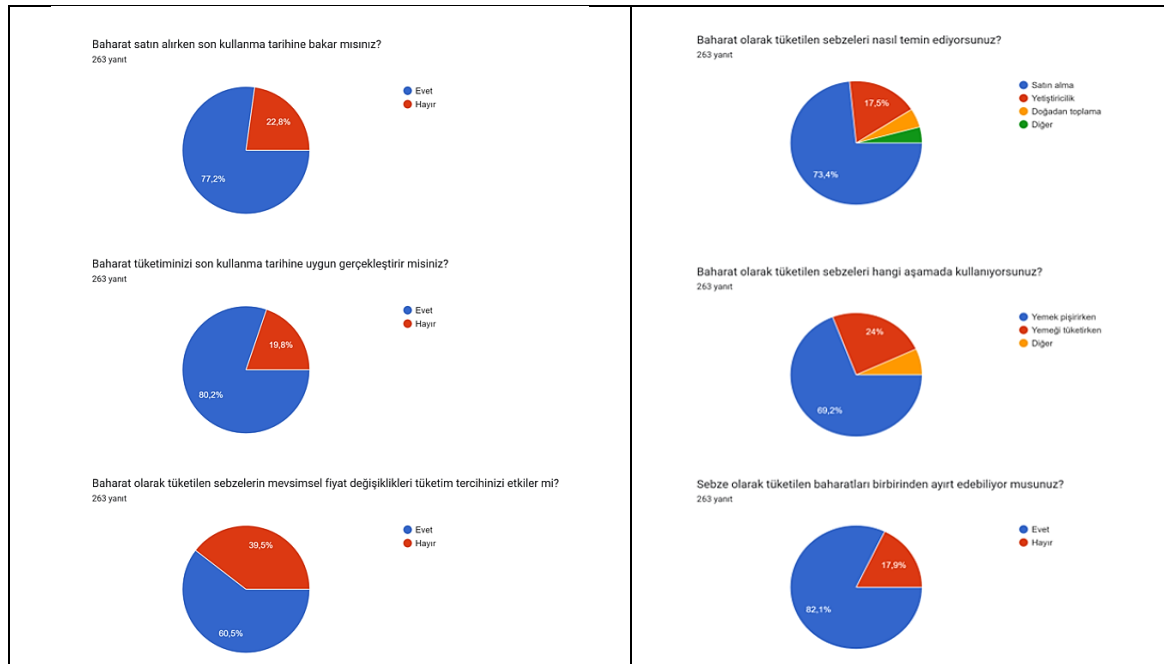
3. Bulgular ve Tartışma

Ankete toplamda 263 kişi katılım sağlamıştır. Ankete katılan öğrencilerin 182'si kadın, 81'i erkektir. Konu gerek öğrenciler ve gerekse toplum açısından bakıldığında kadınların daha çok ilgisini çekmektedir. Ankete katılım oranındaki bu fark da bu görüşü kanıtlar niteliktedir. Fırat ve ark. (2018), yemek yapmanın sorumluluğunun kadınlarda olması sebebiyle baharatlara ilginin kadınlarda daha fazla olduğunu belirtmektedir. Katılımcı yaş oranları %85.9 ile 18-25 yaş aralığındadır. Üniversite okuyan bireylerin genel olarak yaş ortalaması da bu dilimde yer aldığı için katılımcılar da bu aralıktadır. Ankete katılım % 57.8 i lisans, %40.7 ön lisans ve % 1.5 lisansüstü öğrencilerden oluşmaktadır. Öğrencilerin “Yemeklerde baharat kullanıyor musunuz?” sorusuna yanıtları %93.5 oranında evet oluşturmaktadır. Öğrencilerin yüksek çoğunluğunun baharat kullandığı anlaşılmaktadır. Baharat bir gelenek olarak tüketim alışkanlığını etkilemektedir. Ülkemizde bölgelere göre tüketilen baharatlar farklılık göstermektedir. Bu durumu analiz etmek amacıyla “Baharat seçiminizde ailenizin etkisi var mı?” sorusuna %57.4 hayır ve %42.4 evet yanıtı vermiştir (Şekil 1). Oğan ve ark. (2019), “Kadınların Baharat Tüketimi Üzerine Bir Araştırma” isimli çalışmalarında, kadınların yaşadıkları bölgelerin baharat kullanım tercihlerinin önemli düzeyde etkili olduğunu bildirmişlerdir.



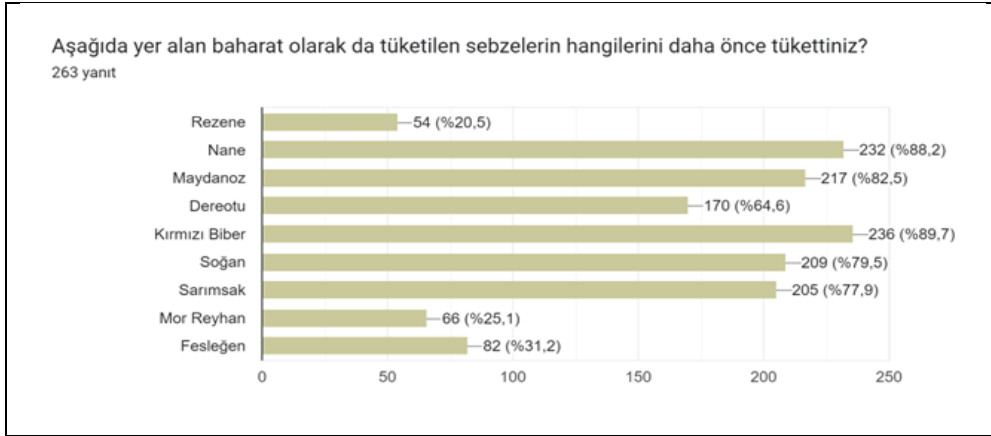
Şekil 1. Demografik ve baharat kullanımı sorularına yönelik cevapların anket grafikleri

Ürünlerin ambalajı onu dış etkilere koruyan bir kalkan görevi görmektedir. Gıda ürünlerinde hijyen çok daha büyük öneme sahiptir. “Baharat satın alırken ürünün paketlenmiş olması tercihinizi olumlu yönde etkiler mi?” sorusuna öğrencilerin %73’ü evet, %27’si hayır yanıtını vermiştir. Öğrencilerin gıda hijyeni konusunda bilinçli olduğu ve tercih ederken bu konuya hassasiyet gösterdiği görülmektedir (Şekil 1). Tüketim bilincini ölçmek açısından “Baharat satın alırken son kullanma tarihine bakar mısınız?” sorusu yönlendirilmiş olup, %77.2 evet ve %22.8 hayır cevabı alınmıştır. Ayrıca öğrenciler tarafından “Baharat tüketiminizi son kullanma tarihine uygun gerçekleştirir misiniz?” sorusu %80.2 evet ve %19.8 şeklinde yanıtlanmıştır. Öğrenciler tüketim bilincine sahip, gıda ambalajı, son kullanma tarihi ve tüketim tarihlerine dikkat etmektedir. Satın alma davranışı olarak “Baharat olarak tüketilen sebzelerin mevsimsel fiyat değişiklikleri tüketim tercihinizi etkiler mi?” sorusuna %60.5 evet ve %39.5 hayır yanıtı verilmiştir. Fiyat tüketicuyu etkileyen ilk unsur olarak karşımıza çıkmakta öğrencilerin ekonomik seviyeleri düşünüldüğünde bu daha dikkat çekici olmaktadır. Öğrenciler baharat olarak tüketilen sebzeleri %73.4 satın alma, %17.5 yetiştiricilik, %4.9 doğadan toplama ve %4.2 diğer şeklinde temin etmektedir. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi öğrencilerinin bitkisel ürün yetiştirilmesi tarım ve çevre konusunda ilgilerinin olduğunu ön plana çıkartmaktadır ve yine doğadan toplama gibi özel bilgi isteyen bir alana da ilgi duyan öğrencilerin olduğu görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Baharat tüketim alışkanlığına yönelik cevapların anket grafikleri

Çalışmada “Aşağıda yer alan baharat olarak da tüketilen sebzelerin hangilerini daha önce tükettiniz?” sorusuna verilen yanıtlar baharat olarak da tüketilen sebzeleri kullanım oranları %89.7 kırmızıbiber, %88.2 nane, %82.5 maydanoz, %79.5 soğan, %77.9 sarımsak, %64.6 dereotu, %31.2 fesleğen ve son olarak %20.5 rezene olarak sıralanmaktadır (Şekil 3). Rize'de 164 aile üzerinde yapılan bir araştırma sonucuna göre, ailelerin en çok tükettikleri baharatların; kırmızı pul biber, nane ve karabiber olduğu tespit edilmiştir (Yaldız ve Kılınç, 2010).



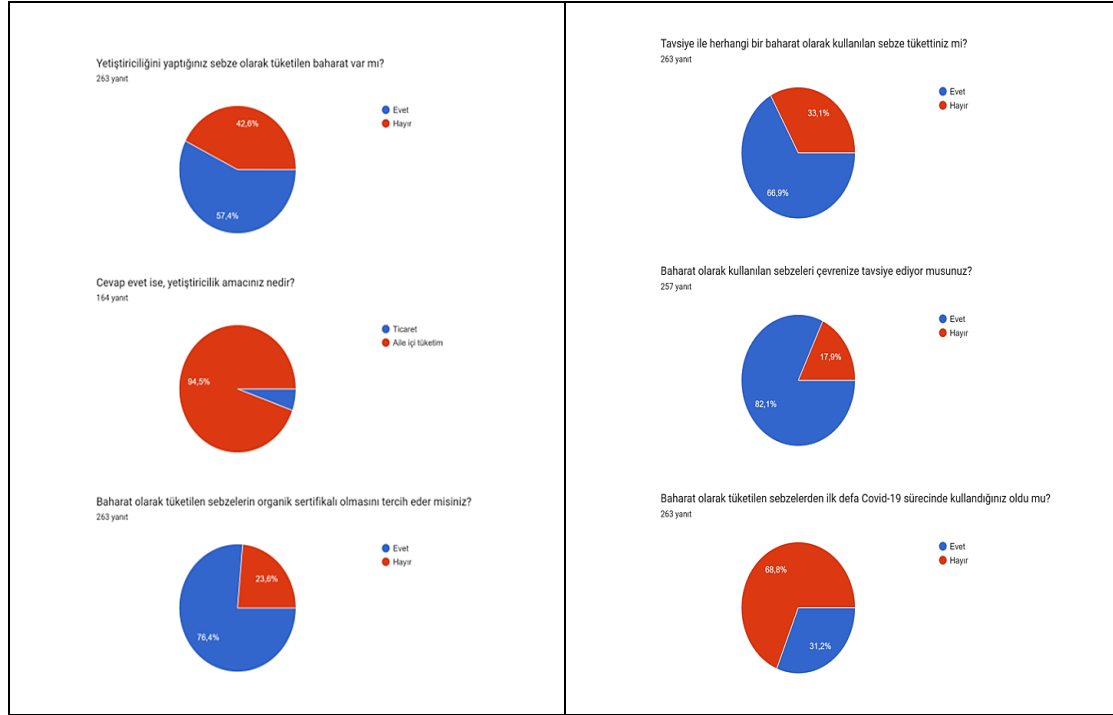
Şekil 3. Baharat olarak tüketilen sebze kullanım oranına yönelik anket grafiği

“Baharat olarak tüketilen sebzeleri hangi aşamada kullanıyorsunuz?” sorusuna “yemek pişirirken” yanıtı %69.2 oranında en fazla tercih edilen kullanım aşaması olarak belirtilmiştir. Yemeği tüketirken yanıtı %24 oranında katılımcı tarafından verilmiş, %6.8 oranında katılımcı ise diğer yanıtı tercih edilmiştir. Öğrencilerin %82.1 oranıyla sebze olarak tüketilen baharatları birbirinden ayırt edebildiği, % 17.9 diliminde öğrencinin ise baharatları birbirinden ayırt edemediği belirlenmiştir (Şekil 2).

Öğrencilerin içinde %57.4 oranında sebze olarak tüketilen baharat konusunda yetiştiricilik yapıldığı; %42.6 dilimin baharatları üretmeyip, sadece satın aldığı anlaşılmıştır. Yetiştiricilik yapan dilimin yetiştiricilik amacının %94.5 aile içi tüketim, %5.5 oranında ise ticaret amacıyla üretip satmasını sağladığı ortaya konulmuştur (Şekil 4).

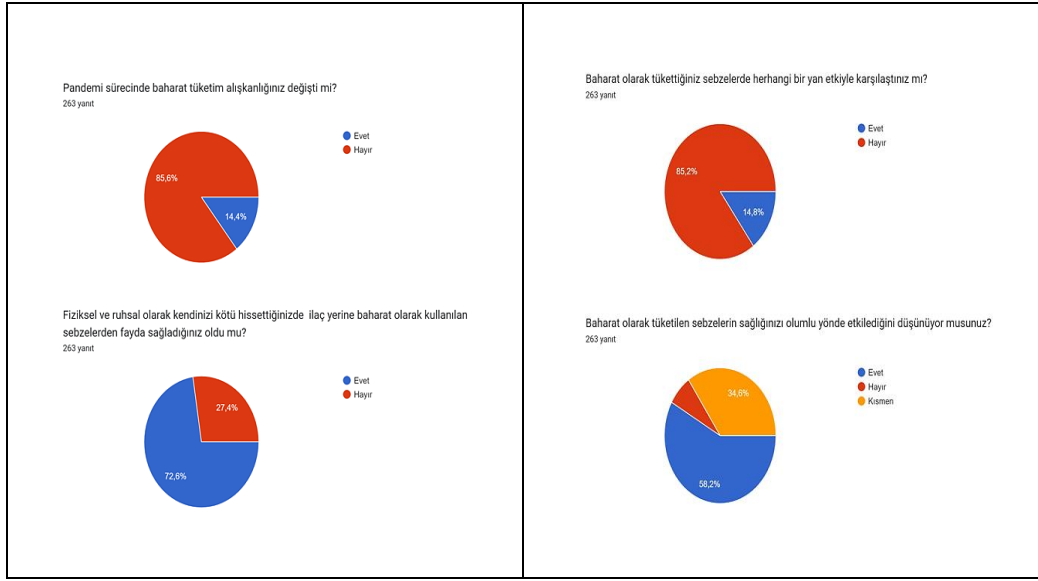
Tüketicilerin organik tarım ürünlerini tercih etmelerindeki en önemli nedenlerden birisi, üretimde kimyasal girdi kullanmadan, üretimden tüketime kadar her aşamada kontrollü ve sertifikalı tarımsal üretim biçimi olmasıdır (Ece, 2008). Bununla birlikte organik tarım logosuna sahip ürünlerin tercih edilmesi tüketicilere hem fiziksel hem de ruhsal yönde önemli yararlar sağlarken ayrıca ürünün güvenli olduğunu göstermektedir (Yıldız ve Midilli, 2022). Öğrencilerin organik ürün

konusunda bilinçli olduğu, tercihlerinin %76.4 organik sertifikalı ürün tercihini beyan etmelerinden anlaşılmaktadır.



Şekil 4. Baharat olarak tüketilen sebzelerin kullanım ve yetiştiriciliğine yönelik cevapların anket grafiği

Öğrenciler %66.9 oranla tavsiye ile baharat olarak kullanılan sebze tükettiği ve %82.1 oranıyla baharat olarak kullanılan sebzeleri çevrenize tavsiye ettikleri ortaya konulmuştur. Covid 19 insanlarda sağlık konusunda hassasiyet oluşmasına olanak sağlamış ve sağlıklı gıdalara talebi arttırmıştır (Şekil 4). “Pandemi sürecinde baharat tüketim alışkanlığınız değişti mi?” sorusu %85.6 hayır ve %14.4 evet cevabı almıştır. Baharat kullanımının pandemi sonrasında %31.2 oranında öğrenci tarafından ilk defa tercih edildiği belirlenmiştir (Şekil 5). COVID-19 salgınından doğan tedirginlik hastalığa karşı bağışıklık sistemini güçlendirmek, virüsün bulaşmasını önlemek veya hastalığın etkilerini hafifletmek için doğal ürünler ve bitki özlerinin kullanılması gibi alternatif seçeneklere olan talebi arttırmıştır (Salathé ve ark., 2020). Anket sonucu çalışmalar ile uyum göstermektedir.



Şekil 5. Baharat olarak tüketilen sebzelerin sağlık üzerine etkilerine yönelik cevapların anket grafikleri

Bitkisel ürünler farklı amaçlarla kullanılabilen gıdalardır. Öğrencilere “Fiziksel ve ruhsal olarak kendinizi kötü hissettiğinizde ilaç yerine baharat olarak kullanılan sebzelerden fayda sağladığınız oldu mu?” sorusunu sorulmuş ve %72.6 evet, %27.4 hayır yanıtı alınmıştır. Hastalıklardan korunma amacıyla ve özellikle sınav stresi, uyku bozukluğu gibi durumlarda baharat olarak tüketilen sebzeler bitki çayı şeklinde de kullanılmakta ve bu konu hakkında öğrencilerin de bilinçli olduğu anlaşılmaktadır. Fakat bitkiler gerek baharat gerek çay olarak tüketilirken bilinçli olunması ve herhangi bir alerji durumuna karşı kontrollü olunması gerekmektedir. Bu hususta baharat olarak tüketilen sebzelere karşı %14.8 oranında yan etki ile karşılaşan öğrenci olduğu anket sonuçlarına göre belirlenmiştir. Konu hakkında son olarak “baharat olarak tüketilen sebzelerin sağlığını olumlu yönde etkilediğini düşünüyor musunuz?” sorusuna %58.2 evet, %7.2 hayır ve %34.6 kısmen yanıtları alınmıştır (Şekil 5). Bitkilerin tıbbi ve aromatik amaçlı kullanımı genel olarak insanların sağlıklı yaşam üzerine farkındalıklarının artması, hastalıklara karşı kimyasal ilaçlara gerek duyulmadan önceden tedbir alınması olgusu ile kendi tedavi şekillerini oluşturma istekleriyle bağlantılıdır (Göktaş ve Gıdık, 2019). İnsan nüfusunun dünyada yaklaşık %80’i tıbbi bitkisel ürünleri hem koruyucu hem de hastalık sonrası süreçte tedavinin ilk dönemlerinde kullanmaktadır (Ağca, 2017). Öğrencilerin çoğunluğunun baharat olarak tüketilen sebzelerin sağlıklarını olumlu yönde etkilediği sonucu literatürlerde yer alan olgularla paralel bulunmuştur.

Bu çalışmada araştırma konusu olan sebzelerin besin değerleri sebebiyle tüketilmelerinin yanında, tıbbi ve aromatik özellikleri sayesinde baharat olarak kullanımları öğrenciler arasında genel olarak olumlu etkilere sahip olduğu kanısına varılmıştır.

4. Sonuç ve Öneriler

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi öğrencilerinin büyük çoğunluğu baharat olarak tüketilen sebze konusunda tüketim, satın alma ve kullanım aşamalarında bilinçli olduğu öğrencilerin tamamına yakınının baharat kullanmakta ve baharatlar kullanımları genel olarak yemek yaparken tercih ettikleri belirlenmiştir. Baharat tüketim alışkanlığında yaşanan toplumun etkisi çalışma sonuçlarına göre ailenin ana faktör olması şeklinde tespit edilmiştir.

Baharat olarak kullanılan sebzeler yetiştirilmesi kolay olan bitkilerden oluşmaktadır. Bu sebzeleri öğrencilerin bir kısmının yetiştirdiği veya doğadan topladığı görülmüştür. Buna karşın büyük çoğunluğun bu bitkileri satın alma davranışı gösterdiği görülmektedir. Baharat olarak kullanılan sebzelerin yararı, kullanım şekilleri ve yetiştiriciliği konularında öğrencileri bilgilendirmek amacıyla farkındalık çalışmalarına ihtiyaç vardır. Bu çalışmalar sonucunda öğrenciler yoğun stres ortamından fiziksel ve ruhsal olarak kısa süreli de olsa uzaklaşmış olacak ve kendi ürettiği ürünleri tüketerek psikolojik olarak kendine ve topluma katkı sunmuş olacaklardır.

Yazarların Katkısı

Çalışmada her iki yazar da eşit oranda katkı sunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

- Ağca, A.C., (2017). *Geleneksel ve tamamlayıcı tıp ürünlerinin ruhsatlandırılması sempozyumu raporu*. Türkiye Bilimler Akademisi, Ankara, Türkiye, Bildiriler Kitabı, 25- 28p.
- Akan, S. (2014). Sarımsak (*Allium sativum* L.) Tüketiminin İnsan Sağlığına Yararları. *Akademik Gıda*, 12(2), 95-100
- Akgül, A. (1993). *Baharat Bilimi & Teknolojisi* (Birinci baskı). Ankara, Türkiye: Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları.
- Aslan, M., ve Orhan, N., (2010). Obezite Tedavisinde Yardımcı Olarak Kullanılan Doğal Ürünler. *Mised*, 23, 91-105.
- Ayaz, E., ve Alpsoy, H. C., (2007). Sarımsak (*Allium sativum*) ve Geleneksel Tedavide Kullanımı. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 31(2), 145-149.

- Başer, K. H. C. (2012). Zerdeçal (*Curcuma longa L.*). *Bağbahçe Dergisi*. (Sayı. 44, s. 26-27). İstanbul.
- Başoğlu, F. (1982). Gıdalarda kullanılan bazı baharatların mikroorganizmalar üzerine etkileri ve kontaminasyondaki rolleri. *Gıda Dergisi*, 7(1), 19-24.
- Bayraktar, K. (1981). *Sebze Yetiştirme Ders Kitabı* (Cilt:2). İzmir, Türkiye: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Bayraktaroğlu Özhan, Y., Saatçi Mordoğan, N., ve Bayız, O., (2018). Demirli Gübrelerin Maydanoz Bitkisinin Demir İçeriği Üzerine Etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55 (4):463-470.
- Baytop, T. (1999). *Türkiye’de Bitkilerle Tedavi*. İstanbul, Türkiye: Nobel Tıp Kitabevi.
- Belge, M. (2001). *Tarih Boyunca Yemek Kültürü*. İstanbul, Türkiye: İletişim Yayınları.
- Bezli, Ş. (2020). *Dereotu (Anethum graveolens L.) Ekim Yöntemlerini İyileştirme Olanakları*. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Cerit, L. S. (2008). *Bazı Baharat Uçucu Yağlarının Antimikrobiyal Özellikleri*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Ceylan, A. (1997). *Tıbbi Bitkiler-II (Uçucu Yağ Bitkileri)*. İzmir, Türkiye: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Davis, P. H. (1978). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Vol:4). Edinburg, İskoçya: Edinburg Univ. Press.
- Davis, P. H. (1982). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Vol:2). Edinburg, İskoçya: Edinburg Univ. Press.
- Dinçoğlu, A. (2010). Soğanın Farmakolojik ve Toksikolojik Etkileri. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5/1, 3B0011
- Dorsch, W. (1996). Allium cepa L. (onion) part 2: Chemistry, analysis and pharmacology. *PhytoMed*, 3:391-7.
- Duman, A. D., Zorlugenç, B., Evliya, B., (2002). Kahramanmaraş'ta Kırmızı Biberin Önemi ve Sorunları. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5 (1), 111-117.
- Dumanoğlu, Z., ve Mokhtarzadeh S., (2021). Farklı fesleğen (*Ocimum basilicum L.*) populasyonlarına ait tohumların bazı karakteristik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(1): 97-104.
- Ece, S. (2008). *Organik Tarım İşletmelerinde Pazarlama Sorunlarına Yönelik Şanlıurfa İlinde Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Şanlıurfa
- Fırat, Y. Y., Tunçil, E., Çelebi, N., Çevik, S., ve Öner, N., (2018). Kadınların Baharat Kullanımına Yönelik Alışkanlıkları, İnanışları ve Bilgi Düzeyleri. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 5(1-2), 24-35.
- Fırat, Y., ve İnanç, N., (2019). Kırmızı Biberin Besin Alımı ve Enerji Metabolizması Üzerine Etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*; 8(4): 451 – 459.
- Fırattekin, Y., Uner, K., Bayram, E., Özsoy, U., (2000). *Menemen Ovası koşullarında maydanozun azotlu ve fosforlu gübre gereksinimi*. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Menemen Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- Göktaş, Ö., ve Gıdık, B. (2019). Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 145-151.
- Gruenwald, J., Brendler, T., Jaenicke, C., (2004). PDR for Herbal Medicines (3rd edition). Medical Economics Company. New Jersey, 316-317.
- Güler, H. D. (2019). *Biberiye, Fesleğen, Kekik, Nane ve Stevyanın Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Kurutma Yöntemlerinin Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Gürsoy, D. (2012). *Baharat ve Güç*. İstanbul, Türkiye: Oğlak Yayınları.
- Hancı, F., ve Cebeci, E., (2015). Tuzluluk ve Kuraklığın Soğan Yetiştiriciliğine Etkileri. *BAHÇE*. 44 (1): 23 – 29,
- Karagöz, D. (2020). *Pamuk-Fesleğen Birlikte Ekim Yönteminin Pamuk Zararlıları ve Doğal Düşmanlarının Popülasyon Değişimleri Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Karatepe, F., Küçükgençay, N., ve Peker, B., (2020). Öğretmen adayları senkron uzaktan eğitime nasıl bakıyor? *Journal of social and humanities sciences research*, 7(53), 1262-1274.

- Kılıçhan, R., ve Çalhan, H., (2015). Mutfakların sihirli baharat: Kayseri ilinde baharat tüketim alışkanlıklarının belirlenmesine yönelik bir çalışma. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 3(2), 40-47.
- Kızılaslan, N., ve Tokatlı, K., (2021). Sarımsağın İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *TOGÜ Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1/2.
- Kocabıyık, H., ve Demirtürk B.S., (2008). Nane Yapraklarının İnfrared Radyasyonla Kurutulması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(3): 239-246.
- Koch, H. P., ve Lawson, L. D., (1996). *Garlic: The science and therapeutic application of Allium sativum L. and related species*. (2nd ed.) Williams & Wilkins: Baltimore, Maryland.
- Kütevin, Z., ve Türkeş, T., (1987). *Sebzecilik ve Genel Sebze Tarımı Prensipleri ve Pratik Sebzecilik Yöntemleri*. İnkılap Kitabevi, İstanbul.
- Labra, M., Miele, M., Ledda, B., Grassi, F., Mazzei, M., ve Sala, F., (2004). Morphological Characterization Essential Oil Composition and DNA Genotyping of *Ocimum basilicum* L. Cultivars. *Plant Science*. 167: 725-731.
- Marki, O., ve Kinitzios, S., (2008). *Ocimum* sp. (Basil): Botany, Cultivation, Pharmaceutical Properties and Biotechnology. *Journal of Herbs Spices Medical Plants*. 13: 123–150.
- Naghbi, F., Mosaddegh, M., Motamed, S. M., Ghorbani, A., (2005). Labiatae Family in Folk Medicine in Iran: From Ethnobotany to Pharmacology. *Iran Journal of Pharmaceutical Research* 2: 63-79.
- Oğan, Y., Sarper, F., Özer, E. Z., ve Çekiç, İ., (2019). Kadınların Baharat Tüketimi Üzerine Bir Araştırma. *Researcher: Social Science Studies*, 7(2), 226-244.
- Okçu, M., (2016). Gümüşhane Florasında Yabani Olarak Yetişen Rezene (*Foeniculum* spp.)'lerin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6 (1): 1-12.
- Pareek, S., Sagar, A. N., Sharma, S., ve Kumar, V., (2017). *Soğan (Allium cepa L.)*. Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health (Vol. 2), (Edited by Elhadi M. Yahia). Wiley-Blackwell; 2nd edition.
- Robuchon, J. (2005). *Larousse Gastronomique*, (Çev. B. Uzma, H. Bucak, E. Canberk). Oğlak Yayınları. İstanbul
- Salathé, M., Althaus, C. L., Neher, R., Stringhini, S., Hodcroft, E., Fellay, J., Zwahlen, M., Senti, G., Battegay, M., Wilder-Smith, A., Eckerle, I., Egger, M., ve Low, N., (2020). COVID-19 epidemic in Switzerland: on the importance of testing, contact tracing and isolation. *Swiss medical weekly*, 150(1112), w20225-w20225.
- Seçmen, O., Gemici, Y., Leblebici, E., ve Bakat, L., (1986). Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, 1106, İzmir.
- Shigyo, M., ve Kik, C., (2008). *Chapter 4 Onion, "Handbook of Plant Breeding, Vegetables II, Fabaceae, Liliaceae, Solanaceae, and Umbelliferae"* Springer, pp 121-159 (English).
- Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, (2022). *Tıbbi Nane Fizibilite Raporu ve Yatırımcı Rehberi*, Tarım ve Orman Bakanlığı Eğitim ve Yayın Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Taşkaya, G., ve Yılmaz, D., (2022). Nane (*Mentha*) Bitkisinin Mekanik Hasadı İçin Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 4(1): 1-6.
- Tattelman, E. (2005). Health effects of garlic. *American family physician*. 72(1):103-106.
- Telci, İ., Bayram, E., Yılmaz, G., Avcı, B., (2006). Variability in Essential Oil composition of Turkish Basils (*Ocimum basilicum* L.). *Biochemical Systems And Ecology* 34: 489- 497.
- Telci, İ., Bayram, E., Yılmaz, G., ve Avcı, A. B., (2005). *Türkiye'de Kültürü Yapılan Yerel Fesleğen (Ocimum spp.) Genotiplerinin Morfolojik, Agronomik ve Teknolojik Özelliklerinin Karakterizasyonu ve Üstün Bitkilerin Seleksiyonu (Sonuç Raporu)*, TOGTAĞ-3102 No'lu [TÜBİTAK] Projesi.
- Tunçil, E. (2018). *Kırmızıbiber Tüketiminin Enerji Harcanması, Yağ Oksidasyonu ve İştah Üzerine Akut Etkilerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

URL-1: <https://sozluk.gov.tr/> Erişim Tarihi: 20 Ekim 2023

URL-2: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/04/20220419-4.htm> Erişim Tarihi: 20 Ekim 2023

URL-3: <https://kocaelibitkileri.com/anethum-graveolens/> Erişim Tarihi: 26 Ekim 2023

URL-4: <https://kocaelibitkileri.com/ocimum-basilicum/> Erişim Tarihi: 26 Ekim 2023

- Üstüner, T. (2022). Maydanoz [*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss.] Yetiştiriciliğinde Tarla Küskütü (*Cuscuta campestris* Yunck.)'nün Verim ve Kaliteye Etkisi. *Turkish Journal of Weed Science* 25(2):122-133.
- Verit, A., Yeni, E., ve Ünal, D., (2001) Tarihten Günümüz Ürolojisine Kırmızı Acı Biber. *Türk Üroloji Dergisi*, 27(4):399-402.
- Yaldız, G., Çamlıca, M., Eratalar, S. A., ve Kulak, M., (2017). Farklı Dozda Kıbele Gübre Uygulamasının Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Verimine Etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü Dergisi*. 7(1): 363-370.
- Yaldız, G., ve Kılınc, E., (2010). “Rize İli Kentsel Alanda Tüketicilerin Baharat Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi”. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (2), 28-34.
- Yeşil, M., Karaca Öner, E., ve Özcan, M. M., (2018). Ordu Ekolojik Şartlarında Farklı Nane (*Mentha* sp.) Türlerinin Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(12): 1734-1740.
- Yıldırım, G. H., ve Bilgen, M., (2022). Düğmeli Yonca Hatlarında (*Medicago Orbicularis* L. Bart.) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Yöntemlerin Tohum Dormansisi Üzerine Etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 11(2) S:253-262.
- Yıldırım, G. H., ve Yılmaz, N., (2022). Effects of Vermicompost on Some Germination Parameters in Paddy (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Eastern Anatolia, Science, Engineering and Design*, 1(5) S:76-89.
- Yıldız, S., ve Midilli, A. (2022). Türkiye’de Organik Çay Üretimi ve Pazarlaması. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(2), 136-145.
- Zeybek, N. (1985). Farmasotik botanik. Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Zhao, X. X., Lin, F. J., Li, H., Li, H. B., Wu, D. T., Geng, F., Ma, W., Wang, Y., Miao, B. H., ve Gan, R. Y., (2021). Recent advances in bioactive compounds, health functions, and safety concerns of onion (*Allium cepa* L.). *Frontiers in Nutrition*, 8, 669805.

**IJEASED****INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN***Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*

ISSN: 2667-8764 , 5(2), 289-298, 2023




<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

Araştırma Makalesi / Research Article

Doi: [10.47898/ijeased.1380637](https://doi.org/10.47898/ijeased.1380637)

Effects of Nitrogen Fertilizer Doses on Some Germination Parameters in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) and Examination with Scanning Electron Microscopy

Aidai MURATBEK KYZY¹, Gözde Hafize YILDIRIM^{2*}, Yusuf ŞAŞATLI³¹ Akdeniz University, Department of Biotechnology, Faculty of Agriculture, Antalya, 07070, Turkey.² Tayyip Erdoğan University, Faculty of Agriculture, Rize, 53000, Turkey.³ Tayyip Erdoğan University, Faculty of Agriculture, Rize, 53000, Turkey.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : gozdehafize@hotmail.com  https://orcid.org/0000-0003-0852-2746 , A. Muratbek Kyzy  https://orcid.org/0000-0002-0557-6442 , G.H.Yıldırım  https://orcid.org/0000-0001-9246-6710 , Y. Şaşatlı	Geliş Tarihi / Received Date : 24.10.2023 Revizyon Tarihi / Revision Date : 24.11.2023 Kabul Tarihi / Accepted Date : 08.12.2023 Yayın Tarihi / Published Date : 15.12.2023
Alıntı / Cite : Muratbek Kyzy, A., Yıldırım, G.H., Şaşatlı, Y. (2023). Effects of Nitrogen Fertilizer Doses on Some Germination Parameters in Bread Wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) and Examination with Scanning Electron Microscopy, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 5(2), 289-298.	

Abstract

Wheat is a staple food that plays an important role in human nutrition. It is one of the most widely grown crops in the world and can be grown in a variety of climates and soil conditions. Wheat plants need nitrogen for their growth and yield. Nitrogen deficiency in wheat can lead to poor plant growth, yield reduction, and decreased protein content. Wheat plants also need to take up adequate nutrients to produce strong roots and seedlings, especially after germination. In this study, conducted in the Field Crops Department of the Faculty of Agriculture at Ordu University in 2023, the effects of different nitrogen fertilizer doses (1.5%, 2%, 3%, 4%, and 5%) on wheat seed germination were determined, and at the same time, the stoma structures located on the underside of the first leaves of the germinated seedlings were imaged with SEM microscopy. The root/shoot length ratio, seedling and root fresh weight, shoot/root, and root/shoot weight ratio were found to be significant ($p < 0.05$). According to the results, the germination rate of various nitrogen treatments varied from 43.33 to 96.7%, while the control application was 33.33%. The application of 0.04 yielded the highest germination rate. The control group exhibited the lowest rate of germination. The LSD means for the majority of parameters, including seedling length, root length, shoot length, root/shoot length ratio, shoot/root length ratio, and seedling fresh weight, were highest for nitrogen administrations of 0.04 and 0.05. In contrast, the LSD means for these parameters were lowest for the 0.02 nitrogen application. A number of parameters, including seedling length, root length, shoot length, root-to-shoot and shoot-to-root length ratios, seedling and shoot fresh weights, shoot and root dry weights, and shoot water content, showed significant differences in germination characteristics under different nitrogen

doses. The study's results revealed that the differences in stoma structures formed in young leaf tissues were striking when examined under SEM.

Keywords: Germination, Nitrogen, SEM, *Triticum aestivum* L.

Azotlu Gübre Dozlarının Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.)’da Bazı Çimlenme Parametrelerine Etkileri ve SEM ile İncelenmesi

Özet

Buğday, insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan temel gıda ürünlerinden biridir. Dünya çapında en çok üretilen tarım mahsullerinden biri olan buğday, hemen hemen her türlü iklim ve toprak koşullarında yetiştirilebilmektedir. Buğday bitkisi, gelişimi ve verimi için azota ihtiyaç duyar. Buğdayda azotun yetersizliği, bitkilerin zayıf büyümesine, verim düşüklüğüne ve protein içeriğinin düşmesine neden olmaktadır. Buğday bitkisi, özellikle çimlendikten hemen sonra oluşturacağı kök ve fidenin güçlü olması için yeterli bitki besin maddesi almasına ihtiyaç duymaktadır. Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü’nde 2023 yılında gerçekleştirilen bu çalışmada, farklı azotlu gübre dozlarının (1.5%, 2%, 3%, 4%, and 5%) buğday tohumu çimlenmesi üzerine etkileri belirlenmiş ve aynı zamanda çimlenen fidelerin ilk yapraklarının alt kısmında yer alan stoma yapıları SEM mikroskobu ile görüntülenmiştir. Kök/sürgün uzunluk oranı, fide ve kök yaş ağırlığı, sürgün/kök ve kök/sürgün ağırlık oranı önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Sonuçlara göre çeşitli azot uygulamalarının çimlenme oranı %43.33 ile %96.7 arasında değişirken, kontrol uygulamasının çimlenme oranı %33.33 olarak gerçekleşmiştir. 0.04 uygulaması en yüksek çimlenme oranını vermiştir. Kontrol grubu en düşük çimlenme oranını göstermiştir. Fide uzunluğu, kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, kök/sürgün uzunluğu oranı, sürgün/kök uzunluğu oranı ve fide taze ağırlığı da dahil olmak üzere parametrelerin çoğunluğu için LSD değerleri, 0.04 ve 0.05 azot uygulamalarında en yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Buna karşılık, bu parametreler için LSD değerleri 0.02 azot uygulaması için en düşük bulunmuştur. Farklı azot dozları altında, çimlenme özelliklerinde fide uzunluğu, kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, kök/sürgün ve sürgün/kök uzunluk oranları, fide ve sürgün yaş ağırlıkları, sürgün ve kök kuru ağırlıkları ve sürgün su içeriği gibi birçok parametrede anlamlı farklılıklar gözlenmiştir. Çalışmanın sonuçları, SEM altında incelendiğinde genç yaprak dokularında oluşan stoma yapılarındaki farklılıkların dikkat çekici olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Azot, Çimlenme, SEM, *Triticum aestivum* L.

1. Introduction

Wheat is a strategic crop in both the world and Turkey. The main reasons for this strategic importance are its wide adaptation ability, its importance in terms of planting area and production volume in field agriculture, its being a field crop from which the most basic food items in human nutrition are obtained, its being a basic raw material for the bread, bulgur, pasta and biscuit industries, and its being one of the basic cereals in solving the world hunger problem (Yıldırım and Yılmaz (2022); Yorulmaz and Akıncı (2022)).

Germination parameters in wheat are affected by various environmental conditions. In general, the germination time of wheat varies between 4 and 18 hours depending on the variety of the seed, temperature and humidity (Martínez et al., (2010); Yıldırım and Yılmaz (2023)). Fertilization is a cultural practice that is essential for the healthy and productive growth of plants. Proper fertilization helps to achieve higher yields, better product quality and healthier plants

(Aydemir vd., 2023; Akgül ve Aydemir 2022). Nitrogen is one of the main nutrient sources in plant production. Nitrogen supports plant growth and development. Nitrogen deficiency can lead to poor plant growth, reduced yields, and reduced protein content. Nitrogen fertilizers, as well as helping to support the development of the root system, also contribute to the formation of stronger seedlings (Aras and Uygun, 2017). In this study, the aim was to investigate the effects of different nitrogen dose applications on some germination characteristics in the Dimenit wheat variety and the stoma structures formed in young seedlings.

2. Material and Method

2.1. Material

This study was conducted in 2023 at the Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Ordu University. Five different doses of nitrogen fertilizer (1.5%, 2%, 3%, 4%, and 5%) were applied. Dimenit wheat variety was used as plant material in the study. The trial was planned as a randomized block design with three replications according to factorial design. MultiReflex brand EC fertilizer solution was used as nitrogen fertilizer (Table 1). The experiment was carried out in the laboratory under room temperature conditions.

Table 1. The composition of the nitrogen fertilizer solution used in the study

Content	% w/w
Total Nitrogen (N)	15
Ammonium Nitrogen (NH ₄ N)	2
Nitrate Nitrogen (NO ₃ N)	1
Urea Nitrogen (NH ₂ N)	12
Chlorine Content	0.06
pH	4-6
Biuret Reaction	Low

2.2. Method

The nitrogen doses were determined by the preliminary germination studies conducted. Five different nitrogen percentage concentrations (0.015, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05) were used to generate the solutions. 2 ml of liquid solution was added to single-use plastic petri dishes to moisten the filter paper. It was routinely seeded with sterilized seeds using forceps. Following seed sowing, seed germination studies were started in the dark in petri dishes that had been covered with stretch film

and put in an oven set at 20 ± 5 °C. It was acknowledged that the radicle had emerged from the 2 mm testa for germination. Ten days in total were given before measurements were taken (Yıldırım and Yılmaz (2022); Yıldırım and Bilgen (2022)).

Germination rate (power) (%), seedling length (mm), shoot length (mm), root length (mm), seedling fresh weight (mg), stem fresh weight (mg), and root fresh weight (mg) were all taken into consideration in the study. The stem dry weight (mg), root dry weight (mg), shoot/root-root/shoot length ratio (%), shoot/root-root/shoot fresh weight ratio (%) and other parameters have been evaluated.

At the end of the tenth day of the experiment, researchers counted the seeds that had begun to germinate and used the formula (number of seeds germinated/total number of seeds) x 100 to determine the germination rate (Akıncı and Çalışkan, 2010). Seedling, shoot, and root lengths (cm) were measured using a millimetric ruler, and the stem length of 10 randomly selected plants was also measured (Yılmaz and Kısakürek 2021). The fresh weight of the green parts of the plants was measured in mg with a precision scale (Yıldız and Özgen, 2004), and the shoot and root dry weight was determined after drying in a 70°C air circulation oven (Yılmaz and Kısakürek 2021). The shoot/root and root/shoot wet weight ratio was found by weighing the shoot and root fresh weights of each plant and proportioning them to each other. The shoot/root and root/shoot length ratio was also measured using a millimetric ruler and proportioned to each other. The average was taken for all measurements on 10 plants. For taking captures of wheat leaf stomata were used a scanning electron microscope (SEM). Well dried material was processed for SEM. Before taking SEM photos, samples were coated with gold at 10 nm for 60 seconds by sputter. The photos were taken by SU1510 Hitachi SEM.

2.3. Statistical analysis

The XLSTAT program was used to do the statistical analyses. The ANOVA test was used for the analysis of variance at a 95% confidence interval, and the Tukey test was used for multiple comparisons.

3. Results and Discussion

Table 2 shows the results of the effects of 5 different nitrogen doses (1.5%, 2%, 3%, 4%, and 5%) on some germination parameters in the Dimenit bread wheat variety. Significant differences

($p < 0.05$) were observed in the root/shoot length ratio, seedling and root fresh weight, shoot/root and root/shoot weight ratios.

Seed germination is a critical stage in plant life, seed dormancy is affected by external environmental conditions and affects individual development, seedling establishment and community stability (Chen et al., 2022; De Malach, Kigel and Sternberg, 2020; Jiang et al., 2016; Milla and Lopez, 2014; Zhang et al., 2020). In this study, the germination rate of different nitrogen applications ranged from 43.33% to 96.7%, while the control application was 33.33%. The highest germination rate was found in the 0.04 application. The lowest germination rate was in the control.

Table 2. Effects of different N applications on some parameters of bread wheat

Applications	Germination rate	Seedling length	Root length	Shoot length	Root/shoot length ratio	Shoot/root length ratio	Seedling fresh weight	Shoot fresh weight
control	33.33	13.73	3.23	10.5	0.307	3.308	0.163	0.062
0.015	46.67	13.03	3.43	9.6	0.355	3.154	0.495	0.253
0.02	43.33	6.93	3.23	3.7	0.875	1.143	0.103	0.029
0.03	46.67	12.52	3.74	8.77	0.422	2.429	0.09	0.056
0.04	96.67	18.75	3.98	14.77	0.265	3.83	0.146	0.068
0.05	73.33	19.79	7.24	12.54	0.601	1.741	0.129	0.084
p-value	0.101	0.539	0.820	0.699	0.050*	0.718	0.029	0.122

Applications	Root fresh weight	Root/shoot weight ratio	Shoot/root weight ratio	Shoot dry weight	Root dry weight	Shoot water amount (mg)	Amount of shoot dry matter (mg)	Seedling dry matter ratio (%)
control	0.1	1.662	0.614	0.006	0.007	0.055	0.006	0.111
0.015	0.726	1.055	1.706	0.007	0.008	0.246	0.007	0.029
0.02	0.075	2.379	1.485	0.002	0.001	0.026	0.004	0.097
0.03	0.034	0.598	1.689	0.009	0.006	0.047	0.009	0.164
0.04	0.078	1.462	1.753	0.01	0.007	0.058	0.01	0.156
0.05	0.045	0.541	1.851	0.009	0.009	0.075	0.009	0.121
p-value	0.007	0.015	0.041	0.981	0.190	0.113	0.785	0.461

*Values in bold correspond to tests where the null hypothesis is not accepted with a significance level $\alpha = 0.05$

Table 3 shows the minimum and maximum values, mean (average), standard deviation (SD), and coefficient of variation (CV) for each characteristic. The characteristics investigated include seedling length, root length, shoot length, root/shoot length ratio, shoot/root length ratio, seedling fresh weight, shoot fresh weight, root fresh weight, root/shoot weight ratio, shoot/root weight ratio, shoot dry weight, root dry weight, shoot water content (mg), shoot dry matter amount (mg), and seedling dry matter ratio (%).

Seedling length varies between 6.067 cm (minimum) and 23.867 cm (maximum), with an average length of 14.128 cm. Root length varies between 1.867 cm and 8.033 cm, with an average

length of 4.144 cm. Shoot length varies between 3.2 cm and 17.8 cm, with an average length of 9.983 cm. Root/shoot length ratio varies between 0.221 and 0.896, with an average ratio of 0.471. Plant root/shoot length ratio varies between 1.116 and 4.523, with an average ratio of 2.601. Chen Jing et al. (2020) found that a moderate nitrogen application of 240 kg per hectare significantly increased root length, surface area, and biomass in soil layers, increased cotton seed yield, and improved N efficiency.

Seedling fresh weight varies between 0.037 mg and 0.711 mg, with an average weight of 0.188 mg. Shoot fresh weight varies between 0.022 mg and 0.324 mg, with an average weight of 0.092 mg. Root fresh weight varies between 0.011 mg and 0.496 mg, with an average weight of 0.096 mg. Root fresh weight increased up to 300 mg l⁻¹ or 450 mg l⁻¹ nitrogen application in autumn/winter crops, but did not increase further in spring crops, high nitrogen reduced root weight (Akoumianakis et al., 2011).

The root-to-shoot weight ratio ranged from 0.347 to 6.082, with an average of 1.283. The shoot-to-root weight ratio ranged from 0.164 to 2.879, with an average of 1.425. The shoot dry weight ranged from 0.002 mg to 0.011 mg, with an average of 0.007 mg. The root dry weight ranged from 0.001 mg to 0.010 mg, with an average of 0.007 mg. A study found that appropriate nitrogen fertilization increased root growth in winter wheat, while excessive fertilization inhibited root growth, and yield and root-shoot ratio showed a significant correlation with irrigation level (Wu Rong, & Li YuanNong, 2013). The amount of water in shoots ranged from 0.019 mg to 0.320 mg, with an average of 0.085 mg. The amount of dry matter in shoots ranged from 0.002 mg to 0.011 mg, with an average of 0.008 mg. The seedling dry matter ratio ranged from 0.012% to 0.214%, with an average ratio of 0.113%.

Figure 1 shows the least square means (LS means) for various germination parameters under different nitrogen fertilizer applications. 0.04 and 0.05 nitrogen applications showed the highest LS means for most characteristics, such as seedling length, root length, shoot length, root/shoot length ratio, shoot/root length ratio, and seedling fresh weight. Conversely, the 0.02N treatment had the lowest LS means for these parameters. There were significant differences in various parameters, including seedling length, root length, shoot length, root/shoot, shoot/root length ratios, seedling and shoot fresh weights, shoot and root dry weights, and shoot water content. This also demonstrates the effect of varying nitrogen doses on these germination characteristics.

Table 3. An overview of all the dependent variables of the normality tests

Variable	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation	CV
seedling length	6.067	23.867	14.128	5.006	35.43344
root length	1.867	8.033	4.144	1.718	41.4611
shoot length	3.200	17.800	9.983	3.953	39.5926
root/shoot length ratio	0.221	0.896	0.471	0.234	49.60115
shoot/root length ratio	1.116	4.523	2.601	1.096	42.12845
seedling fresh weight	0.037	0.711	0.188	0.164	87.32862
shoot fresh weight	0.022	0.324	0.092	0.080	86.76992
root fresh weight	0.011	0.496	0.096	0.111	116.1939
root/shoot weight ratio	0.347	6.082	1.283	1.427	111.1784
shoot/root weight ratio	0.164	2.879	1.425	0.798	56.00194
shoot dry weight	0.002	0.011	0.007	0.003	38.60962
root dry weight	0.001	0.010	0.007	0.003	48.08368
shoot water amount (mg)	0.019	0.320	0.085	0.080	94.54515
amount of shoot dry matter (mg)	0.002	0.011	0.008	0.003	35.02353
seedling dry matter ratio (%)	0.012	0.214	0.113	0.057	50.10116

Figure 2 shows the stoma structures in leaf samples taken from young shoots of the treatments. Stomata are small openings distributed over the leaf surface. Stomata allow plants to exchange gases, that is, to take in carbon dioxide and oxygen. The number and size of stomata affect the physiology of the plant and its adaptation to the environment. Stomata cells use changes in water potential to close and open the stoma aperture. Stomata were observed to be smaller and less numerous in the leaf of the control treatment. This may suggest that it would help reduce water loss in plants. Stomata were observed to be larger in the leaf treated with a 1.5% nitrogen solution. Observations taken in other applications are generally in the middle of the two, with respect to the control and 1.5% dose. Stomata opening or closing can also vary depending on many physiological characteristics of the plant. Therefore, the effectiveness of nitrogen can also change this.

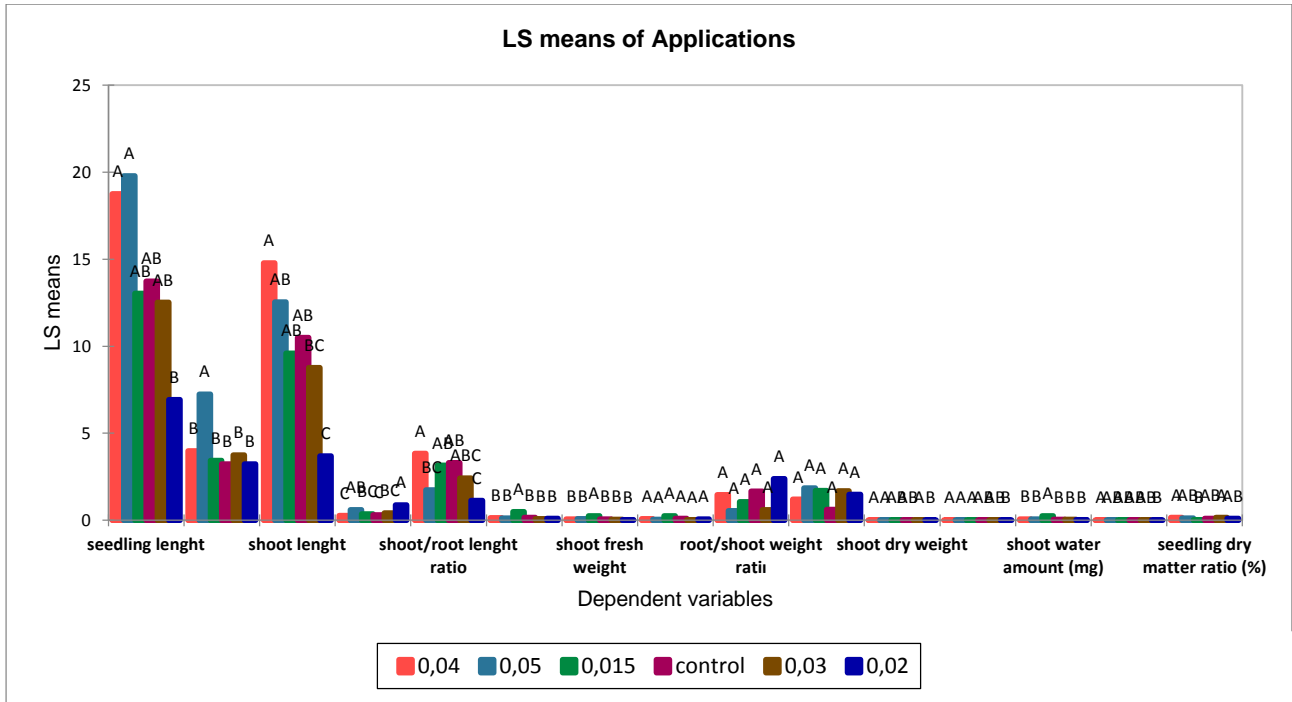


Figure 1. Summary of all pairwise comparisons for all characteristics (Tukey (HSD))

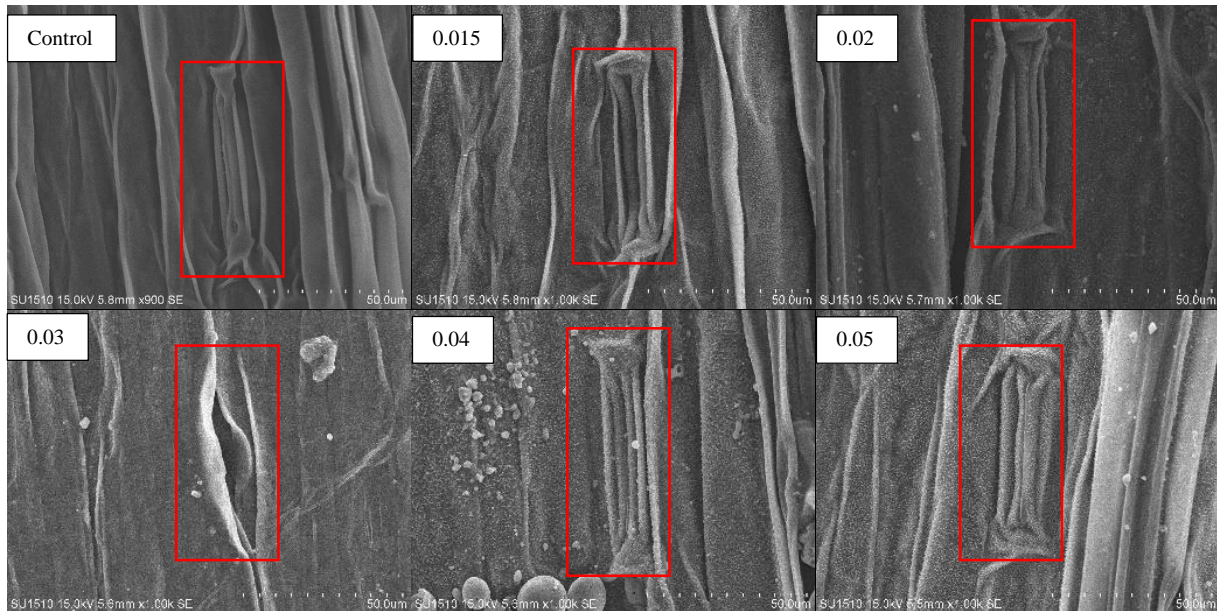


Figure 2. SEM images of wheat leaf stomata that belongs to six separate applications

4. Conclusion

The effect of various nitrogen fertilizer doses on a number of germination characteristics in Dimenit bread wheat was examined in this research. The results show the importance of nitrogen dosage by demonstrating significant changes in a number of important parameters. Notably, we saw a considerable improvement in the shoot/root and shoot/root weight ratios as well as a large rise in the root/shoot length ratio and seedling and root fresh weights. In contrast to the control group, germination rates varied greatly, with the greatest rate being attained at a nitrogen dose of 0.04. This study emphasizes the critical part nitrogen fertilization plays in controlling wheat germination and related characteristics, providing useful information for improving wheat cultivation practices. These results can be expanded upon by additional research to optimize nitrogen fertilizer applications for improved wheat crop yields.

Competing Interests

The authors declare that they have no competing interests.

References

- Aisha, H., Shafeek, M. R. Asmaa, and M. El-Desuki. (2014). Effect of various levels of organic fertilizer and humic acid on the growth and roots quality of turnip plants (*Brassica rapa*). *Current Science International* 3 (1):7–14.
- Akgül, S., Aydemir, Ö. E., & Özkutlu, F. (2022). Gıda uygulamalarının ekmeçlik ve makarnalık buğdayların kadmiyum ve besin elementi alımı üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 11(2), 353-362.
- Akıncı, İ. E., & Çalışkan, Ü. (2010). Effect of lead on seed germination and tolerance levels in some summer vegetable. *Ecology*, 19 (74), 164-172. DOI: 10.5053/ekoloji.2010.7420.
- Akoumianakis, K.A., Karapanos, I.C., Giakoumaki, M., Alexopoulos, A.A., & Passam, H.C. (2011). Nitrogen, season and cultivar affect radish growth, yield, sponginess and hollowness. *International Journal of Plant Production*, 5, 111-119.
- Aras, B., & Uygun, S. (2017). Azotlu gübreleme esasları ve arpada azotlu gübreleme. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, 364, 18-29. Aydın, A. (1995).
- Aydemir, Ö. E., Akgün, M., Erdem, H., Korkmaz, K., & Özkutlu, F. (2023). The Effect of Different Lime Forms on Cadmium Uptake of Durum Wheat Varieties. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(8), 1365-1371.
- Chen Jing, Liu LianTao, Wang ZhanBiao, Zhang YongJiang, Sun HongChun, Bai ZhiYing, Lu ZhanYuan, Li CunDong, & Song ShiJia. (2020). Nitrogen fertilization increases root growth and coordinates the root-shoot relationship in cotton. *Frontiers in Plant Science*, 11(June). <https://doi.org/https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.00880/full>
- Chen, Y., Liu, Y., Zhang, L., Zhang, L., Wu, N., & Liu, H. (2022). Effect of salt stress and nitrogen supply on seed germination and early seedling growth of three coastal halophytes. *PeerJ*, 10, e14164. <https://doi.org/10.7717/peerj.14164>
- DeMalach N, Kigel J, Sternberg M. (2020). The soil seed bank can buffer long-term compositional changes in annual plant communities. *Journal of Ecology*. 2020;109(3):1275–1283. doi: 10.1111/1365-2745.13555.

- Goldani, M., H. Zare, and M. Kamali. 2016. Evaluation of Different Levels of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers on Shoot and Root Characteristics of Echinacea Purpurea. *Horticultural Sciences* (2008-4730) 30 (3): Pe366-Pe375. doi:<https://jhs.um.ac.ir/index.php/jhorts/article/view/26615>.
- Jiang et al. (2016) Jiang ZM, Xu G, Jing YJ, Tang WJ, Lin RC. Phytochrome B and REVEILLE1/2-mediated signalling controls seed dormancy and germination in Arabidopsis. *Nature Communications*. 2016;7(1):12377. doi: 10.1038/ncomms12377.
- Martínez-Ballesta, MC., Dominguez-Perles, R., Moreno, DA., Muries, B., Alcaraz-López, C., Bastías, E., & Carvajal, M. (2010). Minerals in plant food: effect of agricultural practices and role in human health. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30(2), 295-309.
- Milla & Lopez (2014) Milla R, Lopez JM. Limited evolutionary divergence of seedlings after the domestication of plant species. *Plant Biology*. 2014;17(1):169–176. doi: 10.1111/plb.12220.
- Wu Rong, & Li YuanNong. (2013). Effect of water and nitrogen fertilizer coupling on root distribution, root/shoot ratio and yield of winter wheat. *Journal of Southern Agriculture*, 44(6), 963–967. <https://doi.org/https://www.nfnxb.com/EN/Default.aspx>
- Yıldırım, G. H., & Bilgen, M., (2022). Düğmeli Yonca Hatlarında (*Medicago Orbicularis* L. Bart.) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Yöntemlerin Tohum Dormansisi Üzerine Etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*. Sayı:11(2) S:253-262. DOI:<https://doi.org/10.29278/azd.790784>
- Yıldırım, G. H., & Yılmaz, N., (2022). Effects of Vermicompost on Some Germination Parameters in Paddy (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Eastern Anatolia, Science, Engineering and Design*. Sayı: 1(5) S:76-89. DOI: <https://doi.org/10.47898/ijeased.1268617>
- Yıldırım, G. H., & Yılmaz, N., (2022). Opportunities to Production of Biofuel from Grains and to Improve The Factors Increasing The Yield of Bioethanol in A Short Time. *The European Journal of Research and Development*. Sayı:2(4) S:253-272. DOI: <https://doi.org/10.56038/ejrnd.v2i4.145>.
- Yıldırım, G. H., & Yılmaz, N., (2023). Germination Physiology and Optimum Values in Cereals. *Muş Alparslan Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*. Sayı: 1(5) S:76-89. DOI: <https://doi.org/10.47898/ijeased.1268617>
- Yılmaz, M. B., & Kısakürek, Ş. (2021). Effect of drought stress on germination and early seedling growth of (*Lolium perenne* L.) cultivars. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(3), 529-538.
- Yorulmaz, L., & Akıncı, C. (2022). Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin sırta ekim sisteminde morfolojik, fizyolojik, verim ve kalite yönünden incelenmesi. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7(2), 326-336.
- Zhang R, Luo K, Chen DL, Baskin JM, Baskin CC, Wang YR, Hu XW. (2020) Comparison of thermal and hydrotime requirements for seed germination of seven stipa species from cool and warm habitats. *Frontiers in Plant Science*. 2020;11:560714. doi: 10.3389/fpls.2020.560714.



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi

ISSN: 2667-8764 , 5(2), 299-312, 2023

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>




Derleme Makalesi / Review Article

Doi: [10.47898/ijeased.1394897](https://doi.org/10.47898/ijeased.1394897)

Kültür Varlıklarının Korunmasında Biyoteknolojik Bir Yaklaşım: Karbonatlı Taşların Sağlamaştırılması

Özge BOSO HANYALI*

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Yüksekokulu, İstanbul, 34380, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : ozge.boso@msgsu.edu.tr  https://orcid.org/0000-0003-0440-3213 , Ö. Boso Hanyalı	Geliş Tarihi / Received Date : 23.11.2023 Revizyon Tarihi / Revision Date : 15.12.2023 Kabul Tarihi / Accepted Date : 25.12.2023 Yayın Tarihi / Published Date : 25.12.2023

Alıntı / Cite : Boso Hanyalı, Ö. (2023). Kültür Varlıklarının Korunmasında Biyoteknolojik Bir Yaklaşım: Karbonatlı Taşların Sağlamaştırılması, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 5(2), 299-312.

Özet

Doğal taşlar, çok eski dönemlerden beri tarihi yapı ve eserlerde sıklıkla kullanılmaktadırlar. Zaman içinde bu taşlar fiziksel, kimyasal ve mekanik etkilerin sonucunda yavaş yavaş bozunmakta ve dayanımlarını kaybetmektedirler. Bugüne kadar tarihi yapı ve eserlerde kullanılan doğal taşların durabilitesinin/dayanımının artırılmasında kullanılan organik ve inorganik sağlamaştırıcılar kısa vadede taşlardaki bozunma sorunlarına çözüm üretmiş olsa da uzun vadede atmosferik koşulların etkisiyle bozunma sürecinin devam etmesine engel olamamışlardır. Bu durum, tarihi yapı ve eserlerde kullanılan taşlarda gözlemlenen bozunmaların ilerlemesini durdurmak için taş malzeme ile uyumlu ekolojik, ekonomik, yeni bir teknolojiye sahip yöntemlerin gelişimine yol açmıştır. Mikrobiyal sağlamaştırma yöntemi bir başka deyişle Biyo-sağlamaştırma, kalsiyum karbonat üretebilen mikroorganizmaların taşların boşluklarına nüfuz etmeleri ile gerçekleşmektedir. Bu çalışmada mikrobiyal kalsiyum karbonat oluşum mekanizmalarından ve bu mekanizmaları etkileyen süreçlerden bahsedilmiş, kültürel mirasımızın korunmasında geleneksel kimyasal sağlamaştırıcılara alternatif oluşturma potansiyeli yüksek olan biyoteknoloji alanındaki yeni uygulamalar ve gelişmeler anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kültürel Miras, Taş Konservasyonu, Biyo-sağlamaştırma, Biyo-çimentolanma, Mikrobiyal Kalsiyum Karbonat Çökelimi, Karbonatlı Taşlar.

A Biotechnological Approach to the Conservation of Cultural Heritage: Consolidation of Carbonate Stones

Abstract

Natural stones have been mostly used in historical buildings and artifacts since ancient times. Over time, these stones gradually degrade and lose their strength as a result of physical, chemical and mechanical effects. To date, organic and inorganic consolidants used to increase the durability of carbonate stones have produced short-term solutions to the degradation problems in the stones, but in the long term, they could not prevent the continuation of the degradation process under the influence of atmospheric conditions. This has led to the development of ecological, economical, new technological methods compatible with the stone material in order to stop the progression of deterioration observed in the stones used in historical buildings and monuments. Microbial consolidation method, in other words Bio-consolidation, is realized by the penetration of microorganisms capable of producing calcium carbonate into the cavities of stone. In this study, the mechanisms of microbial calcium carbonate formation and the processes which affect these mechanisms are explained. New researches and applications in the field of biotechnology, which have the potential to provide an alternative to traditional chemical consolidants in the conservation of our cultural heritage, are described.

Keywords: *Cultural Heritage, Stone Conservation, Bio-concolidation, Bio-cementation, Microbial Calcium Carbonate Precipitation, Carbonated Stones.*

1. Giriş

Çeşitli medeniyetlere ev sahipliği yapmış olan ülkemizde, günümüze dek ulaşan ve tarihi izler taşıyan çok sayıda yapı ve eserler bulunmaktadır. Günümüze dek ulaşan bu yapı ve eserlerin korunması ve onarılması, gelecek nesillere aktarılması kültürel mirasın ve mimarı mirasın korunması açısından son derece önemlidir. Bir çok kültürel, sanatsal ve tarihi yapı ile objeler doğal taşlardan yapılmıştır. Özellikle kireçtaşı gibi karbonatlı taşlar miras yapılarında oldukça yaygın olarak kullanılan malzeme grubunu oluşturur. Bu taşlar tarihi eser ve yapıların kemerlerinde, sütunlarında, beden duvarlarında, kubbe yapımında, zemin döşemelerinde ve dış bahçe duvarlarında sıklıkla kullanılmıştır. Hava kirliliği, sıcaklık değişimleri, donma-çözünme ve suda çözünebilir tuzların (sülfat, nitrat vb.) kristallenme-çözünmeleri gibi etkenler kireçtaşlarının zaman içerisinde bozunmalarına neden olmaktadır. Gözenekli malzemelerin nem hareketi ve nem taşıma kapasitesi, ıslanma ve kuruma özellikleriyle doğrudan ilişkilidir (Hall ve ark, 2010; Richardson ve ark, 2014). Gözenek boyutu ve gözenek dağılımı, malzemenin neme bağlı bozunmaya karşı direnç gösterme yeteneğinde önemli bir rol oynar. Özellikle kireçtaşı gibi karbonatlı taşlar mikro boşluklara ve birbiri ile ilişkili mikro çatlaklara sahip olmaları nedeniyle diğer doğal taşlara göre atmosferik şartlardan daha kolay etkilenirler. Bunlara ilaveten ülkemizde yaşanan depremler, diğer doğal afetler ve hızlı kentleşme ile tarihi yapılar ve bu yapıların dış cephelerinde kullanılan taşlar bu olumsuz koşulların karşısında büyük tehdit altındadır. Karbonatlı taşlar arasında özellikle tarihi yapı ve eserlerde sıklıkla kullanılmış olan Küfeki taşının kaynak alanına olan erişim sıkıntısı ve taş işçiliğinin günümüzde yok

olmaya başlaması gibi faktörler göz önünde bulundurulduğunda bu taşların kendisi ile uyumlu yeni teknolojiye sahip bir onarım malzemesi ile yerinde sağlamaştırılma ihtiyacı doğmuştur. Bu durum kültürel miras niteliği taşıyan tarihi yapı ve eserlerin özgün ve estetik değerlerinin korunması, aynı zamanda sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından önemlidir.

Sağlamaştırma; doğal taşın ayrıışmış ya da yüzey erozyonu ile zayıflamış bağlayıcı çimentosunu onarabilecek, taşın mineral bileşimindeki kohezyonu iyileştirecek ve ayrıışan yüzeyi taşın sağlam kısmına bağlayacak şekilde olmalıdır. (Torraca, 1982; G. Wessel ve Searles, 2001, Henry, 2006; Ersen, 2011; İpekoğlu, 1998).

Geçmişten günümüze tarihi yapı ve eserlerde kullanılan doğal taşların sağlamaştırılmasında organik ve inorganik sağlamaştırıcılar kullanılmıştır. İnorganik sağlamaştırıcılardan kireç suyu (Ca(OH)_2 çözeltisi) ve Barita (Ba(OH)_2) çözeltisi taşlarda 19.yy sonlarından itibaren uygulanmış, ancak derin penetrasyon sağlayamaması (etkili nüfuz edememesi) nedeniyle tercih edilmemiştir. Taşlara uygulanan organik kimyasal sağlamaştırıcılar ise, alkoksi silanlar, epoksi reçineler ve akrilik monomerleri, pre-polimerleri ve kopolimerlerdir. Taşların sağlamaştırılmasında en çok tercih edilen kimyasallar metil trimetoksisilan (MTMOS) ve tetraetoksisilan (TEOS) olarak bilinen alkoksi silanlardır (Ersen, 2011). Alkoksi silanlar taş içinde biriktiği zaman, taşın gözenekleri içindeki koloidal silikayı başlatmakta ve süreç sonunda dayanım etkisi sağlayan siloksan (Si-O-Si) bağları oluşturmaktadır. Silika molekülleri kimyasal bileşim bakımından silikat minerallerine benzediği için, bu tür kimyasallar silikat esaslı taşlarda daha etkin bir sağlamaştırma yaparken, kalsit bileşimli karbonatlı taşlarda aynı etkinliği göstermezler (Danehey ve ark, 1992; Goins ve ark, 1996). Buna rağmen etil silikatlar, karbonatlı malzemelerinin sağlamaştırıcı kimyasalları olarak sıklıkla kullanılmıştır (Delgado Rodrigues ve ark, 1998; Castro ve ark, 1990; Delgado Rodrigues ve ark, 1997; Ziyaettin, 2010). Taşın bileşimi ile taşa uygulanan kimyasallar arasındaki bu uyumsuzluk, taş sağlamaştırma uygulamalarının en temel sorunlarından birisidir.

Sağlamaştırıcı kimyasallardan biri de epoksilerdir. Ancak Ersen, 2011 yılında yapmış olduğu çalışmada epoksi kullanımının taşlarda derin penetrasyon sağlayamaması, taş yüzeylerde kabuk oluşturması ve çok yüksek genleşme katsayılarına sahip olmaları sebebiyle tercih edilmediklerini ifade etmiştir.

Taşların sağlamaştırılmasında ve taş yüzeylerin korunmasında yaygın bir şekilde kullanılan kimyasallardan biri de akrilik kopolimerler ve özellikle Paraloid B72'dir. Ancak Delgado-Rodrigues ve ark, 2010 yılında yapmış oldukları çalışmalarında; Paraloid B72'nin kullanılmasının, yüksek poroziteye sahip biyomikritik kireçtaşlarında düşük penetre olma özelliği gösterdiği ve kullanılan

kimyasalın taş yüzeylerinde kopmalara yol açtığı bu sebeple de bu kimyasalların dış mekânlarda iyi bir sağlamlaştırıcı olmadığını belirtmiştir.

Ksinopoulou ve ark, 2012 yılında yapmış oldukları çalışmalarında, titanyum oksit (TiO₂) silikat bağlayıcı içeren silikon bazlı bir solüsyonu Yunanistan'daki tarihi bir yapıda kullanılan iki farklı gözenekli taşlara uygulayarak, kullanılan sağlamlaştırıcının taşlar üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda; taşların Vp dalga hızı değerlerinin arttığı, su emme oranlarının azaldığı, renk özelliklerinde sınırlar dışında bir değişim olmadığı tespit edilmiştir. Boşluk oranı az olan taşlarda yüzey koruma imkânı yaratan TiO₂ nanoteknolojik yüzey kaplamaları ile ilgili yapılan çalışmalar hâlen devam etmektedir (Ersen, 2011).

Yapılan araştırmalar sonucunda taşların sağlamlaştırılmasında beklenen performans kriterleri şu şekilde olmalıdır.

- Uygulanan sağlamlaştırma yöntemi taşların gözeneklerini bloke etmemelidir. Taşın nefes almasına engel olmamalıdır. Yöntem taşın gözeneklerinde etkin penetrasyon sağlamalıdır.
- Sağlamlaştırma yöntemi, uygulandığı taş ile uyumlu olmalıdır.
- Uygulanan sağlamlaştırma yöntemi taşların mikro boşluklarını arttırmamalıdır.
- Düşük ısıl genleşme katsayısına sahip olmalıdır.
- Taşın renk ve dokusunda estetik problemler yaratmamalıdır.
- Taşın porozitesinde ve taş yüzeylerde suyun emilmesini önlemeli, ancak kuruma durumunda su buharı geçirimsizliğini azaltmamalıdır.
- Atmosferik koşullar altında gerçekleşen bozunmalara engel olmalıdır.
- Ekonomik olmalıdır
- Ekolojik olmalıdır (Ziyaettin, 2010; Ersen, 2011).

Venedik Tüzüğü ile belirtilmiş olan koruma uygulamalarının en az müdahale ile yapılması, geri dönüşümlü ve yeniden uygulanabilir özellikte olması gibi ilkeler de göz önünde bulundurulduğunda, doğal taşların geleneksel kimyasal yöntemler ile sağlamlaştırılması, tüm bu ihtiyaçları karşılayamamaktadır (Barbabetola ve ark, 2012). Son yıllarda kültürel miras alanında inovatif yeşil teknolojilere olan ilginin artması, biyo-sağlamlaştırma gibi yeni yöntemlerin gelişmesine yol açmış, tarihi yapıların korunması üzerine çalışan araştırmacıların ilgisinin bu yönde yoğunlaşmasına sebep olmuştur.

2. Biyomineralizasyon ve Mikrobiyal Kalsiyum Karbonat Çökeli (MICP)

Biyomineralizasyon, prokaryotlar tarafından oluşturulan mineralleşme olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım ve ark, 2016). Biyomineralizasyon sürecinde oluşan biyopolimerler özellikle kalsiyum iyonu (Ca^{+2}) ile oluşturulan kalsiyum sülfat ($CaSO_4$), kalsiyum fosfat ($Ca_3(PO_4)_2$), kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) gibi mineralli bileşiklerdir (Knoll, 2003, Yıldırım ve ark, 2016). Le Metayer-Levrel ve ark, 1999 yılında yapmış oldukları çalışmasında, kalsiyum karbonat üreten bakteriler ile kireçtaşı yüzeylerinde koruyucu bir tabaka oluşturulabileceğini ifade etmişlerdir. Aynı zamanda bu teknik ile, teorik olarak kireçtaşının doğal oluşum sürecinin benzeri kullanıldığından, uygulandığı tarihi kireçtaşı yüzeyleri ile uyumlu malzeme üretilmektedir (Le Metayer-Levrel ve ark, 1999; Şahin Güçhan ve ark, 2019).

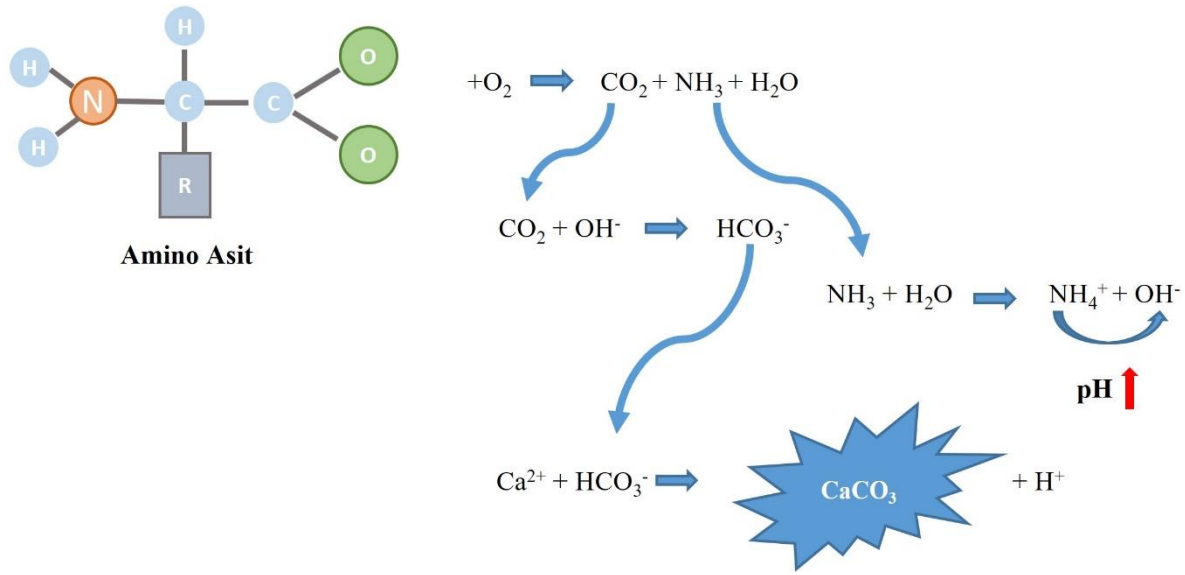
Yaygın olarak toprak, su ve deniz çökeltilerinde görülen mikrobiyal kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) oluşumu, mikro biyolojik kaynaklı karbonat çökeli (MICP) olarak ifade edilmektedir. Başka bir ifade ile biyo-çökeli, yüzey iyileştirme işlemi olarak da bilinmektedir (Canaveras ve ark, 2001). Bu süreçte ortamda çözülmüş inorganik karbon konsantrasyonu ve ortamın pH'ı artmaktadır (De Muynck ve ark, 2010).

Mikroorganizmalar kültür besiyerlerinde büyüme sağlamaktadır. Kültür ortamlarının kullanılmasının sebebi kalsiyum karbonat çökeli için uygun şartların sağlanmasında mikroorganizmaların kültür ortamını alkaline etmesidir (Lopez ve ark, 2007). Rodriguez-Navarro ve ark, 2003 yılında yapmış oldukları çalışmalarında, kültür ortamının bileşiminin, kültür koşullarının, bakteri türünün, hücre dışı ekstraselüler madde (EPS) oluşum kontrolünün, yeni oluşan karbonat çimentosunun konsolidasyon ve koruma etkilerini arttırmak için, ana faktör olduğunu belirtmiştir. Mikroorganizmaların ve bunların ürettiği hücre dışı polimerik maddeler (EPS) ile başlayarak oluşan biyofilmler, çözeltideki iyonları bağlar ve mineral birikimi için heterojen çekirdeklenme yüzeyi olarak işlev görür.

Mikrobiyal kalsiyum karbonat çökelinin gerçekleşmesi için, üreaz enzimi, amonifikasyon, nitrat ve sülfat indirgeme şeklinde mikrobiyal süreçler vardır. Literatürde kireçtaşlarının biyolojik sağlamlaştırılmasında üreaz enzimi ve amonifikasyon yaygın olarak kullanılan proseslerdir.

Amonifikasyon

Al-Thawadi, 2011 yılında yapmış olduğu çalışmasında amonifikasyonu, çeşitli organik atıkların, ölü bitki ve hayvan kalıntılarının proteinlerinin parçalanmasıyla nitrojen'in (NH₃) ortaya çıkması olayı olarak tanımlamaktadır. Bu süreçte oluşan NH₃ ortamın pH'ını arttırırken, karbonat (CO₃⁻) iyonları ile kalsiyum (Ca⁺²) iyonları birleşerek kristal halinde çökelmektedir (Şekil 1).



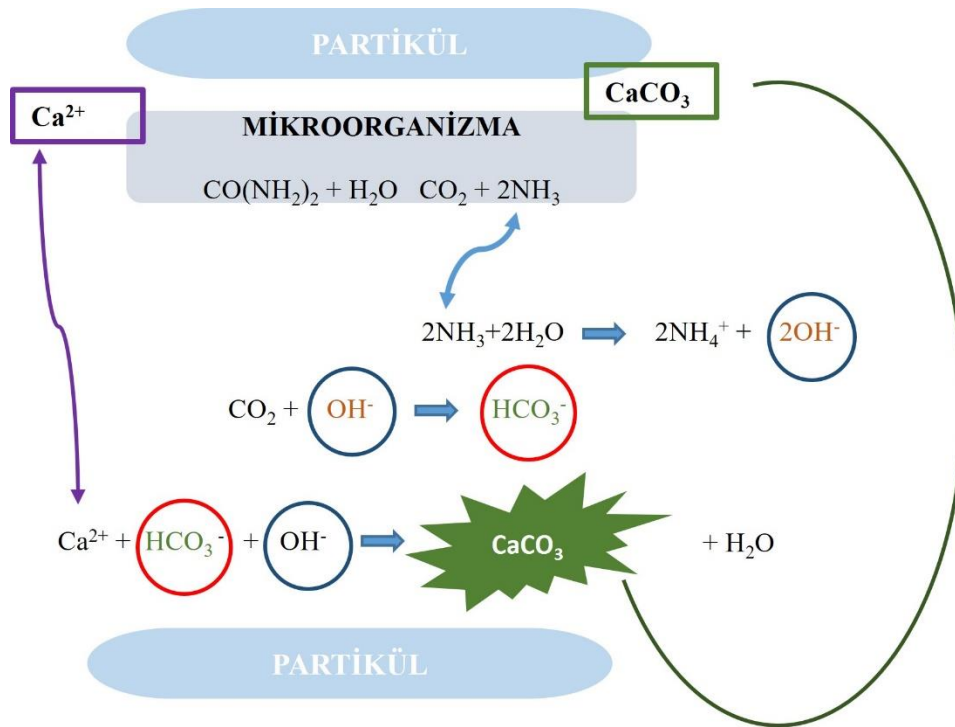
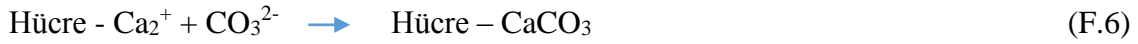
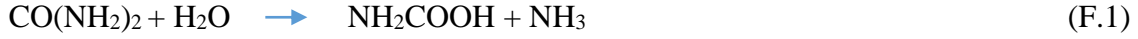
Şekil 1. Amonifikasyon bakterileri aracılığı ile CaCO₃ oluşumu (Yıldırım ve ark, 2016'dan derlenerek alınmıştır).

Literatürde, kireçtaşlarının sağlamlaştırılmasına yönelik mikrobiyal kalsiyum karbonat (CaCO₃) oluşturma yeteneği yüksek *M. xanthus* bakteri türü kullanılarak yapılmış birçok çalışma yer almaktadır (Jimenez Lopez ve ark, 2007; 2008; Rodriguez-Navarro ve ark, 2003; Jroundi ve ark, 2010).

Üre Hidrolizi

Üre, alkalofilik mikroorganizma tarafından üretilen üreaz enzimi ile biyokimyasal reaksiyona girmektedir. Bu reaksiyon sonucunda; 1 mol amonyak (NH₃) ve 1 mol karbamik asit (NH₂COOH) oluşmaktadır (F.1). Oluşan bu maddeler, kendiliğinden 1 mol amonyum (NH₄)⁺ ve 1 mol karbonik asite (H₂CO₃) dönüşmektedir (F.2). Çıkan ürünler, kolay ayrışabilmekte ve H₂CO₃, HCO₃⁻ ve H⁺ iyonlarına dönüşmektedir (F.3). Amonyak (NH₃) ise su (H₂O) ile birleşerek, 2 mol amonyum (NH₄)⁺

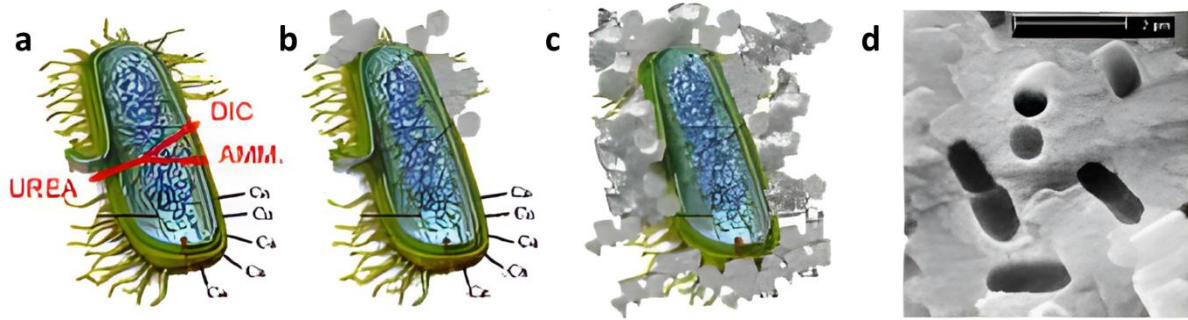
iyonuna ve 2 mol hidroksit (OH⁻) iyonlarına ayrışmaktadır (F.4). Bu süreçler sonunda ortamın pH'ı artmakta ve ortamdaki Ca²⁺ iyonları, negatif yüklü bakteri hücresi ile birleşmektedir. Alkali ortamda ayrışmış HCO₃⁻ iyonları da oluşan yapıyla birleşerek çökelmektedir (Hall-Stoodley ve ark, 2004; Patro ve ark, 2015; Yıldırım ve ark, 2016). (F.5,6), (Şekil 2).



Şekil 2. Ürolitik bakteriler aracılığı ile CaCO₃ oluşumu (Yıldırım ve ark, 2016'dan derlenerek alınmıştır).

Şekil-3'te ürolitik bakteriler ile mikrobiyal kalsiyum karbonat oluşum süreçleri anlatılmıştır. Solüsyonda bulunan kalsiyum iyonları negatif yüklü oldukları için mikroorganizma, hücre duvarına çekilmektedir. Üre, sisteme eklendikten sonra mikroorganizma üreyi çözülmüş inorganik karbona ve

amonyuma dönüştürmekte ve bunu çevreye salmaktadır (3a). Ortamdaki kalsiyum iyon varlığı, mikroorganizma hücre duvarında süper doyma durumuna ve kalsiyum karbonatın çökmesine neden olur (3b). Bir süre sonra tüm hücre kalsiyum karbonat çökeltisiyle kapsülendir. Tüm hücre kapsüllendiğinde besin aktarımı sınırlanır ve hücreler ölür (3c). Şekil-3d’de karbonat çökmesine katılan mikroorganizma hücrelerinin izleri görülmektedir.



Şekil 3. Ürolitik bakteriler tarafından gerçekleştirilen kalsiyum karbonat çökeltimi sürecinin gelişimi (Marjadi, 2016).

Üre hidrolizi ile kireçtaşlarının sağlamlaştırılmasına yönelik literatürde yaygınca kullanılan mikroorganizmalar *Bacillus* cinsi bakteriler olarak yer almaktadır.

De Muynck ve ark, 2011 yılında yaptıkları çalışmada ürolitik bakteriler ile çalışmışlardır ve ürenin hidrolizinin kolay kontrol edilebileceğini, karbonatın yüksek konsantrasyonundaki üretimine izin verdiğini, bakterilerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin kristal çekirdeklenme bölgelerini etkilediğini ifade etmişlerdir.

Belirtilen reaksiyonlar göz önüne alındığında; CaCO_3 çökeltimini etkileyen faktörleri aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz.

- Çözünmüş inorganik karbon konsantrasyonu
- Ortamın pH’ı;

pH, karbonat özelliklerini ve kalsiyum karbonat çözünürlüğünü kontrol etmektedir. Ortamın pH’ı bakterilerin karbonatlaşma hızı, CaCO_3 ’ün ortam içindeki çökeltimi ve oluşan kristallerin türü üzerinde olumlu ve olumsuz bir etkiye sahiptir.

- Ortamdaki Ca^{+2} iyonlarının konsantrasyonu
- Kullanılan mikroorganizmanın türü
- Çekirdeklenme

Ortamin tuzluluğu ve bileşimi gibi faktörler de kalsiyum karbonat çökelişini etkilemektedir (Knorre ve Krumbein, 2000; Rivadeneyra ve ark, 2004). Yukarıda belirtilen çökeltme koşullarının herhangi birinin ayrı ayrı kalsiyum karbonat çökelişini etkilediğini, ancak birincil ön koşulun, mikroorganizmaların çeşitli fizyolojik aktiviteler doğrultusunda alkali bir çevre yaratma becerileri olduğu ifade edilmiştir (Hammes ve Verstraete, 2002; De Muynck, 2010).

3. Biyoçimentolanma

Biyoçimento kalsiyum iyonu bakımından zengin sistemdeki mikroorganizma aktivitesinden dolayı oluşan bir CaCO₃ birikintisine karşılık gelmektedir. Mikroorganizmanın tutunumu ve taşın gözeneklerinin (por) yapısı biyoçimentolanmayı etkileyen önemli parametredir (Marjadi, 2016).

Son biyoteknolojik gelişmelerde anıtların ve taş eserlerin restorasyonunda ve korunmasında mikroorganizmaların rolü çok önemlidir. Bu mikroorganizmaların en önemli özelliği kalsiyum karbonatı hücre dışı çökeltme yetenekleridir. Kalsiyum karbonat üretebilme yeteneği olan mikroorganizmalar karbonatlı taş malzemeleri sağlamlaştırarak, yapı ve eserleri bozunmalara karşı korumaktadır.

Mikrobiyal kalsiyum karbonat çökelişimiyle gerçekleşen biyo-sağlamlaştırma yöntemi ile ilgili uluslararası düzeyde birçok çalışma bulunmaktadır. Mikroorganizmaların oluşturdukları biyoçimento ürünleri (biyo-kalsiyum karbonat) sayesinde karbonatlı taşların mikro yapısal özelliklerinin iyileştirilmesiyle dayanıklılığı artırılması sağlanmaktadır. Bu kapsamda; Tiano ve ark, 1999 yılında yapmış oldukları çalışmalarında, Lecce taşları (biyoklastik kireçtaşı) üzerinde kalsinojenik bakterileri kullanarak, deneysel çalışmalar yürütmüş, çalışma sonucunda kalsinojenetik bakterilerin, taşların su emme değerlerini %60 oranında azalttığını tespit etmiştir. Rodriguez-Navarro ve ark, 2003 yılında yaptıkları çalışmada, *M. xanthus* bakterisi türünün aşılacağı iki farklı kültür ortamına daldırılmış kireçtaşları üzerinde biyomineralizasyon testleri yapmıştır. Çalışmanın sonunda taramalı elektron mikroskopu (SEM) gözlemleri ile gözenek yüzeyine Kalsit ve Vaterit kristallerinin oluştuğu, *M. xanthus* bakterisi türünün güçlü bir karbonat çimentosu ürettiği tespit edilmiştir. Jimenez Lopez ve ark, 2008 yılında yapmış oldukları çalışmada; üç farklı kültür ortamı kullanarak, gözenekli kireçtaşlarında bulunan mikrobiyal topluluğun içindeki kalsiyum karbonat üreten bakterilerin aktivitesini test etmiştir. Çalışmada önerilen mikrobiyal yöntem, taşların mekanik direncini arttırmış, taşları basınç ve erozyona karşı daha dayanıklı yapmıştır. Li ve Qu, 2011 yılında yapmış oldukları çalışmada, karbonat mineralizasyonuna neden olan *S. pasteurii* bakterisi türünün mermer örnekleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda mikrobiyal sağlamlaştırma yönteminin uygulanma

sonrasında örneklerin, porozite değerlerinde % 22 oranında bir azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Perito ve ark, 2013 yılında yaptıkları çalışmalarında, *B subtilis* hücre farksiyonu (BCF) ve kalsiyum bi karbonat solüsyonu (REF) ile CaCO₃ çökelyimini sağlayarak, Angera Kilisesi'ndeki dolomitik türü taşın, yerinde ve laboratuvar ortamında sağlamlaştırılmasını amaçlamıştır. Çalışmalar sonucunda hem laboratuvar da hem de yerinde test edilen taşların su emme değerlerinin % 6,8 oranında azaldığı tespit edilmiştir.

Jroundi ve ark, 2010 yılında yapmış oldukları çalışmada, yerli bir karbonatojenik bakteri topluluğunun tuzdan zarar görmüş taştan izole edilmesini ve ardından tekrar aynı taşın üzerine yeniden uygulanmasını temel alarak, taşın korunmasına yönelik yeni, çevre dostu, bir yöntem uygulamıştır. Bu kapsamda; İspanya'nın Granada kentinde bulunan San Jeronimo Manastırı'ndaki biyoklastik kireçtaşları mikrobiyal yöntem ile yerinde sağlamlaştırılmıştır. Çalışma alanı için üç bölge seçilmiştir (S1, S2, S3). S1 bölgesinde sadece saf su, S2 bölgesinde *M. xanthus* bakteri türünün aşılacağı M3P kültür ortamı ile hazırlanan solüsyon, S3 bölgesine ise, sadece steril M3P kültür ortamının olduğu solüsyon uygulanmıştır. Çalışma sonucunda renk ölçümleri sonucunda taşların renginde önemli bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan taramalı elektron mikroskobu (SEM) sonucunda ise, bakterilerin taşın gözeneklerine yerleştiği ve burada kalsiyum karbonat çökelyimini gerçekleştirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca konsolidasyon seviyesi ve uygulanan yöntemin etkinliği, taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizleri ile değerlendirilmiş, sağlamlaştırma yöntemi sonrasında üç yıla kadar taş üzerinde uzun süre etkili bir sağlamlaştırma/konsolidasyon gözlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. San Jeronimo Manastırı'nda yerinde yapılan biyo-sağlamlaştırma; a: Şapel, b: Avlu Kapısı (Jroundi ve ark, 2010)

Ülkemizde de bu konuda yapılmış çalışmalar yer almaktadır. Şahin Güçhan ve ark, 2019 yılında yapmış oldukları Tübitak (1001) proje çalışmasında kalsiyum karbonat üretme yeteneği olan *B. cereus* bakteri türünü kullanarak, taş malzeme ile uyumlu, biyolojik harç geliştirmiş, geliştirdikleri biyolojik harcı, traverten taşlarında bulunan mikro-çatlakları onarmak için uygulamışlardır. Yapılan SEM-EDX analizi sonucunda *B. cereus* bakteri suşu ile kalsiyum karbonat çökeliminin sağlandığı, *B. cereus* 'un, biyolojik harç içerisindeki agregaları birbirine bağladığı tespit edilmiştir. Boso Hanyalı, 2023 yılında yapmış olduğu doktora tez çalışmasında üç farklı jeolojik özelliklere sahip kireçtaşlarını *M. xanthus* bakteri türünün aşılacağı kültür besiyerinde 27 gün bekleterek, taşların mikrobiyal yöntemle sağlamlaştırılabilirliğini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda, *M. xanthus* bakteri türünün kalsiyum karbonat çökelimini sağlayarak, taşların fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirdiğini tespit etmiştir.

4. Biyo-Sağlamlaştırmanın Avantajları ve Dezavantajları

Biyo-sağlamlaştırma yönteminin, yeni üretilen malzeme ile uyumlu olması, taşın gözeneklerini tıkamaması, taşta herhangi bir renk problemi oluşturmaması, çevre dostu olması, ekolojik olması, ekonomik olması ve etkin bir koruma stratejisi yaratması bu yöntemin avantajları arasındadır. Rodriguez-Navarro ve ark, 2003 yaptıkları çalışmada *M. xanthus* bakteri türünün oluşturduğu yeni Kalsit ve Vatarit kristallerinin taşın gözeneklerine yapışarak birikmesinin taş üzerinde sağlamlaştırıcı ve koruyucu bir etki yarattığını ifade etmiştir. Yine aynı çalışmada karbonat çökeliminin deneysel çalışmalarda kullanılan taşların ağırlıklarına bakıldığında 5-10 gün içinde gerçekleştiğini tespit etmiştir. Bu durumun koruma önerileri bağlamında ekonomik ve lojistik açıdan avantaj olduğu söylemek mümkündür.

Ülkemizde doğal alanlardan izole edilebilen ve Kalsit kristallerini üretme yeteneği yüksek olan mikroorganizmaların, karbonatlı taşların sağlamlaştırılmasında kullanılması kültür varlıklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından önemli bir avantajdır.

Mikrobiyal yöntemin dezavantajlarından biri de mikrobiyal aktivite sıcaklık, pH vb. çevresel faktörlere bağlı olduğu için kimyasallara göre daha karmaşık olduğudur (Ivanov ve Chu, 2008; Marjadi, 2016).

5. Sonuç ve Öneriler

Mikroorganizmalar boyutsal olarak çok küçük canlılar oldukları için karbonatlı taşların gözenekleri (porları) arasında kolaylıkla yerleşip burada kalsiyum karbonat (CaCO_3) oluşumunu sağlamaktadır. Bu sayede taşların mikro yapısında iyileşme sağlayabilmektedirler. Üstelik mikroorganizmalar taşın kendi doğal mikrobiyal topluluğu ile uyumlu bir onarım malzemesi üretmektedir. Ancak biyo-sağlamlaştırma yöntemini uygularken iki önemli noktaya dikkat etmek gerekir. Birincisi, aktive edilen mikroorganizmaların doğal metabolik aktivitesi nedeniyle oluşabilecek asit üretimin önlenmesi (Jimenez Lopez ve ark, 2008), ikincisi, kontrolsüz biyofilm oluşumu ile taşların gözenekliliğinin yok olma ihtimalidir (Roldán Molina, 2008; Şahin Güçhan ve ark, 2019). Ayrıca biyo-sağlamlaştırma yönteminde yeni oluşan çimento, taşın porozitesini korumak zorundadır. Taş iyileştirme yöntemleri, taşların porozitesini olumsuz yönde değiştirebilir. Bu sebeple bu süreçlerde çok dikkatli olunmalıdır (Jimenez- Lopez ve ark, 2008).

Ülkemiz için yeni gelişmekte olan biyo-sağlamlaştırma yöntemi, etkinlik ve uyumluluk kavramlarının eş zamanlı uygulanabilirliğini tartışmak için bir fırsat olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yeni süreç, taş koruma pratiğine yeni bir yön açmakta ve koruma uygulaması için bir çerçeve oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalar, bakterilerin kalsiyum karbonat üretme özelliğinin bozunmaya uğrayan tarihi taşların sağlamlaştırılmasında kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak tarihi yapı ve eserlerde büyük ölçekli uygulamalar yapılmadan önce, karbonatlı taşlar üzerinde yapılan AR-GE çalışmaları arttırılmalıdır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Al-Thawadi, S. M. J. (2011). *Adv. Sci. Eng. Res*, 1(1), 98-114.
- Barbabetola, N., Tasso, F., Grimaldi, M., Alisi C., Chiavarini, S., Marconi, P., Perito, B., Sprocati, R.A. (2012). *Microbe-Based Technology for a Novel Approach to Conservation and Restoration, EAI Speciale II-2012*, İtalya.
- Boso Hanyalı, Ö. (2023). İstanbul'daki Tarihi Yapılarda Kullanılan Farklı Kireçtaşlarının Mikrobiyal Yöntemle Sağlamlaştırılabilirliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Cañveras, J. C., Sanchez-Moral, S., Sloer, V., Saiz-Jimenez, C. (2001). *Microorganisms and Microbially Induced Fabrics in Cave Walls, Geomicrobiology Journal* Volume 18, Issue 3, pages 223-240.

- Danehey, C., Wheeler, G., Su, S. H. (1992). The influence of quartz and calcite on the polymerization of methyltrimethoxysilane, *Proceedings of the 7th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, Lisbon, 1043-1052.
- De Muynck, W., Leuridan, S., Loo, D. V., Verbeken, K., Veerle, Cnudde, V., Belie, N. D. (2011). Verstraete, W., Influence of Pore Structure on the Effectiveness of a Biogenic Carbonate Surface Treatment for Limestone Conservation, *Applied And Environmental Microbiology*, Vol. 77, No. 19, 6808–6820, doi:10.1128/AEM.00219-11159-167.
- De Muynck W., De Belie N., Verstraete, W. (2010). Microbial Carbonate Precipitation in Construction Materials: a review. *Ecol Eng* 36:118–36.
- Ersen, A. (2011). Taş Korumada Son 20 Yıldaki Çalışmalar ve Yenilikler, *Restorasyon ve Konservasyon Dergisi*.
- Goins, E. S., Wheeler, G. S., Griffiths, D., Price, C. A. (1996). The Effect of the Sandstone, Limestone, Marble and Sodium Chloride on the Polymerization of MTMOS Solutions, *Proceedings of the 8th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, Berlin, 1243-1254.
- Hall-Stoodley, L., Costerton, J.W, Stoodley, P. (2004). Bacterial Biofilms: From the Natural Environment to Infectious Diseases, *Nat Rev Microbiol.*, 2(2):95-108.
- Hall, C., Hamilton, A., Hoff, W.D., Viles, H.A., Eklund, J.A. (2010) Moisture Dynamics in Walls Response to Micro-Environment and Climate Change, *Proc R Soc, A8*, Vol. 467 No. 2125, 194-211.
- Hammes, F., Verstraete, W. (2002). *Reviews in environmental science and biotechnology*, 1(1), 3-7.
- Henry, A. (2006). *Stone Conservation*, (ed. A. Henry), Donhead, London.
- Ivanov, V., & Chu, J. (2008). *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 7(2), 139-153.
- İpekoğlu, B. (1998). Theoretical And Technical Principles of Stone Conservation in Historic Monuments Pamukkale University, Engineering College Journal of Engineering, Cilt:4, Sayı:3, Sayfa:787-795.
- Jimenez-Lopez, C., Rodriguez-Navarro, C., Pin˘ar, G., Carrillo-Rosu'a, F.J., Rodriguez-Gallego, M., Gonzales-Mun˘oz, M.T. (2007). Consolidation of degraded ornamental porous limestone stone by calcium carbonate precipitation induced by the microbiota inhabiting the stone. *Chemosphere* 68 (10), 1929–1936.
- Jimenez-Lopez, C., Jroundi, F., Chiara Pascolini, C., Rodriguez-Navarro, C., Pinar-Larrubia, G., Rodriguez-Gallego, M., Gonzalez-Munoz, M. T. (2008). Consolidation of Quarry Calcarenite by Calcium Carbonate Precipitation Induced by Bacteria Activated Among the Microbiota Inhabiting the Stone, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 62, 352–363.
- Jroundi F., Bedmar E.J., Rodriguez-Navarro., Gonzalez-Mu˘noz M.T. (2010). Consolidation of Ornamental Stone By Microbial Carbonatogenesis, *Global Stone Congress*, 1-5.
- Knorre, H., Krumbein W. (2000). Bacterial calcification. In: Riding RE, Awramik SM (eds) *Microbial Sediments*. Springer Berlin Heidelberg, 25–31. doi:10.1007/978-3-662-04036-2-4.
- Ksinopoulou, E., Bakolas, A., Kartsonakis, I., Charitidis, C., Moropoulou, A. (2012). Particle Modified Consolidants In The Consolidation of Porous Stones, *12th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone Columbia University, New York*.
- Knoll, A. H. (2003). Biomineralization and evolutionary history. *Rev. Mineral. Geochem.* 54, 329-356.
- Le Metayer-Levrel, G., Castanier, S., Oriol, G., Loubiere, JF., Perthuisot, JP., (1999). Applications of bacterial carbonatogenesis to the protection and regeneration of limestones in buildings and historic patrimony. *Sediment Geol*, 126:25-34.
- Li, P., & Qu, W. (2011). Bioremediation of Historic Architectural Heritages by *Sporosarcina pasteurii*, 1084-1087.
- Lim, M., Han, G. C., Ahn, J. W., You, K. S. (2010). *International journal of environmental research and public health*, 7(1), 203-228.
- Marjadi, D. S. (2016). Conservation and restoration of cultural heritage: A biotechnological approach, *Pelagia Research Library, Advances in Applied Science Research*, 7(4): 159-167.
- Patro Sanjaya, K., Chandra K.S., Sugandha S., Chand, S., Sahu, S.K., Manimaran, S. (2015). Effect of bacteria on the properties of concrete using Portland Slag Cement, *Proceedings of the National Conference on Recent Advances and Future Prospects in Civil Engineering (RAFPCE-15)*, 89-98.

- Perito, B., Marvasi, M., Barabesi, C., Mastromei, G., Bracci, S., Vendrell, M., Tiano, P. (2013). A *Bacillus subtilis* cell fraction (BCF) Inducing calcium carbonate precipitation: Biotechnological perspectives for monumental stone reinforcement”, *Journal of Cultural Heritage*, 15 , 345–351.
- Richardson, A., Coventry, A. K., Jamison, C. (2014). Surface consolidation of natural stone materials using microbial induced calcite precipitation, *Structural Survey*, Vol. 32 No. 3, 265-278, DOI 10.1108/SS-07-2013-0028.
- Rivadeneira, M. A., Párraga, J., Delgado, R., Ramos-Cormenzana, A., & Delgado, G. (2004). *FEMS Microbiology Ecology*, 48 (1), 39-46.
- Rodriguez-Navarro, C., Rodriguez-Gallego, M., Chekroun, K. B., & Gonzalez-Munoz, M. T. (2003). Conservation of Ornamental Stone by *Myxococcus xanthus* Induced Carbonate Biomineralization. *Applied and Environmental Microbiology*, 2182-2193.
- Roldán Molina, M. (2008). Caracterització de biofilms fototròfics d’ambients hipogeu.
- Şahin Güçhan, N., Warscheid, T., Topal, T., Son, Ç., Çıplak, E. S., Ersöz, T., Kaya, Y., Öztürk, M. (2019). Tarihi Kireçtaşlarını Koruma Müdahalelerinde Uygulamak Üzere Kalsit Üreten Bakterilerle Biyolojik Harç Geliştirilmesi Program Kodu: 1001 Proje No: 115M188 (p. 110).
- Tiano, P., Biagiotti, L., & Mastromei, G. (1999). Bacterial Bio-Mediated Calcite Precipitation for Monumental Stones Conservation: Methods of Evaluation. *Journal Of Microbiological Methods*, 139-145.
- Torraca, G. (1988). *Porous Building Materials, Materials Science for Architectural Conservation*, ICCROM Publication, Rome.
- Ziyaettin, N. (2010). Kimyasal Uygulamalarının Kuzey Kıbrıs Yapı Taşlarının Durabilitesi Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilimleri Programı.
- Yıldırım, N., Gürtuğ, Y., Sesalı, C. (2016). Mikrobiyal Kalsiyum Karbonat Oluşum Mekanizmaları ve Uygulama Alanları, *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 2, 70-80.



IJEASED

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

ISSN: 2667-8764



1. KAPSAM VE GENEL BİLGİ

Dergimiz 2019 yılının Mayıs ayında kurulmuş olup, dergi kapsamı konularında fen bilimleri, mühendislik ve tasarım teknolojisi alanlarında yapılan akademik çalışmaları kapsamaktadır. Dergimizde Türkçe ve İngilizce dilinde makale yazımı imkanı bulunmaktadır. **Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED)**; dergi kapsamı alanlarında hazırlanmış özgün araştırma makalelerin, güncel derlemelerin, konferans bildirilerinin, teknik notların ve editöre mektupların yayımlandığı *uluslararası indeksli hakemli bir bilimsel dergidir*. IJEASED yılda iki kez elektronik ortamda yayımlanan, açık erişimli ve makale kabulünden sonra işlem ücreti olan, makalelerin en az iki hakem tarafından kör hakemlik uygulamasıyla değerlendirilen, yayın dili Türkçe ve İngilizce olan hakemli bir dergidir.

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED); bütün Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Tasarım alanlarında daha önce başka yerlerde yayınlanmamış, özgün araştırma makaleleri, güncel derlemeler, konferans bildirileri, teknik notlar ve editöre mektuplar yayınlanır. Dergi *bilimsel ve hakemli* bir dergi olup, *Temmuz ve Aralık* aylarında olmak üzere yılda *2 kez çevrimiçi* ortamda *elektronik* yayımlanır. Derginin amacı araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin bilimsel yayına dönüştürülmesi, ulusal ve uluslararası indekslere girerek evrensel bilime katkı sağlamaktır.

2. YAYIN DİLİ VE ANLATIM

Dergide yayınlanacak tüm yazılar için yayın dili 2019'dan itibaren olmak üzere Türkçe ve İngilizce'dir. Makale içerisinde yazar tarafından gerçekleştirilen çalışmalara yönelik (Deneysel çalışmalar, analizler vb) anlatımlarda üçüncü şahıs kullanılmaya özen gösterilmelidir.

3. ELEKTRONİK ORTAMDA BAŞVURU

Dergi ile ilgili *tüm yazışmalarda* DergiPark tarafından sağlanan arayüz kullanılmalıdır. Dergi *yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmış* makaleler, basılı kopyaya gerek olmaksızın, Ulakbim Dergipark üzerinden <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased> adresi kullanılarak gönderilmelidir. Dergiye makale göndermek isteyen yazarların yazım kuralları ile birlikte

"**Gönderi Kontrol Listesi**"ndeki her maddeyi de kontrol etmeleri gerekmektedir. Makaledeki bilgilerin doğruluğunun sorumluluğu yazar(lar)a aittir. Yayınlanacak makalelerde, araştırma ve yayın etiğine uygunluk esastır. "**Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu**" doldurulup bütün yazarlar tarafından imzalanmalıdır. Yayın ile ilgili işlemler bu formun tesliminden sonra başlar. Bu formun farklı kopyaları başka şehirlerde yaşayan yazar(lar) tarafından ayrı ayrı imzalanıp gönderilebilir. Hayvanların veya zararlı maddelerin kullanıldığı araştırmalarda "**Etik Kurul İzin Belgesi**"nin makaleye eklenmesi gerekir. İnsanların denek olarak kullanıldığı araştırma sonuçlarını içeren makalelerde yazar(lar), "insan denemeleri üzerinde yetkili kurul" etik standartlarına ve gözden geçirilmiş Helsinki bildirgesi 1983'e uygunluğunu belgelemeleri gerekir.

4. DEĞERLENDİRME SÜRECİ

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'ne iletilen yazılar öncelikle dergi baş editörünün yönlendireceği bölüm editörü tarafından konu başlığı ve anahtar kelimelere dayanılarak biçimsel açıdan değerlendirilir. Bu ön kontrol aşamasında öncelikle intihal tespit yazılımları kullanılarak benzerlik raporları oluşturulur. Aday yayının benzerlik raporu toplamda **%15**, tek bir kaynaktan ise **%5** oranından fazla olmamalıdır. Daha sonra incelenecek yayının dergi formatına uygun olup olmadığına karar verilir. "Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu" olmayan veya eksik olan aday yayınlar ile benzerlik oranı sınırlarını aşan aday yayınlar ön incelemeye alınmaz. Dergi yazım kurallarına uygun hazırlanmayan makaleler düzeltilmek üzere yazara geri gönderilir. Formata uygun olarak hazırlanan yazılar dergi baş editörü tarafından inceleme sürecinin gerçekleştirilmesi için ilgili bölüm editörüne yönlendirilir.

Bölüm editörü bilimsel içerik bakımından değerlendirilmek üzere aday yayını, konusuna uygun olarak en az üç hakeme yönlendirir. Hakem seçiminde öncelikle konu ile ilgili dergi yayın danışma kurulu üyelerinden ya da alanında uzman başka bir bilim insanından yararlanılır. Hakemler değerlendirmeleri sonucunda, uygun, düzeltilerek yayınlanabilir, düzeltildikten sonra tekrar görmek isterim, istediğim düzeltmelerin kontrolünü derginin uzman bilimsel ekibi tarafından yapılması uygundur veya yayınlanamaz şeklinde kararları verebilirler. Düzeltme istenen yazılarla ilgili olarak yazar gerekli düzeltmeleri yapar. Ayrıca katılmadığı hususlarla ilgili olarak gerekçeli yazısını dergiye gönderir. Hakem kurulu tarafından farklı türde değerlendirilen yazılar için bölüm editörü kendi görüşünü de ekleyerek değerlendirmenin sonuçlandırılması için baş editöre iletir. Değerlendirmede son karar baş editöre aittir. Baş editör gerekli görürse yeni bir hakem tayin eder veya yazı ile ilgili kararını sonuçlandırır. Tüm değerlendirmeler sonucunda kabul ya da red kararı gerekçeleri ile birlikte DergiPark üzerinden yazışmadan sorumlu yazara iletilir. Değerlendirme sonucu kabul edilen makaleler dergi sekreteryası tarafından esasa bağlı kalınarak yayına uygun formata dönüştürülür. Dergide yayımlanan makaleler başka hiç bir yerde yayımlanamaz veya bildiri olarak sunulamaz. Kısmen veya tamamen yayımlanan makaleler kaynak gösterilmeden hiçbir yerde kullanılamaz. Dergiye gönderilen makalelerin içerikleri özgün, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmamış veya yayımlanmak üzere gönderilmemiş olmalıdır. Değerlendirmeye sunulacak çalışmaların bir başka dergiye gönderilmediği veya basılmadığı ön yazı ile belirtilmelidir. Makale basım için kabul edilmezse "Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu" nun yasal bir önemi kalmaz ve hükümsüz olarak kabul edilir. Bu Form'un imzalanması ile yazarlar, makalenin "**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN**

MÜHENDİSLİK VE TASARIM DERGİSİ (IJEASED)” web sayfasında yayınlamasına ilaveten makalenin tamamı veya bir kısmının yasal olarak çoğaltılması ve dağıtılması hakkını Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi’ne devrederek, kendi haklarından feragat etmektedirler.

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'ne gönderilen çalışmalar aşağıdaki süreçlerden geçmektedir:

Hakem değerlendirmesi öncesi süreç:

- 1- Yazar(lar) çalışmalarını Dergipark platformu aracılığıyla dergiye gönderirler.
- 2- Editör kurulu 15 gün içerisinde, çalışmanın okunabilir, tamamlanmış, orijinal olup olmadığını, derginin yayın politikası doğrultusunda değerlendirirler.
- 3- Editör kurulu yukarıdaki özelliklere sahip olan çalışmalarını **çift kör hakemlik sistemi** doğrultusunda değerlendirme aşamasına alır yada çalışmayı yazar(lar)a gerekçelerini sunarak Dergipark platformu üzerinden geri gönderirler.

Hakem değerlendirmesi süreci:

- 1- Editör kurulu, hakem değerlendirmesi sürecine girecek çalışmaları belirledikten sonra, **en az iki hakemin** değerlendirmesine sunulmak üzere çalışmayı hakeme iletirler.
- 2- Hakemlerin gönderilen davete yanıt vermeleri için 15 gün süreleri bulunmaktadır. Hakemlerin davete yanıt vermemeleri durumunda, 7 günlük ek zaman diliminde yanıt verebilmeleri için hakemlere davet yeniden gönderilir.
- 3- Davet hakemlerden biri ya da ikisi tarafından kabul edilmezse, çalışmanın iki hakem tarafından değerlendirilebilmesi için davet yeni hakemlere iletilir.
- 4- Davet kabul edildikten sonra hakemlerin çalışmayı değerlendirme süresi 42 gündür. 42 gün içerisinde hakemler çalışmayı değerlendirmezse, 7 gün ek süre verilir. Hakemler değerlendirmelerini **Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'**nin yayın kurulu tarafından oluşturulmuş hakem değerlendirme formu üzerinden gerçekleştirirler.
- 5- Çalışma hakemler tarafından değerlendirildikten sonra, çalışma yazar(lar)a hakem adlarını görmeyecekleri biçimde iletir ve yazar(lar) gerekli düzenlemelerini gerçekleştirirler.
- 6- Hakemler arasında kabul-red uyuşmazlığı olması durumunda, çalışma editör kurulunun onayıyla yayınlanabilir, reddedilebilir ya da üçüncü bir hakeme iletilebilir.

Hakem değerlendirmesi sonrası süreci:

- 1- Editör hakemlerden gelen değerlendirme sonucuna göre, yazardan gerekli değişiklikleri yapmalarını ve revize edilmiş dosyayı yüklemelerini isterler veya değerlendirme sonuçlarının durumuna göre makaleye "**Red**" kararı verilebilir.
- 2- Yazım Kural Kontrolü bu adımda da yapılır.

3- Editör revizyondan sonra hakem değerlendirmesinin olumlu sonuçlanmasının ardından makaleyi kabul eder ve düzenlemeye geçer. Düzenleme işleminden sonra Dergi gelecek sayısında veya sayının Erken görünümünde yazar veya yazarların makalesini yayına alır.

5. ETİK SORUMLULUKLAR VE POLİTİKALAR

Editörlerin Görevleri

- Derginin editörü sunulan makalenin yayınlanma koşullarına, tek başına ve bağımsız olarak karar vermektten sorumludur. Nihai karara varılmadan önce, dergiye yüklenen makalenin geçerliliği, önemi ve yeniliği her zaman dikkate alınmalıdır.

- Editör ve alan editörleri, derginin yayın kurulunun ilkelerini izleyerek telif hakkı ihlali ve intihal gibi konuları bu ilkeler doğrultusunda değerlendirir. Editör, nihai karara varmak için alan editörleri veya hakemlerle de işbirliği yapabilir.

- Editör ve alan editörleri, ilgili alanda uzman hakemler aracılığıyla değerlendirme sürecinin eşit, adil ve zamanında tamamlanmasından sorumludur. Herhangi bir ek hakeme ihtiyaç duyulmadıkça, editör veya alan editörü, dergiye gönderilen makalenin en az iki harici ve bağımsız hakem tarafından değerlendirilmesini sağlar.

- Makaleler, yazarların ırk, cinsiyet, cinsel yönelim, dini inanç, etnik köken, vatandaşlık veya siyaset felsefesi dikkate alınmadan, editör veya alan editörü tarafından içeriklerine ve yeniliklerine göre değerlendirilmelidir.

- Derginin yayın politikaları şeffaf olmalı ve hakemler ve yazarlardan gelen dürüst raporlar içermelidir. Ayrıca, editör ve alan editörleri, herhangi bir teknik problem haricinde, tüm dergi iletişimleri için, dergi standart elektronik sistemini kullanmalıdır.

- Editör, editör kararlarının temyizinde, şeffaf bir açıklama süreci kullanacaktır.

- Editör, derginin sıralamasını etkilemeye çalışmamalı ve bu amaçla mantıklı bilimsel nedenler olmadıkça, yazarları editörün veya alan editörlerinin makalelerini eklemek için zorlamamalıdır.

- Dergiye gönderilen tüm makalelerin gizliliği, ilgili taraflarla iletişim ve hakemlerin kimlik bilgileri editör ve alan editörü tarafından korunmalıdır.

- Henüz basılmamış materyaller, gönderilen makalenin bilgi ve içerdiği fikirler, editör veya alan editörünün kendi araştırmasında, yazarın yazılı rızası olmadan kullanılmamalıdır.

- Yayıncının herhangi bir potansiyel editöriyel çıkar çatışması varlığında bilgilendirilmesi gerekir. Yayıncı, buna ilişkin bildirimleri dergide yayımlayabilir.

- Editör veya alan editörü, kendisi, aile üyesi veya meslektaşları tarafından yazılmış makaleler hakkında herhangi bir karar vermemelidir. Bu tür bir başvuru, derginin genel prosedürlerine tabi olmalı ve bu işlem ilgili yazar / editör ve araştırma grupları dahil edilmeden yapılmalıdır.

- Editör, şüpheli suistimali inceleyerek yayınlanan kaydın bütünlüğünü korumalıdır.

- Şüpheli bir durum varlığında, eğer gerekirse, editör makale yazarıyla bağlantıya geçmeli ve ilgili talepler hakkında kendisini bilgilendirmelidir. Ancak böyle bir durumda editör, ilgili kurumlar ve araştırma merkezleriyle de iletişim kurabilmelidir.

- İntihal durumunda, editör yayıncı ile birlikte hareket etmeli ve bu duruma ilişkin düzeltilme, geri çekilme veya açıklayıcı ifadenin derhal yayınlanmasını sağlamalıdır.

Hakemlerin Görevleri

- Hakem değerlendirmesi sürecinde hakemlerin yukarıda belirtilen etik durumlara dikkat etmesi ve makaleyi nesnel olarak ele alması beklenir.

- Makalenin konusu, hakemlerin alanlarıyla ilgili değilse veya hakem makaleyi zamanında değerlendiremeyecekse, hakemin değerlendirme sürecini reddetmesi ve editörü derhal bilgilendirmesi beklenir.

- Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'ne (IJEASED) gönderilen tüm makaleler gizlidir. Hakemler ayrıca, makale hakkındaki herhangi bir inceleme veya bilgiyi kimseyle paylaşmamalıdır. Ayrıca hakemler editörden izin almadan yazarlarla iletişim kurmamalıdır.

- Hakem tarafından gözden geçirilen makalede sunulan bilgi veya fikirler, hakemlerin kişisel faydalarına yönelik kullanılmamalıdır.

- İnceleme yapıcı olmalı, intihal gibi etik konular konusunda çok dikkat edilmelidir. Herhangi bir intihal durumunda, hakem editörü derhal uymalıdır.

-Yorumlar objektif olmalı ve herhangi bir kişisel eleştiriyi içermeyen argümanlarla desteklenmelidir.

- Herhangi bir potansiyel çıkar çatışması olması durumunda, hakem editörü veya alan editörünü uymalı ve makale değerlendirmeyi reddetmelidir.

- Makaleyi değerlendirmek üzere atanan hakemin, hakemlerin (veya ortaklarının) çalışmalarının refere edilmesine ilişkin önerisi, hakemin alıntı sayısının arttırılması niyeti olmadan bilimsel olarak makul olmalıdır.

Yazarların Görevleri

- Dergiye, bir araştırma makalesi veya kısa bir makale (short communication) gönderen yazarlar, makalenin içeriğinde, çalışmanın önemini vurgulayan orijinal sonuçlar ve tartışmaların olmasına dikkat etmelidir. Yüklenen makale derleme veya diğer türde bir makaleyse, içeriklerinin somut ve nesnel olması gerekmektedir.
- Dergiye gönderilen makaleler yeterince referans içermeli ve ayrıntılı bir şekilde yazılmalıdır.
- Çalışmanın destek kaynaklarından tümünün, makalenin teşekkür kısmında belirtilmesi gerekir.
- İntihal ve tartışmalı, yanlış ifadeler gibi etik olmayan konular, bir makale içeriğinde asla kabul edilemez.
- Bir yazar aynı makaleyi kısmen (bir özet veya yayımlanmış bir dersin veya akademik tezin veya elektronik bir basımın dışında) veya tamamen birden fazla dergiye göndermemelidir. Bu tür bir davranış etik değildir ve dergi tarafından kabul edilmez.
- Çalışmanın oluşturulmasında içeriğe entelektüel açıdan katkı sağlamayan kişiler, yazar olarak belirtilmemelidir.
- Yayınlanmak üzere gönderilen tüm çalışmaların varsa çıkar çatışması teşkil edebilecek durumları ve ilişkileri açıklanmalıdır.
- Bir ortak yazar olmak için, makalenin içerik, tasarım ve uygulama alanlarına önemli katkılarda bulunulmalıdır. Dil editörleri veya tıbbi yazarlar, teşekkür bölümünde belirtilmelidir.
- Yazar(lar)ın yayımlanmış, baskıda veya değerlendirme aşamasındaki çalışmasıyla ilgili bir yanlış ya da hatayı fark etmesi durumunda, dergi editörünü veya yayıncıyı bilgilendirme, düzeltme veya geri çekme işlemlerinde editörle işbirliği yapma yükümlülüğü bulunmaktadır.
- Değerlendirme süreci başlamış bir çalışmanın yazar sorumluluklarının değiştirilmesi (Yazar ekleme, yazar sırası değiştirme, yazar çıkartma gibi) teklif edilemez.
- Makalenin İlgili yazarı, uygun ve uygunsuz ortak yazarlardan sorumludur. Ayrıca ilgili yazar, makalenin son hali ve gönderildiği dergi konusunda tüm ortak yazarlardan ilgili onayları almalıdır.
- Tüm yazarlar, makalenin tüm bölümlerinden sorumludur.
- Eğer makale, hayvan veya insan deneklerin kullanımını içeriyorsa, uygun kurumsal komite (ler) in onayı gibi gerekli belgeler ve bununla ilgili bir ifade yazısı, yazar tarafından dergiye sağlanmalıdır.

- Yazarın fark ettiği tüm önemli hataların derhal editöre bildirilmesi gerekir. Herhangi bir düzeltme yapılması durumunda, yazar, editör veya alan editörü tarafından istenen kanıtları sağlamakla yükümlüdür.

- Geliştirme, yer değiştirme, herhangi bir kısmın çıkartılması gibi orijinalliğine zarar verecek karmaşık değişiklikler, makale içinde yer alan görüntüler ve resimler için kabul edilemez. Bu tür değişiklikler etik dışı olarak algılanır ve gerekli önlemler alınır.

- Sorumlu yazar, bütün yazarların adına yetkili kişidir. Yazar(ları) makale sürecinden bilgilendirmesi kendi sorumluluğundadır. Dergi kurulu çalışması kabul edilen yazar(lar) arasında yaşanan çıkar çatışmazlığından sorumluluk kesinlikle kabul etmez.

Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler

Uydurma: Bir bilimsel araştırma yapılmadan yapılmış gibi veriler uydurmak, bunları rapor etmek veya yayınlamak,

Çarpıtma: Araştırma kayıtları ve elde edilen verileri tahrif etmek, araştırmada kullanılmayan yöntem, cihaz ve materyalleri kullanılmış gibi göstermek, araştırma hipotezine uygun olmayan verileri değerlendirmeye almamak, ilgili teori veya varsayımlara uydurmak için veriler ve/veya sonuçlarla oynamak, destek alınan kişi ve kuruluşların çıkarları doğrultusunda araştırma sonuçlarını tahrif etmek veya şekillendirmek,

İntihal (Aşırma): Başkalarının fikirlerini, yöntemlerini, verilerini, uygulamalarını, yazılarını, şekillerini veya eserlerini sahiplerine bilimsel kurallara uygun biçimde atıf yapmadan kısmen veya tamamen kendi eseriymiş gibi sunmak,

Sahtecilik: Araştırmaya dayanmayan veriler üretmek, sunulan veya yayınlanan eseri gerçek olmayan verilere dayandırarak düzenlemek veya değiştirmek, bunları rapor etmek veya yayımlamak, yapılmamış bir araştırmayı yapılmış gibi göstermek,

Tekrar yayım (Dublikasyon): Bir araştırmanın sonuçlarını, ilk yayınlandığı derginin editöründen izin almaksızın başka dergide tekrar yayınlamak,

Dilimleme: Bir araştırmanın sonuçlarını araştırmanın bütünlüğünü bozacak şekilde, uygun olmayan biçimde parçalara ayırarak ve birbirine atıf yapmadan çok sayıda yayım yaparak doçentlik sınavı değerlendirmelerinde ve akademik terfilerde ayrı eserler olarak sunmak,

Haksız yazarlık: Aktif katkısı olmayan kişileri yazarlar arasına dâhil etmek, aktif katkısı olan kişileri yazarlar arasına dâhil etmemek, yazar sıralamasını gerekçesiz ve uygun olmayan bir biçimde değerştirmek, aktif katkısı olanların isimlerini yayım sırasında veya sonraki baskılarda eserden çıkarmak, aktif katkısı olmadığı halde nüfuzunu kullanarak ismini yazarlar arasına dâhil ettirmek,

Diğer etik ihlali türleri: Destek alınarak yürütölen araştırmaların yayınlarda destek veren kişi, kurum veya kuruluşlar ile onların araştırmadaki katkılarını açık bir biçimde belirtmemek, insan ve hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda etik kurallara uymamak, yayınlarda hasta haklarına saygı göstermemek, hakem olarak incelemek üzere görevlendirildiği bir eserde yer alan bilgileri yayınlanmadan önce başkalarıyla paylaşmak, bilimsel araştırma için

sağlanan veya ayrılan kaynakları, mekânları, imkânları ve cihazları amaç dışı kullanmak, tamamen dayanaksız, yersiz ve kasıtlı etik ihlali suçlamasında bulunmak.

6. ÜCRETLENDİRME POLİTİKASI

Dergimiz açık erişimli, editöryal yayın ücreti yazardan karşılanan bir dergidir.

I. OKURLARDAN ve / veya ABONELİK SİSTEMLERİNDEN ALINAN ÜCRETLER

a. Açık erişim politikası kapsamında akademik dünyaya hizmet vermekte olan dergimiz okurlardan herhangi bir ücret talep etmemektedir.

II. YAZARDAN ALINAN ÜCRETLER

a. Yazarın ödeyeceği yayın ücreti makale yükleme öncesinde talep edilmektedir. Her bir makale gönderim ücreti 400.00 TL'dir.

b. Dergimize yayın için gönderilen makalelerden talep edilen bedel hiç bir şekilde Kabul / Ret şartına bağlı değildir. Bu şart Yüksek Öğretim Kurulu'nun 30 Aralık 2021 tarih ve 2021.18 nolu oturumunda Yağmacı/Şaibeli Dergiler hakkında alınan 2021.18.643 sayılı karar gereğince yürütülmektedir. Üniversiteler Arası Kurul (ÜAK) Doçentlik Kriterleri 44-45. Madde ile uyumlu olarak makale gönderimi sonrasında, kabul/ret şartına bağlı olmaksızın ücret alınmaktadır.

c. Ücret ödeme şartı bütün yazarlar için geçerlidir. Ödemeler, her yazara eşit uygulanacağı şekilde, şeffaf ve denetlenebilir bir yapıdadır. buna ilişkin raporlar dergimizde her yıl sonunda yayınlanmaktadır. Ücret yazarlar tarafından kendi aralarında müştereken (ortaklaşa) eşit oranlarda hesaplanır. Ödeme, yetkili yazar hesabından yapılır.

d. Makale ücreti ödemeleri 17/12/2022 tarihinden itibaren sisteme yüklenecek makaleler için geçerli olacaktır.

e. Makale gönderimi esnasında ödemenin yapıldığına dair e-dekontun sisteme yüklenmesi gereklidir. Dekont bilgilerinde makale başlığı ve sorumlu yazarın adı, soyadı ve Türkiye Cumhuriyeti veya vatandaşı olduğu ülkeye ait kimlik numarası bulunmalıdır. Bu bilgilerin dekontta yer alması yazar(lar)ın sorumluluğundadır.

Gönderim Ücreti: 400.00 TRY

7. MAKALE GERİ ÇEKME POLİTİKASI

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED) yayım politikaları gereği, bir çalışma veya makalenin geri çekilmesi aşamasında yazar(lar)a ve yayım kuruluna düşen görev ve sorumluluklar aşağıda verilmiştir.

Yazarlar

Yazar(lar)ın yayımlanmış, erken görünüm veya değerlendirme aşamasındaki **çalışmasıyla ilgili bir yanlış ya da hatayı fark etmesi durumunda**, geri çekme işlemlerinde dergi

editörüyle işbirliği yapma yükümlülüğü bulunmaktadır. Değerlendirme aşamasındaki çalışmasını geri çekme talebinde bulunmak isteyen yazar(lar), **Makale Geri Çekme Formu- Article Withdrawal Form**'nu doldurarak her bir yazarın ıslak imzası ile imzalanmış ve taratılmış halini **Dergi Baş Editörü**'ne **muhammad.semih@semih.com** adresi üzerinden e-posta aracılığıyla yayım kuruluna iletmekle yükümlüdür. Yayım Kurulu geri çekme bildirimini inceleyerek en geç 15 gün içerisinde dönüş sağlar. Yayım kurulu tarafından telif hakları **Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım (IJEASED)** Dergisi'ne gönderim aşamasında devredilmiş çalışmaların geri çekme isteği onaylanmadıkça yazarlar çalışmasını başka bir dergiye değerlendirme için gönderemezler.

Önemli Not:

Yazar(lar) çalışmasıyla ilgili haklı bir gerekçe sunmadığı, değerlendirme görevinde bulunan hakemlerimizde kararlarıyla, keyfi sebeplere bağlı yazar(lar)ın isteğine göre makale geri çekme talebi bulunursa, Editör ve Yayın Kurulumuz **kesinlikle bu talebi kabul etmeyecektir**. Ayrıca dergi editörlük ve yayın kurulu yönetimini, hakemlerin değerlendirmelerini, dergi zamanını meşgul etme ve emeğe saygısızlık olarak nitelendirilecek; dergimize bu kasıtlı talepte bulunanlar yazar(lar)ın **2 yıl boyunca** dergimizden **men ettirileceği ve çalışma gönderemeyeceği** bilgilerine sunulacaktır.

Editörler

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED) yayım kurulu; yayınlanmış, erken görünümdeki veya değerlendirme aşamasındaki bir çalışmaya ilişkin telif hakkı ve intihal şüphesi oluşması durumunda çalışmayı ilişkin bir soruşturma başlatma yükümlülüğü taşır. Yayım kurulu yapılan soruşturma sonucunda değerlendirme aşamasındaki çalışmada telif hakkı ve intihal yapıldığını tespit etmesi durumunda çalışmayı değerlendirmeden geri çeker ve tespit edilen durumları detaylı bir şekilde kaynak göstererek yazarlara iade eder. Yayım kurulu, yayımlanmış veya erken görünümdeki bir çalışmada telif hakkı ihlali ve intihal yapıldığını tespit etmesi durumunda, en geç 15 gün içerisinde aşağıdaki geri çekme ve bildiri işlemlerini gerçekleştirir. Etik ihlali tespit edilen çalışmanın;

1. Elektronik gösterimdeki başlığının başına “**Geri Çekildi:**” ibaresi eklenir.
2. Elektronik gösterimdeki *Öz* ve *Tam Metin* içerikleri yerine çalışmanın geri çekilme gerekçeleri, detaylı kanıt kaynakları varsa yazar(lar)ın bağlı olduğu kurum ve kuruluşların konu hakkındaki bildirimleri ile birlikte yayınlanır.
3. Dergi web sitesinin ana sayfasından geri çekme bildirimini ilan edilir.
4. Geri çekme tarihinden itibaren ilk yayınlanacak sayının elektronik ve basılı kopyasının içindekiler listesine “**Geri Çekildi: Çalışma Başlığı**” şeklinde eklenir, birinci sayfasından başlamak koşuluyla geri çekme nedenleri ve buna kaynak gösterilen orijinal alıntılar kamuoyu ve araştırmacılarla paylaşılır.
5. Yazar(lar)ın bağlı olduğu kuruluş(lar)a yukarıdaki geri çekme bildirimleri iletilir.
6. Yukarıda sıralanan geri çekme bildirimleri Derginin dizinlendiği kurum ve kuruluşlar ile Milli Kütüphane Başkanlığı'na izin sistemleri ve kataloglara kaydedilmesi için iletilir.

Ayrıca yayım kurulu etik ihlalde bulunan çalışma yazar(lar)ının daha önce yayınlanmış çalışmalarının yayım evlerine veya yayım kurullarına, yayımlanan çalışmaların geçerlik ve güvenilirliğini güvence altına almalarını veya geri çekmelerini önerebilir.

8. MAKALE TÜRLERİ

Dergide yayınlanan farklı yayın formatları ile ilgili bilgiler ve yazı türlerine göre yazarların dikkat etmeleri gereken hususlar şu şekildedir:

- **Araştırma Makaleleri:** Türkçe Başlık, İngilizce Başlık, Yazarlar, Adresler, Türkçe Öz, Türkçe Anahtar Kelimeler, İngilizce Öz, İngilizce Anahtar Kelimeler, Giriş, Amaç, Gereç ve Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Sonuçlar, gerekli ise Etik konular, Katkı Belirtme ve Teşekkür, Kaynaklar, Şekil ve Tablolara ilgili açıklamalar içermelidir. Makale konunun uzmanları tarafından tekrarlanabilecek şekilde yeterli bilgiyi içermelidir. **Bu tür makalelerde ana metin 3500-4000 kelime arası olmalı, kaynak sayısı 40'ı aşmamalıdır.**
- **Derlemeler:** Yazar(lar)ın uzmanlık alanında yapılmış eski araştırmaların derlenip eleştirel bir şekilde yorumlanıp ortaya yeni bir görüş ileri süren çalışmaları kapsamalıdır. Derlemeler, Türkçe Başlık, İngilizce Başlık, Yazarlar, Adresler, Türkçe Öz, Türkçe Anahtar Kelimeler, İngilizce Öz, İngilizce Anahtar Kelimeler, Giriş, Ana Bölümler, Alt Bölümler, Sonuç, Katkı Belirtme, Kaynaklar, Şekil ve Tablolara ilgili açıklamalar içermelidir. **Ana metin en fazla 5000 kelime olup kaynak sayısında bir kısıtlama yoktur.**
- **Editöre Mektup:** Dergide yayınlanmış makaleler hakkında veya ilgili diğer konularda soru sormak, görüş bildirmek isteyenlerin yazıları bu türde değerlendirilir. Bu tür yazılarda kapsam ve etik kavramlar göz önünde bulundurulur. **Ana metin en fazla 1000 kelime olup kaynak sayısı 10'u geçmemelidir.**

9. MAKALENİN HAZIRLANMASI

Makale Başlığı

Türkçe makaleler için hem Türkçe hem de İngilizce olarak makale konusuna uygun, amacı ve sonucu anlatan kısa ve yalın bir başlık olmalıdır. Makale başlığı koyu, ilk harfleri büyük ve ortalananarak 14 punto Times New Roman fontu ile yazılmalıdır. Türkçe makalelerde İngilizce başlık, İngilizce özetten önce verilmelidir.

Yazar İsimleri ve Adresleri

İsimler kısaltılmadan soy isimler büyük harfle başlığın altına yan yana ortalananarak yazılır. Adreslerde kısaltma kullanılmamalıdır. Farklı adreslere sahip yazarlar için rakamlı üst indis kullanılmalıdır. İsimler Times New Roman 12 punto, düz; adresler ise Times New Roman 10 punto, düz olmalıdır. **İsimlerden önce Ünvan yazılmamalıdır.** Ayrıca sorumlu yazarın

telefon ve e-posta adresi 10 punto Times New Roman fontunda Sorumlu Yazar kısmına yazılmalıdır.

Özet

Bu Microsoft Word belgesi Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'ne gönderilecek olan makaleler için örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Dergimize gönderilmek üzere hazırlanan makalelerin bu şablona bağlı olarak hazırlanması makalenin düzenlenme, değerlendirilme ve yayımlanma aşamalarını hızlandıracaktır. Özet kısmında çalışmanın yenilikleri ve temel bulguları vurgulanmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet kısımları Times New Roman yazı tipi ile yazılmalıdır ve 10 punto büyüklüğü seçilmelidir. Özet kısmının yazımında tek satır aralığı seçilmelidir. Makale özetinin en fazla 200 kelime olmasına dikkat edilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin 1 (bir) sayfayı geçmemesi önerilmektedir. Anahtar kelime sayısı en az 3 en fazla 6 olmalıdır.

İngilizce Başlık

Makale başlığı koyu, ilk harfleri büyük ve ortalanarak 14 punto Times New Roman fontu ile yazılmalıdır.

Abstract

Bu Microsoft Word belgesi Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisine gönderilecek makaleler için örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Dergimize gönderilmek üzere hazırlanan makalelerin bu şablona bağlı olarak hazırlanması makalenin düzenlenme, değerlendirilme ve yayımlanma aşamalarını hızlandıracaktır. Özet kısmında çalışmanın yenilikleri ve temel bulguları vurgulanmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet kısımları Times New Roman yazı tipi ile yazılmalıdır ve 10 punto büyüklüğü seçilmelidir. Özet kısmının yazımında tek satır aralığı seçilmelidir. Makale özetinin en fazla 200 kelime civarında olmasına dikkat edilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin 1 (bir) sayfayı geçmemesi önerilmektedir. Anahtar kelime sayısı en az 3 en fazla 6 olmalıdır.

1. Giriş

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi tarafından 6 ayda bir (yılda iki kez) yayınlanan ulusal hakemli bir dergidir. Dergi, Fen Bilimleri Mühendislik ve Tasarım sahasında uluslararası düzeyde yapılan bilimsel çalışmaları bilim adamlarına, uzmanlara ve kamuoyuna duyurmayı amaçlar.

Ana metin, A4 kağıt boyutuna 2 cm kenar boşlukları ile 12 punto yazı büyüklüğünde Times New Roman yazı tipi ile 1,5 satır aralığı ve her iki yana yaslı şekilde yazılmalıdır. Ana bölüm başlıkları numaralandırılmalı, kelimelerin ilk harfleri büyük olmalı ve **koyu (bold)** karakterde yazılmalıdır. Ana bölüm başlığından sonra 1,5 satır aralıklı bir satır boşluk bırakılarak metne geçilmelidir. Başlıkla üst metin arasında da bir satır boşluk bırakılmalıdır. Paragraflar 1 cm içerden başlamalıdır. Paragraflar arasında boşluk bırakılmamalıdır.

Bu bölümde çalışmayla ilgili yeterli literatür taraması verilmeli, çalışmanın amaçları ve literatürdeki yeri vurgulanmalıdır. Detaylı literatür incelemesinden ve sonuçların özetinin verilmesinden kaçınılmalıdır.

2. Materyal ve Metot

Bu bölümde çalışmada kullanılan materyal ve metotlar detaylı ve açık bir şekilde anlatılmalıdır.

2.1. Alt Başlık

Ana başlıklar alt başlıklar içerebilir.

2.2. Şekiller, Tablolar ve Denklemler

Şekiller grafik, diyagram fotoğraf, resim, harita olabilir. Şekil yazısı şeklin alt kısmına yazılmalıdır. Hem şekil hem de şekil yazısı sayfaya ortalanmalıdır. Şekil yazılar okunaklı olmalıdır. Şekil ile üst metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Şekil yazısı ile alt metin arasında da 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Şekil yazısı 11 punto olarak yazılmalıdır. Şekil yazılarına atıfta bulunulmalıdır.

Tablolar açık çerçeveli tercih edilebilir. Tablo yazısı tablonun üst kısmına yazılmalıdır. Hem tablo hem de tablo yazısı sayfanın soluna hizalanmalıdır. Tablo yazısı ile üst metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Tablo ile alt metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Tablo yazıları tercihen 11 punto ile ya da 10 punto ile yazılmalıdır ve tek satır aralığı seçilmelidir. Tablo yazılarına atıfta bulunulmalıdır.

Denklem ekleme ihtiyacı duyulduğunda denklemler sırasıyla 1'den başlanarak numaralandırılmalıdır. Denklem paragraftan başlanarak yazılır. Denklem numarası sağ kenara yerleştirilmelidir. Denklem ile metin arasında üstten ve alttan bir satır boşluk bırakılır. Denklemler resim formatında olmamalıdır. Word denklem düzenleyicisi tercih edilebilir.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgular verilmelidir. Elde edilen bulgular ile ilgili literatür çalışmaları yapılarak karşılaştırmalar yapılabilir.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu bölümde çalışmadan elde edilen sonuçlar verilmelidir. Okuyucular için öneriler ve görüşler belirtilebilir.

Teşekkür

Bu kısımda çalışmada yardımları ya da destekleri bulunan kişi veya kişilere ya da kurumlara teşekkür edilebilir.

Kaynaklar

Kaynaklar yazar soyadına göre dizini hazırlanmalıdır ve sayfanın sol kenar boşluğu hizasından başlanarak yazılmalıdır. Metin içindeki literatür açıklamaları soyadı ve tarih verilmek suretiyle (Soyadı, 2017), (Soyadı ve Soyadı, 2017) şeklinde düzenlenmelidir. İkiiden

fazla yazar olması durumunda birinci yazardan sonra “ark.” kısaltılması yapılmalıdır (Soyadı ve ark., 2017). Birden fazla kaynak belirtmek istendiğinde bunlar noktalı virgül ile ayrılmalıdır (Soyadı, 2017; Soyadı ve Soyadı, 2017). Kaynaklar APA formatından esinlenerek hazırlanmıştır. Aşağıda örnek olabilecek kaynaklar verilmiştir.

Periyodik yayınlar:

Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C., (2017). Yayınlanan Makalenin Adı. *Makalenin Yayınlandığı Dergi Adı*, 7(1), 1-12.

Harlow, H. F. (1983). Fundamentals for preparing psychology journal articles. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 55, 893-896.

Kernis, M. H., Cornell, D. P., Sun, C. R., Berry, A., Harlow, T., and Bach, J. S. (1993). There's more to self-esteem than whether it is high or low: The importance of stability of self-esteem. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, 1190-1204.

Scruton, R. (1996). The eclipse of listening. *The New Criterion*, 15(3), 5-13.

Henry, W. A., III. (1990, April 9). Making the grade in today's schools. *Time*, 135, 28-31.

Schultz, S. (2005, December 28). Calls made to strengthen state energy policies. *The Country Today*, pp. 1A, 2A.

Moller, G. (2002, August). Ripples versus rumbles [Letter to the editor]. *Scientific American*, 287(2), 12.

Baumeister, R. F. (1993). Exposing the self-knowledge myth [Review of the book *The self-knower: A hero under control*, by R. A. Wicklund and M. Eckert]. *Contemporary Psychology*, 38, 466-467.

Brownlie, D. (2007). Toward effective poster presentations: An annotated bibliography. *European Journal of Marketing*, 41, 1245-1283. doi:10.1108/03090560710821161

Wooldridge, M.B., and Shapka, J. (2012). Playing with technology: Mother-toddler interaction scores lower during play with electronic toys. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 33(5), 211-218. <http://dx.doi.org/10.1016/j.appdev.2012.05.005>

Kenneth, I. A. (2000). A Buddhist response to the nature of human rights. *Journal of Buddhist Ethics*, 8. Retrieved from <http://www.cac.psu.edu/jbe/twocont.html>

Smyth, A. M., Parker, A. L., and Pease, D. L. (2002). A study of enjoyment of peas. *Journal of Abnormal Eating*, 8(3), 120-125. Retrieved from

<http://www.articlehomepage.com/full/url/>

Kitaplar:

Soyadı, A. A., (2017). *Kitap adı*. Kitabın basıldığı yer: Yayınevi.

Mayer, D. (2010). *Essential evidence-based medicine* (2nd ed.). Cambridge, England: Cambridge University Press.

Glasgow, N. A., McNary, S. J., and Hicks, C. D. (2006). *What successful teachers do in diverse classrooms*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Calfee, R. C., and Valencia, R. R. (1991). *APA guide to preparing manuscripts for journal publication*. Washington, DC: American Psychological Association.

Duncan, G. J., and Brooks-Gunn, J. (Eds.). (1997). *Consequences of growing up poor*. New York, NY: Russell Sage Foundation.

Plath, S. (2000). *The unabridged journals*. K. V. Kukil (Ed.). New York, NY: Anchor.

Laplace, P. S. (1951). *A philosophical essay on probabilities*. (F. W. Truscott and F. L. Emory, Trans.). New York, NY: Dover. (Original work published 1814)

Helfer, M. E., Kempe, R. S., and Krugman, R. D. (1997). *The battered child* (5th ed.). Chicago, IL: University of Chicago Press.

O'Neil, J. M., and Egan, J. (1992). Men's and women's gender role journeys: A metaphor for healing, transition, and transformation. In B. R. Wainrib (Ed.), *Gender issues across the life cycle* (pp. 107-123). New York, NY: Springer.

Wiener, P. (Ed.). (1973). *Dictionary of the history of ideas* (Vols. 1-4). New York, NY: Scribner's.

Sempozyum, Kongre, Bildiri:

Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C., (2017, Ay). Yayınlanan Bildirinin Adı. *Bildirinin Yayınlandığı Sempozyum, Kongre, Toplantı ya da Konferans Adı* (s. 1-12). Şehir: Varsa Üniversite veya Kuruluş.

Schnase, J. L., and Cunnius, E. L. (Eds.). (1995). *Proceedings from CSCL '95: The First International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Armstrong, D. B., Fogarty, G. J., and Dingsdag, D. (2007). Scales measuring characteristics of small business information systems. In W-G. Tan (Ed.), *Proceedings of Research, Relevance and Rigour: Coming of age: 18th Australasian Conference on Information Systems* (pp. 163-171). Toowoomba, Australia: University of Southern Queensland.

Green, D. B. and DeSilva, A. (2015, June). *The toxicity levels of household chemicals*. Paper presented at the National Symposium on Air Pollution, University of Southern California, California.

Taylor, J. A. (2006, November). *Assessment: a tool for development and engagement in the first year of university study*. Paper presented at the Engaging Students: 9th Pacific Rim in Higher Education (FYHE) Conference, Griffith, Australia. Retrieved from http://www.fyhe.com.au/past_papers/2006/Papers/Taylor.pdf

Tez:

Soyadı, A. A., (2017). *Yüksek Lisans veya Doktora Tezinin Adı*. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.

Yoshida, Y. (2001). *Essays in urban transportation*. Dissertation Abstracts International, 62, 7741A.

Considine, M. (1986). *Australian insurance politics in the 1970s: Two case studies*. (Unpublished doctoral dissertation). University of Melbourne, Melbourne, Australia.

Kassover, A. (1987). *Treatment of abusive males: Voluntary vs. court-mandated referrals* (Unpublished doctoral dissertation). Nova University, Fort Lauderdale, FL.

Biswas, S. (2008). *Dopamine D3 receptor: A neuroprotective treatment target in Parkinson's disease*. Retrieved from ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3295214)

Cooley, T. (2009). *Design, development, and implementation of a Wireless Local Area Network (WLAN): The Hartford Job Corps Academy case study* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 3344745)

Adams, R. J. (1973). *Building a foundation for evaluation of instruction in higher education and continuing education* (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://www.ohiolink.edu/etd/>

Diğer Kaynaklar:

Bergmann, P. G. (1993). Relativity. In *The New Encyclopedia Britannica*. (Vol. 26, pp. 501-508). Chicago, IL: Encyclopedia Britannica.

Bernstein, M. (2002). 10 tips on writing the living Web. *A List Apart: For People Who Make Websites*, 149. Retrieved from <http://www.alistapart.com/articles/writeliving>

Hallam, A. Duality in consumer theory [PDF document]. Retrieved from Lecture Notes Online Web site: <http://www.econ.iastate.edu/classes/econ501/Hallam/index.html>

URL-1: <http://www.giresun.edu.tr>, (Erişim Tarihi: 22 Mart 2017).

10. İNTİHAL DENETİMİ POLİTİKASI

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED) yayın etiği gereği "**Kör Hakemlik Değerlendirme Süreci**"nden geçmiş her çalışmanın bütünlüğünü korumak adına intihal denetiminden geçirilmesini zorunlu kılar. Bu kapsamda her çalışmanın Türkçe ve İngilizce nüshaları yayın kurulunun uygun bulunduğu bir firma tarafından intihal denetiminden geçirilir. Denetim kapsamında oluşan maddi sorumlulular yazar(lar)a aittir.

İntihal denetimi **Turnitin**, **İntihal.net** ve **iThenticate** yazılımları aracılığıyla gerçekleştirilir. Her çalışmanın yazılımlar aracılığıyla ortaya çıkan eşleşmeleri derinlemesine incelenerek

gönderme ve atıfı doğru olan eşleşmeler ayıklanır. Ayıklama sonucunda kalan eşleşmeler incelenerek hatalar tespit edilir ve yayın kurulu için raporlaştırılır. Yayın kurulu her çalışmanın intihal denetim raporu ışığında çalışma hakkında nihai kararını verir. Raporla yer alan hataların yazarlar tarafından düzeltilmesi istenebilir veya çalışma yazarlara iade edilebilir, “Red” kararı verilebilir.

11. SORUMLULUK REDDİ

IJEASED – ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM DERGİSİ kapsamında yayınlanan bütün eserlerin “[Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi](#)” hükümlerine ve ilgili mevzuata uygunluğu **tamamen yazarın sorumluluğundadır**. Söz konusu yönetmeliğin bütün hükümleri saklı kalmak üzere özellikle:

- Aktif katkısı olan kişileri yazarlar arasına dahil etmemek,
- Destek alınarak yürütülen araştırmalar sonucu yapılan yayınlarda destek veren kişi, kurum veya kuruluşlar ile bunların katkılarını belirtmemek
- Etiğe aykırı eylemlerin gerçekleşmesi halinde asıl müellif, zarar gören veya hakları olumsuz etkilenen kişi ve kuruluşların rıza göstermesi ilgililerin sorumluluğunu ortadan kaldırmaz.

hususlarının etik ihlali teşkil etmesi nedeniyle yazarlar lisansüstü tezlerinden yaptıkları yayınlarda, tez çalışmasının yapıldığı kurum ve tez danışmanının bilgilerine eser künyesinde yer vermek zorundadır.

“[Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi](#)” ve ilgili mevzuatın hükümlerinin ihlalinden doğabilecek bütün yasal yükümlülükler **tamamen yazarlara aittir**.



IJEASED

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

ISSN: 2667-8764

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
15 (Aralık 2023)

ISSN: 2667-8764

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>

Sayı / Issue: 2

Cilt / Volume: 5

Aralık / December 2023

İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS

BULUT, A., DİNLER, Ö.B.: The Effect of Industry 4.0 and Artificial Intelligence on Human Resource Management / <i>İnsan Kaynakları Yönetiminde Endüstri 4.0 ve Yapay Zekâ'nın Etkisi</i>	143-166
OLĞUN, T.N.: Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da Bulunan Mimar Sinan Camilerinde Korumaya Yönelik Bir İnceleme / <i>A Conservation Study of Architect Sinan's Mosques in Eastern and Southeastern Anatolia</i>	167-197
MUTLU AVİNÇ, G.: Learning from Nature for Sustainable Solutions in Architecture: Biomimetic Lightweight Structure Designs / <i>Mimaride Sürdürülebilir Çözümler için Doğadan Öğrenme: Biyomimetik Hafif Strüktür Tasarımları</i>	198-214
AKBULUT, A., ÖZDOĞAN, A.K., DEMİR, B.G.: Maden Mühendisliği Lisans Eğitiminde Kadın Öğrenci ve Akademisyen Sayılarının İncelenmesi / <i>Investigation of The Number of Female Students and Academicians In Undergraduate Education of Mining Engineering</i>	215-226
KIRAY, D.: Tuzla Bölgesindeki (Çanakkale, Biga Yarımadası) Jeotermal Enerji Santrallerindeki Tehlike ve Risklerin 5x5 L Tipi Matris ve Fine-Kinney Risk Metotları ile Karşılaştırılması / <i>Comparison of Hazards and Risks in Geothermal Power Plants in Tuzla Region (Çanakkale, Biga Peninsula) with 5x5 L Type Matrix and Fine Kinney Risk Methods</i>	227-247
BİÇEN ÇELİK, A., ERGİN, Ş., DAL, M., AY, İ.: Analyzes of Stone Deterioration on the Facades of the Şehidiye Madrasah in the Central District of Mardin Province / <i>Mardin İli Merkez İlçesinde Yer Alan Şehidiye Medresesi'nin Cephelelerinde Görülen Taş Bozunmalarının Analizi</i>	248-271
YILDIZ, S., MİDİLLİ, A.: Sebzelerin Baharat Olarak Kullanım Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi / <i>Evaluation of The Habits of Using Vegetables as Spices</i>	272-288
MURATBEK KYZY, A., YILDIRIM, G.H., ŞAVŞATLI, Y.: Effects of Nitrogen Fertilizer Doses on Some Germination Parameters in Bread Wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) and Examination with Scanning Electron Microscopy / <i>Azotlu Gübre Dozlarının Ekmeklik Buğday (Triticum aestivum L.)'da Bazı Çimlenme Parametrelerine Etkileri ve SEM ile İncelenmesi</i>	289-298
BOSO HANYALI, Ö.: Kültür Varlıklarının Korunmasında Biyoteknolojik Bir Yaklaşım: Karbonatlı Taşların Sağlamlaştırılması / <i>A Biotechnological Approach to the Conservation of Cultural Heritage: Consolidation of Carbonate Stones</i>	299-312