

# 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: 1



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  
(Temmuz / July 2023)**

**Sayı / Issue: 1  
Cilt / Volume: 5  
Temmuz / July 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, Fırat 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. Subramaniam SHANKAR, Kongu Engineering College, Erode, India

Doç. Dr. George WARDEH, Cergy Pontoise University, Paris, France

Doç. Dr. Firas ALMAHMOUD, Universite De Lorraine, France

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

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

Specialist Clarissa WRİGHTE, 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 / 07 / 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 yayınlansın veya yayınlansın 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**

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23

**Hakem**

Adnan DOĞAN  
Alev ERENLER  
Aslı GÜNEŞ GÖLBAY  
Bülent ÇAKIR  
Elif PAZVANTOĞLU  
Emine SARMAN  
Gökçen Firdevs YÜCEL CAYMAZ  
Güllü KIRAT  
Hayati MAMUR  
Kadri Vefa EZİRMİK  
Mehmet BUYUK  
Meral İŞLER  
Merve BAYHAN  
Murat ÇOLAK  
Mustafa Alptekin ENGİN  
Nihal ACARSOY BİLGİN  
Pelin ŞAHİN KÖRMEÇLİ  
Pınar ACAR BOZKURT  
Raşit SEZER  
Rıza Görkem OSKAY  
Sadık ÇOĞAL  
Turhan KAHRAMAN  
Ümit AKAR

**Kurum**

VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
Sinop University  
İZMİR DEMOKRASİ ÜNİVERSİTESİ  
Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü  
DOKUZ EYLUL UNIVERSITY  
AFSÜ  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
YOZGAT BOZOK UNIVERSITY  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
ATATURK UNIVERSITY  
ADIYAMAN UNIVERSITY  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
DICLE UNIVERSITY  
BAYBURT UNIVERSITY  
BAYBURT ÜNİVERSİTESİ  
Ege Üniversitesi  
CANKIRI KARATEKİN UNIVERSITY  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
Karadeniz Teknik Üniversitesi  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
MEHMET AKIF ERSOY UNIV  
Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü  
ATATÜRK 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 (Temmuz 2023)

**ISSN: 2667-8764**

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

**Sayı / Issue: 1**

**Cilt / Volume: 5**

**Temmuz / July 2023**

---

**İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS**

---

**Araştırma Makalesi / Research Article**

**Biyçeşitlilik / Biodiversity**

Arzu AYAR

Berrin ŞAHİN

Demet MUTLU

Mesut ÖZEN

Aytekin BELGE

Çağlar KARACAOĞLAN

**Fig (*Ficus carica* var. *domestica* L.) Genetic Resources  
Conservation and Characterization**

*Dişi İncir (*Ficus carica* var. *domestica* L.) Genetik Kaynakları  
Muhafaza ve Karakterizasyonu*

**1**

**Jeotermal Enerji / Geothermal Energy**

Ayşe BİÇER

**Physical Properties and Evaluation of Some Geothermal Waters in  
Bitlis, Van and Bingöl provinces**

*Bitlis, Van ve Bingöl İllerindeki Bazı Jeotermal Suların Fiziksel  
Özellikleri ve Değerlendirilmesi*

**20**

**Elektrik ve Elektronik Mühendisliği / Electrical and Electronics Engineering**

Enes BEKTAŞ

Kamil Çağatay BAYINDIR

Alper TERCİYANLI

Adnan TAN

Hüseyin CANBOLAT

Hasan YILMAZ

**Mikro Şebekeler için Enerji Yönetimi ve Gerilim Kontrol  
Algoritmalarının Geliştirilmesi: Alçak Gerilim Seviyesinde  
Statik Voltaj Regülatörü Örneği**

*Development of Energy Management and Voltage Control  
Algorithms for Microgrids: A Case Study with Static Voltage  
Regulator at Low Voltage Level*

**31**



**Derleme Makalesi / Review Article**

**Peyzaj Mimarlığı / Landscape Architecture**

- Bora BİNGÖL  
Tuğrul HOCAOĞLU
- Futbol Sahalarında Oyun Alanı Çizgilerinin Önemi ve Çizgi İşaretleme Teknikleri**  
*The Importance of Playing Field Lines and Line Marking Techniques on Football Pitches*
- 55

**Araştırma Makalesi / Research Article**

**Mühendislik , Ziraat / Engineering , Agriculture**

- Gözde Hafize YILDIRIM  
Nuri YILMAZ
- Effects of Vermicompost on Some Germination Parameters in Paddy (Oryza sativa L.)**  
*Vermikompostun Çeltik (Oryza Sativa L.)'De Bazı Çimlenme Parametrelerine Etkileri*
- 76

**Endüstri Mühendisliği / Industrial Engineering**

- Mehlika KOCABAŞ AKAY  
Murat YÜCEL  
Meral ŞAHİN GÜNKUT
- Difficulties Experienced by Vocational Teachers and High School Students in Applied Lessons in Distance Education**  
*Uzaktan Eğitimde Uygulamalı Derslerde Meslek Öğretmenlerinin ve Lise Öğrencilerinin Yaşadıkları Zorluklar*
- 90

**Derleme Makalesi / Review Article**

**Kimya Mühendisliği / Chemical Engineering**

- Halil EKİCİ
- Production Methods and Energy Applications of Borophene**  
*Borofen Üretim Teknikleri ve Enerji Uygulamaları*
- 126



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*

ISSN: 2667-8764 , 5(1), 1-19, 2023

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








Araştırma Makalesi / *Reserch Article*

Doi: [10.47898/ijeased.1197081](https://doi.org/10.47898/ijeased.1197081)

## Fig (*Ficus carica* var. *domestica* L.) Genetic Resources Conservation and Characterization

Arzu AYAR <sup>\*1</sup>, Berrin ŞAHİN <sup>1</sup>, Demet MUTLU <sup>1</sup>, Mesut ÖZEN <sup>1</sup>, Aytekin BELGE <sup>1</sup>,  
Çağlar KARACAOĞLAN <sup>1</sup>

<sup>1</sup> İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Aydın, 09600, Türkiye.

Yazar Kimliği / <i>Author ID</i> (	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
<b>*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> :</b> <a href="mailto:arzu.gocmez@tarimorman.gov.tr">arzu.gocmez@tarimorman.gov.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-0258-7066">https://orcid.org/0000-0002-0258-7066</a> (B. Şahin)  <a href="https://orcid.org/0000-0002-3113-8681">https://orcid.org/0000-0002-3113-8681</a> (D.Mutlu)  <a href="https://orcid.org/0000-0002-2699-3827">https://orcid.org/0000-0002-2699-3827</a> (M.Özen)  <a href="https://orcid.org/0000-0002-4470-833X">https://orcid.org/0000-0002-4470-833X</a> (A. Belge)  <a href="https://orcid.org/0000-0003-1746-1455">https://orcid.org/0000-0003-1746-1455</a> (Ç. Karacaoğlan)	<b>Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> :</b> 11.11.2022 <b>Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> :</b> 20.12.2022 <b>Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> :</b> 24.12.2022 <b>Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> :</b> 15.07.2023
<b>Alıntı / <i>Cite</i> :</b> Ayar, A., Şahin, B., Mutlu, D., Özen, M., Belge, A., Karacaoğlan, Ç. (2023). Fig ( <i>Ficus carica</i> var. <i>domestica</i> L.) Genetic Resources Conservation and Characterization, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 5(1), 1-19.	

### Abstract

In this study, 292 female fig genotypes, (including foreign origins) in the fig field gene bank, were evaluated for qualitative characteristics in IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) definitions. These features are tree growth (tree growth power, branching, shoot length, etc.), leaf (leaf area, shape, number of lobes, etc.), fruit (fruit weight, color, ostiole opening, flesh thickness, etc.). Generally, non-metric definitions of these features were classified between certain ranges and expressed as percentage. For example; tree growth of genotypes was observed to be strong in 33% , and, apical dominance was determined in 17% of the genotypes. 60% of the genotypes have a medium (10-20cm) shoot length and, leaf area varies between 250-400cm<sup>2</sup> in %53 . The color of the fruits was determined as yellow in 34%, green in 32%, purple in 21% and black in 13% of genotypes. Within the scope of this continuous project, the collection of multiple data continues.

**Keywords:** Fig (*Ficus carica* L.), genetic resources, fig field gene bank, characterization, IPGRI.

## ***Dişi İncir (Ficus carica var. domestica L.) Genetik Kaynakları Muhafaza ve Karakterizasyonu***

### **Özet**

Bu çalışmada, incir arazi gen bankasında bulunan yabancı orijinliler de dahil olmak üzere 292 dişi incir genotipi, IPGRI (Uluslararası Bitki Genetik Kaynakları Enstitüsü) tanımlamalarındaki nitel özellikler yönünden değerlendirilmiştir. Bu özellikler ağaç gelişimi (ağaç büyüme gücü, dallanma, sürgün uzunluğu vb.), yaprak (yaprak alanı, şekli, loplara sayısı vb.), meyve (meyve ağırlığı, rengi, ostiol genişliği, tabla kalınlığı vb.) özellikleridir. Genellikle bu özelliklere ait metrik olmayan tanımlamalar belirli aralıklar arasında sınıflandırılarak, %'de olarak ifade edilmiştir. Örneğin; ağaç gelişiminin genotiplerin %33'ünde kuvvetli olduğu saptanmış, %17'sinde apikal dominansi görülmüştür. Genotiplerin %60'ı orta (10-20cm) sürgün uzunluğuna sahip olup, yaprak alanı %53'ünde 250-400cm<sup>2</sup> arasında değişmektedir. Meyvelerin rengi, genotiplerin %34'ünde sarı, %32'sinde yeşil, %21'inde mor ve %13'ünde siyah olarak saptanmıştır. Bu sürekli proje kapsamında, çoklu verilerin alınmasına devam edilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** İncir (*Ficus carica L.*), genetik kaynaklar, incir arazi gen bankası, karakterizasyon, IPGRI.

### **1. Introduction**

Plant genetic resources can be freely used in the development of food, animal feed, fiber and industrial crops. The necessity of sharing genetic resources in order to conserve and preserve them for the future has also gained importance from past to present. The collection and storage of seeds for subsequent planting are at least as old as written history. Sumerians BC. in the 2500s, they have been came to Anatolia to collect rose, fig and grape varieties. The fig, which is considered sacred in the world and brought into culture with the settled life of people, is one of the oldest traditional fruit trees. It includes approximately 850 species globally distributed in tropical and subtropical/warm regions (Anonymous 2017).

Turkey, the the country of origin of the fig, has a very large fig population through natural hybridization and selection. Fig varieties are encountered in different climatic conditions of Anatolia. Southeastern Anatolia and Eastern Mediterranean regions are known as the main genetic sources of figs, especially for fresh fig varieties (Kuden and Tanriver, 1998).

However, it was determined that the first cultivars and their wild relatives were lost rapidly in the surveys made in our country and in different parts of the world. In addition to the cultivation of new varieties with superior characteristics, factors such as various diseases and plant pests, different climatic events, natural disasters and the development of residential areas affect fig cultivation. For this reason, in recent years, organizations such as the International Biological Program (IBP), United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), International Plant Genetic Resources Board (IBPGR) have focused on the collection, evaluation, conservation and documentation (Kuden and et al., 1995).

In many countries where fig genetic diversity exists, studies on the collection, characterization and conservation of genetic resources have been and are still being carried out. Morphology, pomology and molecular markers, tissue culture techniques and protocols are successful tools in assessing genetic diversity and classifying fig accessions (Aksoy et al., 2003; Stover and Aradhya 2005; Şimşek and Yıldırım 2010; Podgornik et al., 2010; Dalkılıç et al. , 2011; Giraldo et al., 2010a et al.; Şimşek et al., 2017; Khadivi et al., 2018; Zhou et al., 2013; Nader et al., 2019).

Morpho-agronomic characterization consists of germplasm analysis and subsequent morphometric analysis using specific descriptors developed by IPGRI (Bioversity International), The International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV) or other international consortia. These descriptors have been recommended by the Bioversity International, International Institute for Plant Genetic Resources (IPGRI) (germplasm diversity), International Association for Seed Testing (for quality control of seeds and propagation material to assess) and the Community Plant Diversity Office. Bioversity International has developed descriptors for more than 100 products in collaboration with national genetic resource agencies. The data obtained are used in the phenotyping of the characterized germplasm, in the evaluation of the diversity and variability of biological resources, and in the identification of regional and/or conservation plant varieties. Morpho-agronomic specific information is used in the preparation of passports and reports.

In India, biochemical characterization performed in germplasm analysis uses processes such as protein fractions (storage proteins) or other biochemical markers (antioxidants). Molecular characterization consists of germplasm analysis using different molecular markers (microsatellites, ITSs or SNPs). These descriptors have been proposed by IPGRI to assess the genetic variability of the germplasm, allowing the detection of specific markers for the identification of regional varieties or representation of material through genetic modification (GMO detection). The data obtained are used in typing regional varieties and checking the integrity of the collection of germplasm entries. Specific molecular information is collected in passports and reports (Tripathi, 2017).

Populations consisting of indigenous fig genotypes in İbradi and Kumluca (Antalya/Türkiye) were classified in terms of pomological and morphological characteristics. The data revealed that some fruit and leaf characteristics of the examined fig species were significantly different in terms of location and fig species.

Local fig germplasm was evaluated in Alanya and Kemer districts in the Mediterranean Region. The results showed that the examined pomological characteristics of the fig genotypes showed significant differences in both districts. Fig samples collected from Alanya are more

suitable for making marmalade and jam as they have relatively small fruits. Figs from Kemer were generally accepted as fresh consumption due to their relatively large fruit size (Gözlekçi, 2010 and 2011).

76 fig varieties were collected from Hatay Province in the Eastern Mediterranean Region between 2008 and 2009. Apical dominance, lateral shoot formation, leaf shape, number of lobes, central lobe length, leaf area and leaf width and fruit length for plant and leaf characteristics, pH, colour formation in the flesh, abscission of the stalk from the twig, fruit width, fruit length, fruit weight and antioxidant capacity were determined as distinguishing features. It has been suggested to use reproducible parameters as much as possible for the naming and classification of genetic resources (Caliskan and Polat, 2012a).

Female fig genotypes in Beyazsu region, located between Nusaybin and Midyat countries (Mardin/Türkiye), were selected between 2014 and 2015 using weighted-rankit method. Each selected genotype has been defined (Simsek et al., 2017).

In order to determine the phenotypic variation of fig genotypes grown in Mersin Province, Tarsus District, 24 female fig genotypes were evaluated according to plant and fruit quality characteristics. Among plant and fruit characteristics, 26 of 45 features were found to be more suitable for identifying and distinguishing fig genotypes in the research area. The results showed that the fig genotypes' measured plant and fruit characteristics had significant phenotypic variations (Şimsek et al., 2003 and 2020).

Some fig genotypes were selected from the Istahban Region of Iran in 2005. Morphological features of genotypes; tree growth, vigor, branching, lateral shoot development, apical bud color, annual shoot length, thickness, color and branching tendency, leaf shape, number of leaves per shoot, leaf length, leaf lobe, petiole length; as pomological characteristics; fruit weight, width and length, fruit skin color, shape, neck, symmetry, stem shape, stem length, total soluble solids, pH and total acidity were determined according to IPGRI (Mahdavian et al., 2007).

In order to protect the fig from genetic erosion and start the protection program, and make the morphological characterization of the local fig varieties; 31 fig cultivars belonging to different regions of Tunisia varying from north to south were analyzed according to both qualitative and quantitative morphological characters (Saddoud et al., 2008). Local fig germplasm was observed to determine morphological variability and to identify homonyms and synonyms within cultivars. Characters with high distinctiveness; fruit size, fruit outer color and leaf size were determined (Aljane and Ferchichi, 2009). In Morocco, in six main geographical regions, pomology, Plant

material was collected through observation and interviews with farmers. Local cultivar names were noted as given by the farmers. Photos and GPS coordinates were recorded as a reference for each fig tree collected. The study; It has been provided to characterize different varieties and to determine their geographical ranges. Synonymous and homonymous SSR profile statuses of the genotype groups were determined, which are closely related to fruit skin color (Khadari et al., 2005; Achtaq et al., 2010). Most of the descriptive lists for the characterization of genetic resources in plants are long and expensive to evaluate. Also involves a large number of features that complicate the characterization of large collections of germplasm. Consequently, to facilitate the study and maintenance of the germplasm, It is important to carefully select the most informative variables for each species. Ordinal statistical procedures were applied to select the most distinguishing variables from 134 qualitative variables. As a result, a carefully selected and reduced number of highly discriminating variables were allowed for efficient fig germplasm characterization and differentiation, saving significant time and resources (Giraldo et al., 2010a and b).

The genetic diversity of 11 fig cultivars in 45 traits was evaluated using international morphological descriptors in Algeria. The use of morphological descriptors was found to be more appropriate to assess genetic diversity in Algerian fig genotypes. It was stated that 20 quantitative variables and 7 qualitative variables were useful in distinguishing the varieties; skin thickness, fruit length and fruit width were determined as more distinctive pomological variables (Benettayeb et al., 2017)

In the Dagestan Region, 14 morphological features were analyzed. The research results showed that there are significant differences between fig types in all studied natural habitats. Data from studies of rare species *F. carica* populations in Dagestan, status assessment and recommendations for conservation are presented for inclusion in the latest edition of the Red Book of the Republic of Dagestan (Gabibova et al., 2021).

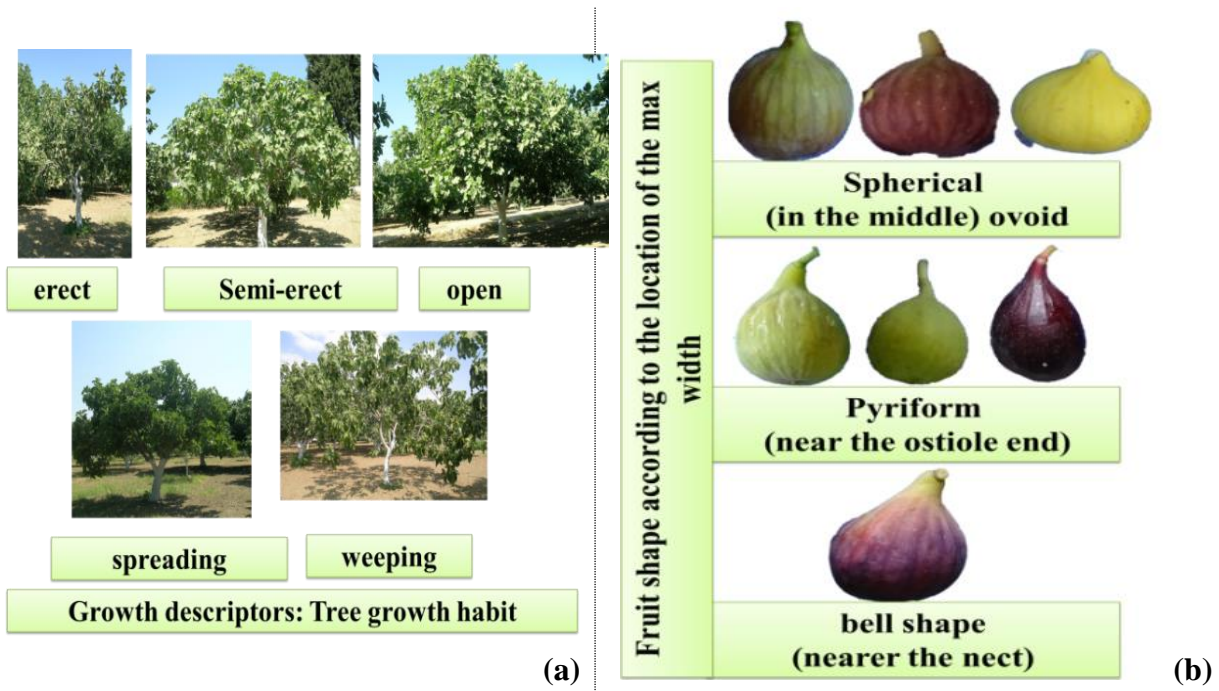
At the Faculty of Horticulture in Bucharest, the collection of important fig genotypes was started in 2015 and has been under evaluation ever since. A selection study of 25 fig genotypes was performed according to IPGRI descriptors. Fruit biochemical analyzes were carried out. Plants that gave good results in terms of all analyzed parameters were found to be resistant to biotic and abiotic stresses (Moisescu and Stănică, 2021). There are 8 germplasm centers in the world. 1. China, 2. India, Malaysia and Thailand, 3. Central Asia, 4. Near East, 5. Mediterranean, 6. Ethiopia, 7. Southern Mexico and Central America, 8. South America. Turkey is located very close to both the

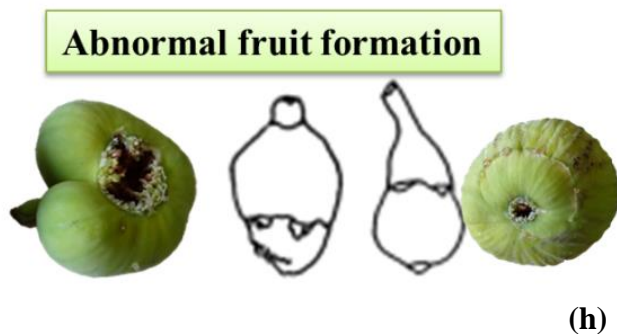
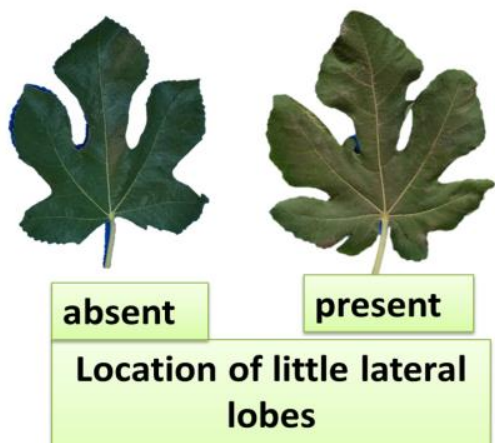
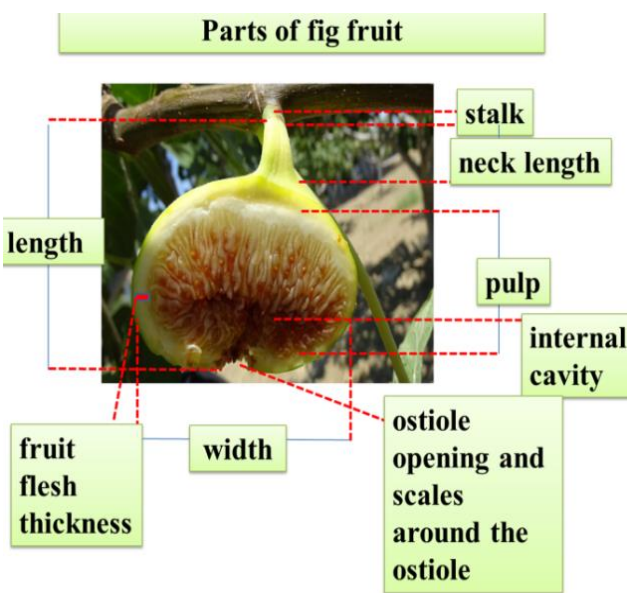
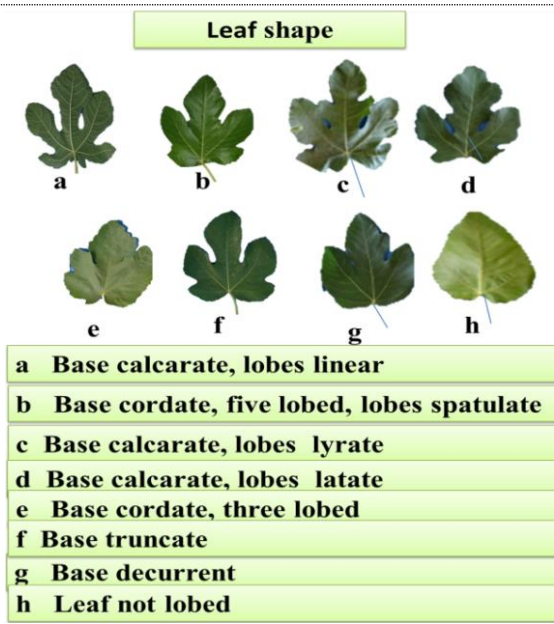
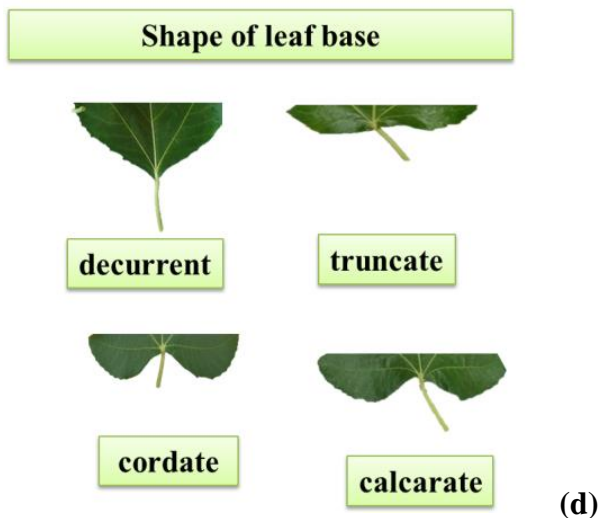
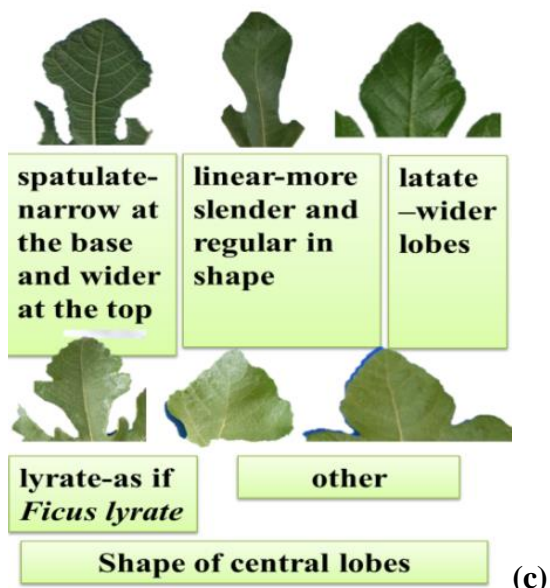
Near East and the Mediterranean genetic diversity. And this situation highlights Turkey's germplasm diversity and importance (Tanriver, 2019).

In this study, fig genotypes collected from the fig growing regions of Turkey by scientific survey and selection studies were taken under protection in the field gene bank in order to provide material for breeding studies and to transfer the data and material flow to future generations. With the new collection studies, the enrichment and identification of the collection continues with morphological measurements, pomological analyzes and phenological observations. A detailed archive has been created by describing the genotypes and recording the data. The data obtained and registered in this research were used in the evaluation of the diversity and variability of fig genetic resources.

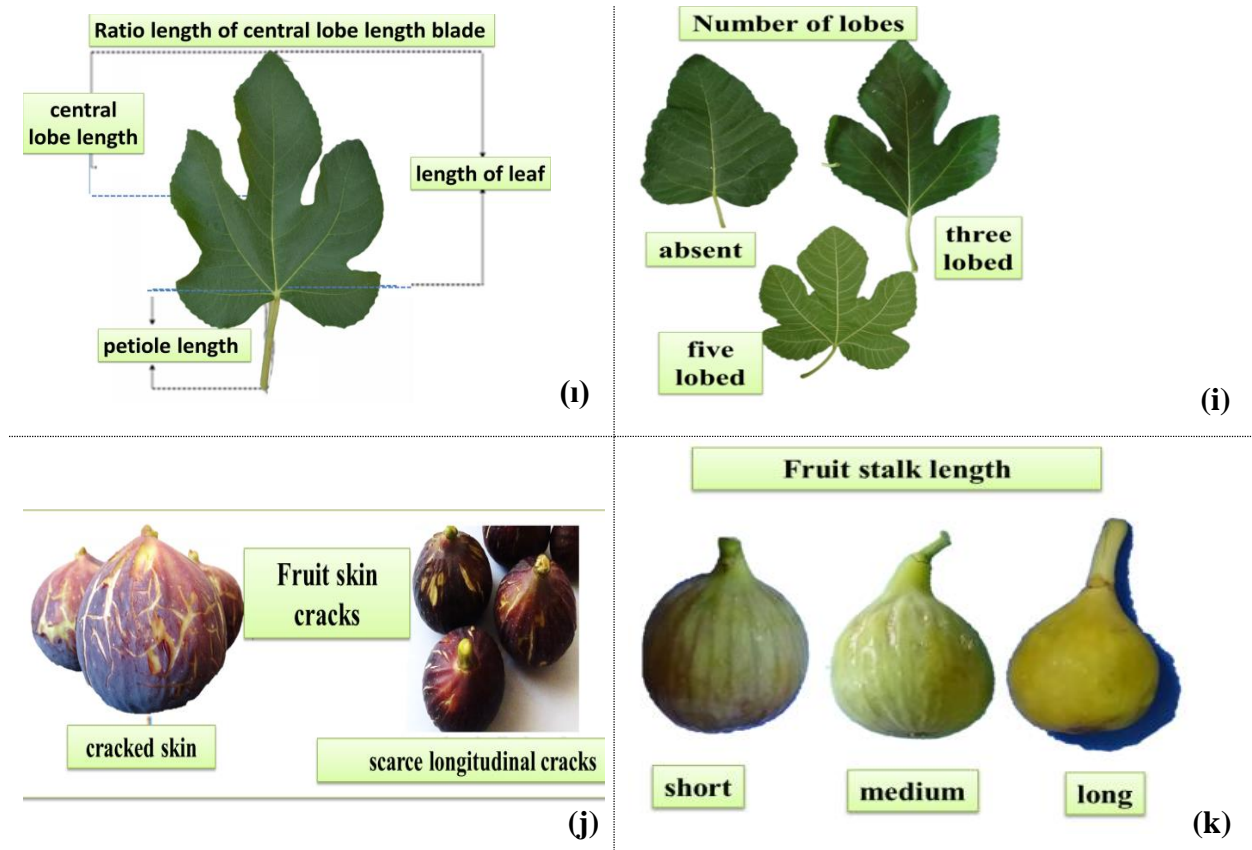
## 2. Material and Methods

All female fig genotypes in the Fig Research Institute Umurlu fig field gene bank constituted the study material. As criteria in the definition of IPGRI; 19 tree growth, 21 leaves, 47 were fruit (Table1) and 12 phenological characteristics (breba formation status, onset of breba and main product fruit maturity, harvest period time, caprification period) were used. The onset of defoliation the date was taken when 50% of the leaves on the tree were shed (Figure 1) (Anonymous, 2003 and 2007).









**Figure 1.** Some criteria used in definitions; tree growth habit (a), fruit shape (b), leaf shape (c-d-e-g-i-i), shape of leaf base (d), ratio length of central lobe/length blade and petiole length (i), little lateral lobes on petiole sinus (g), abnormal fruit formation (h), parts of fruit (f), expression of skin cracks (j), stalk length and shape (k) (*Definition photos were taken from the fig field gene bank, and modified accordance with IPGRI*).

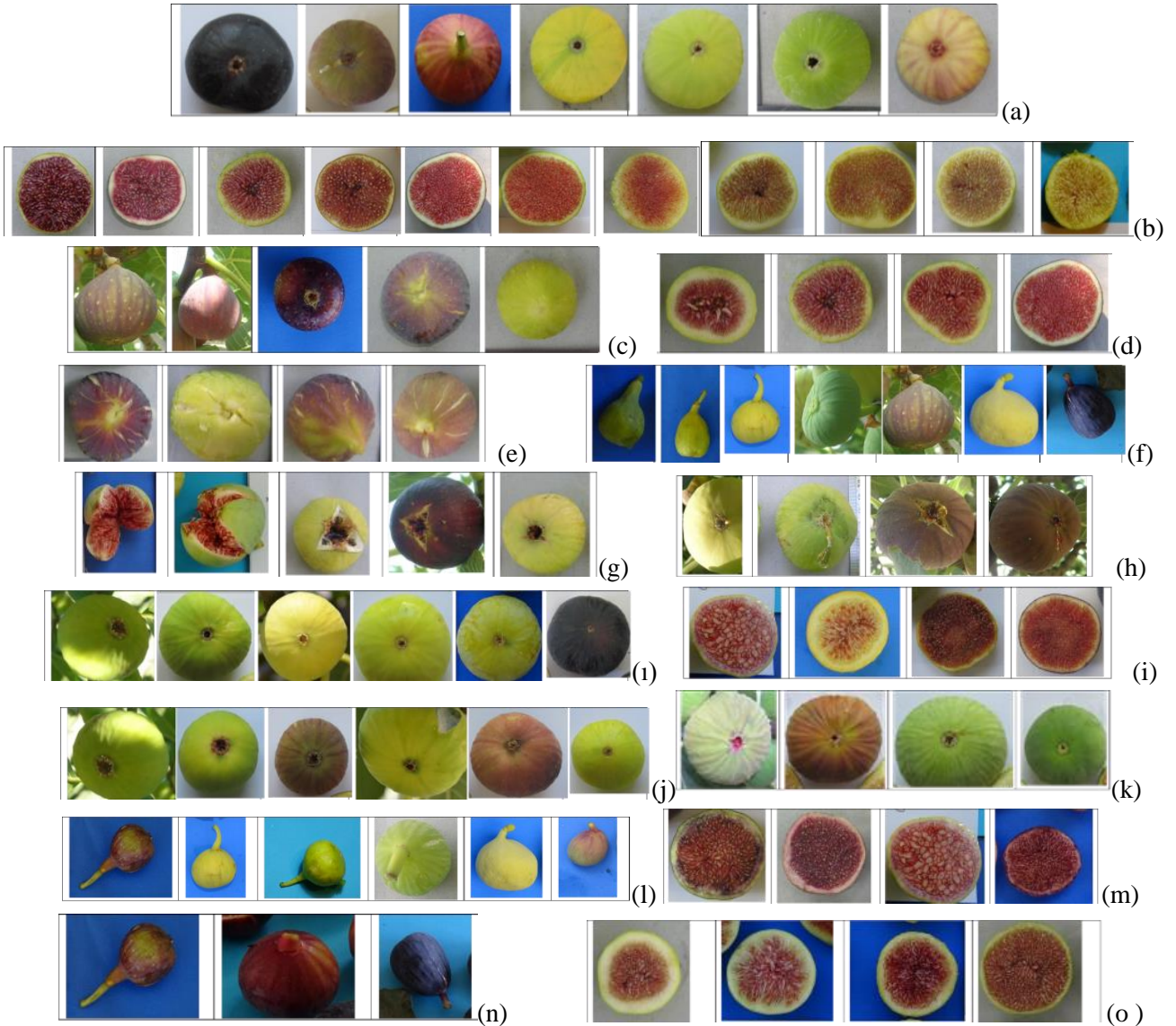


**Figure 2.** Some tree growth and leaf characteristics in the fig field gene

**Table 1.** Some descriptions used in female fig genotypes

<p><u>Easy of peeling</u>: Determined by manually removing the peel from the fruit neck towards the ostiole. If the peel of the fruit is peeled without breaking from the neck to the ostiole, it is easily peeled, while the skin of the fruit is peeled from the neck to the ostiole by hand, if the peel is broken off in the abdomen or before reaching the ostiole, such types are described as hard to peel.</p>	<p><u>Tree growth characteristics</u>: Tree grown development, tree vigor, branching (apical dominancy and branching frequency), side branch formation, top bud shape- color-shoot color, bottom shoot formation tendency, nodal swellings location (Figure 4).</p>
<p><u>Amount of fruitlets</u>: Fruitlets were compared with fruitlets of Sarilop. If less fruitlets than Sarilop, low. If more fruitlets than Sarilop,so high. The types with no fruitlets were considered to have no fruitlets. The other fruitlets were described as medium.</p>	<p><u>Leaf features</u>: Leaf shape, shape of lobes, location of little lateral lobes, degree of leaf lobation/incision (length of central lobe/length of leaf ratio (%)), shape of leaf base, petiole color, profile cross-section, leaf margin dentation, upper and lower leaf surface hairiness, leaf venation, leaf colour (Figure 1 and 2).</p>
<p><u>Fruitlets size</u>: The fruitlets found in Sarilop fig fruits were accepted as medium sized and by comparison with the fruitlets of the types, those with the size of Sarilop fig fruitlets were accepted as medium, those smaller than Sarilop fig fruitlets were considered small. The fruitlets of fig types with large fruitlets from Sarilop fig fruitlets were accepted as large.</p>	<p><u>Fruit characteristics</u>: Uniformity of fruit size, fruit symmetry, liquid drop at the ostiole, scale size-color-adhesion, fruit stalk shape-length, abnormal fruit formations, abscission of the stalk from the twig, easy of peeling, fruit ribes, skin cracks, resistance to ostiole-end cracks, firmness of the fruit, skin colour, fruit skin ground over colour, fruit skin ground over colour( irregular patches), lenticels quantity-size and color, colour formation in the flesh, pulp internal colour, pulp flavour, pulp texture, pulp juicness, fruit inner cavity, amount of fruitlets, fruitlets size, colour of dried fruit and firmness of dried fruit (Figure 1 and 3).</p>
<p><u>Fruit skin cracks</u>: It was determined according to the condition of the cracks formed from around the ostiole</p>	
<p><u>Fruit inner-cavity</u>: The fruit was checked by dividing it in half with a knife from the fruit neck towards the ostiole (axis) and from the fruit ventral region (diameter). If there is no gap in the fruit center, if the inside is completely full, there is no gap; the gaps up to the lentil volume are very small, the gaps between the lentil-chickpea volume are small; The voids up to the chickpea volume were considered medium, and the voids larger than the chickpea volume were considered large.</p>	
<p><u>Leaf shape and lobes</u>: It is generally possible to come across about 3-4 different leaf characteristics. Studies were carried out according to the dominant leaf shape in the leaf samples taken.</p>	
<p>It was determined by measuring with a digital caliper.</p>	<p>Terminal bud length-width(mm), shoot length(cm)-dia(cm), Leaf length-width(cm)- leaf area(LxW), length of leaf stalk(mm) Fruit width-length, breba and main crop neck length, fruit flesh thickness,ostiole opening</p>
<p>-</p>	<p>Number of leaves per shoot, number of lobes, number of dried fruits per kilogram</p>
<p><u>Fruitlets weight</u>:100 fruitlets of the fruits were counted and weighed with precision scale.</p>	<p>Weight of 100 fruitlets (g),</p>
<p><u>Total soluble solids</u>: Detected with a refractometer. Titratable acidity (TA) (in citric acid) (%); 10 ml sample taken from the crushed juice filtrate in the blender was titrated with 0.1 N NaOH solution until the pH reached 8.10. Using the amount of spent NaOH, the free acidity was calculated in terms of citric acid. Mettler Toledo-DG-115-SC automatic titrator instrument was used for titration (Ayar and Seferoğlu, 2021).</p>	<p>Total soluble solids (TSS) (%) and titratable acidity (TA )(%)</p>

Anonymos, (2003); 24.03.201; fig descriptor TG/265/1



**Figure 3.** Fruit skin and ground colour (a), pulp internal colour (b), lenticel colour and quantity (c), fruit inner cavity (d), fruit skin cracks (e), fruit shape (f), resistance to ostiole and cracks (g), color of liquid drop at the ostiole (h), ostiole opening (i), amount of fruitlets (i), size, colour and adhesion of the scales around the ostiolum (j), ribs (longitudinal on the fruit surface) (k), stalk length and shape (l), colour formation in the flesh (m), neck length (n), flesh thickness (o)

### 3. Results and Discussion

Tree growth habits of female genotypes showed 38% semi-erect, 24.65% spreading, 15.75% open, 11.99% erect and 7.88% weeping development. As an example; 1002 Bardakçı, 1053 Aydın İnciri, 1064 Mor erect; 205-Sarı Dizlik, 1010 Kara Yaprak, 1034 Sakız semi erect; 1013 Beyaz Orak, 1031 Alaca, 1036 Lop open; 1004 Kuşadası Bardakçı, 1012 Siyah Orak, 1051 Langav spreading and, 256 Yediveren, 309 Mor, 319 Osmaniyeli were showed weeping tree growth.

In terms of tree vigor, 50.68% showed medium growth, 32.53% showed high growth performance and the rest showed low growth performance.

It was determined that 16.48% were without apical dominancy and no lateral branch, 41.10% with apical dominancy and lateral branching, 25.34% with only apical dominance and 17.47% with only lateral branching. 23% of the genotypes are sparse, 49% are medium branched, and 28% are dense branched. The apical bud is usually in the form of a cone. The terminal bud length varies between 4.84- 19.72 mm, and the terminal bud width varies between 3.19-16.74 mm.

Terminal bud colour is generally in the yellow-green (light green) group.

Seasonal shoot growth on trees was 10-20 cm (medium) in half of the collection, <10 cm (short) in 34%, 21-35 cm (long) in 5.82%; shoot diameter was <10 mm (thin) in 47.60% and 10-

15 mm (medium) in 48.28%. The genotypes in the collection were mostly (70.20%) in the group with red-brown shoot color. The tendency to form tuber is low in more than half of the collection (<3). Nodal swellings location is 31% in the elderly and 26.71% in young branches (Table 2).

**Table 2.** Qualitative characteristics of genotypes measured in terms of tree growth

Tree growth habit	11.99%	38.00%	15.75%	24.65%	7.88%
	erect	Semi-erect	open	spreading	weeping
Tree vigor	16.79%	50.68%	32.53%		
	low	medium	high		
Branching:apical dominancy (BAD) lateral shoot formation on seasonal growth (LSF)	16.48%	41.10%	25.34%	17.47%	
	BAD (-); LSF (-)	BAD (+); LSF (+)	BAD (+); LSF (-)	BAD (-); LSF (+)	
Relative degree of branching	23.00%	49.00%	28.00%		
	sparse	medium	dense		
Shoot length (cm)	34.00%	60.18%	5.82%		
	<10cm (short-poor)	10-20 cm (medium)	21-35cm (long)		
Shoot width (mm)	47.60%	48.28%	4.12%		
	<10mm (thin)	10-15mm (medium)	>15mm (thick)		
Shoot colour	7.53%	5.48%	70.20%	16.78%	
	grey-green group	green group	red-brown group	other	
Nodal swellings location	26.71%	31.00%	42.29%		
	young branches	older branches	none		

The number of leaves in the shoot generally varies in the range of 4-8 pieces. leaf shape; divided into two groups spur and others.

Leaf shape in most of the genotypes (37.33%), was determined by base cordate, five lobes and spatulate. The leaves of 63.36% of the collection have five lobes, 28.43% have three lobes, and 3% have no lobes. The shape of the pieces is grouped as spatulate (45%), latate (31%), linear (17%), and as in *Ficus lyrata* (4%). Small lateral slices are usually located in the lateral lobe (62%) and the middle lobe (36%). Leaf

fragments/ the degree of indentation (89%) were found in the range of 0.51-0.75% (pronounced sliced) in general.

The shape of the petiole sinus is grouped as calcarate (35.27%), truncate (30%), cordatei (26.03%), decurrent (7.88%) and open calcarate (1.61%). Leaf area (length\*width), 250-400 (medium) (52.74%), 400-550 (large) (20.89%), <250 (small) (20.55%), and >550cm<sup>2</sup> (very large) (5.82%) detected in the range. The petiole is generally light green, and its length is between 50-80mm (medium). Leaf margin dentation were completely no dentation (44.52%), only the upper margins dented (51.72%), and the lobes sides were completely dented (3.42%). Leaf margin dentation is generally located in the crenate group. The density of spicules/hairs on leaf's upper surface was generally medium (48.97%), the density of spicules/hairs on the lower surface was determined as sparse (43.83%), medium (38.70%), dense (11.64%) and hairless.

The leaf venation of more than half (51%) of the collection is apparent and 54.79% of them have green leaf color. Petiole length is grouped in the range of <50mm (14.04%) short, 50-80mm (65.41%) medium and >80mm (20.55%) long (Table 3).

**Table 3.** Qualitative characteristics of genotypes measured in terms of leaf growth

Leaf shape	8.22%	37.33%	9.25%	11.30%	10.96%	7.53%	14.04%	1.36%
	lobes linear	base cordate, five lobed, lobes spatulate	lobes lyrate	lobes latate	base cordate, three-lobed	base truncate	base decurrent	leaf not lobed
	base calcarate				other			
Number of lobes	3.00% absent	28.43% three	63.36% five					
Shape of lobes	45.00%	31.00%	17.00%	4.00%				
	spatulate)-(narrow at the base and wider at the top)]	[(latate)-(wider lobes)]	[(linear)-(more slender and regular in shape)]		[(lyrate)-(as in <i>F. lyrate</i> )			
Location of little lateral lobes	36.00% In central lobe	62.00% in lateral lobes						
Shape of leaf base (petiole sinus)	35.27%	1.61%	30.00%	26.03%	7.88%			
	calcarate	open calcarate	truncate	cordatei	decurrent			
Leaf margin dentation	44.52%	51.72%	3.42%					
	no dentation	only upper margins dented	lobes sides completely dented					
Leaf margin	52.74%	14.38%	10.96%	17.81%				
	crenate	dentate	serrate	undulate				
Petiole length	14.04%	65.81%	20.55%					
	<50mm (short)	50-80 (medium)	>80mm (long)					
Leaf area (LxW) (cm <sup>2</sup> )	20.55%	52.74%	20.89%	5.82%				
	<250 (small)	250-400 (medium)	400-550 (large)	>550 (very large)				

In most genotypes, breba fruit is born. However, the fruits that remain on the tree for a certain period of time are shed because they are not fertilized.

Genotypes 224, 1012, 1013, Banana, Nazareth, N.D Caromb, Black Flower, White Flower, Masui Dauphine, Fethiye PRT, 1071, 1019 have parthenocarpic characteristics. It was determined that genotypes 235, 250, 345, 501, 535, 536, 1011, 1042, 1073, 1094 ripened breba fruits on the tree, albeit partially. Breba fruit ripening takes place between June 1-15 (mid) and June 16-30 (late). The maturity status of the Main crop is generally 11-31 August (medium). The harvest period is in the range of 41-60 days (long), the beginning of harvesting is in the range of >10 June to 10-30 June, the harvesting period is 7-15 days, if there is precipitation, 16-21 days, the beginning of leaf fall occurs in late November-early December.

Fruit width was defined as 28-38mm (small) (16%), 39-49mm (medium) (51.40%), 50-60mm (large) (30%) and >60mm (very large) (1.40%). Fruit size; It was found in the range of 29-46mm (short) (75%), 47-54mm (20%), and 55-75mm (long) (25%). The neck length of the main crop is generally 5-15mm (medium) (51.40%).

Fruit sizes (76.71%) were uniform, and fruits were defined as symmetrical in 87%. Ostiole opening was determined as >5mm (very large) (36%), 4-5 mm (large) (45%), 1-3mm (medium) (16%), and <1mm (small) (2%). There was a liquid drop at the ostiole in 25% of the collection, and the color of the liquid drop at the ostiole was determined as transparent (94.52%), pinkish (4.45%) and red (1%). Genotypes 331, 332, 225, 1104, 1029, 1048, 1049, 1066, 1080, 338, 519, 532, 701 were included in the group with pinkish liquid drop at the ostiole.

44% of the genotypes are covered with small scales, 35% medium and 19% large scales, and the scale color of 52% is different from the color of the fruit skin. In terms of scales around the ostiole; frequency, genotypes were grouped as detached, adhered and semi- adhered. Shape of the fruit stalk was determined in variously (23.63%), long and slender(23.29%), and short-thick (53%). The length of the fruit stalk varies between 1.09-17.86 mm. Abnormal fruit formations were generally not observed. Fruit stalk remained on the branch during harvest (41.78%) and easily separated from the branch (57.88%); easy peeling (69.86%) and hard peeling (6.5%) genotypes were determined. Genotypes with prominent ribes on the fruit surface (25.68%), intermediate (52%) and no ribes fruit surfaces were divided into three different groups.

The skin cracks on the fruit are generally in the form of longitudinal and minute cracks (94%). Genotypes were grouped as susceptible to ostiole cracking (18.83%), intermediate (33.56%) and resistant (47.60%). Fruit flesh thickness was determined in the range of 0.55-7.46 mm. The firmness of the fruit skin is grouped as those with soft, medium, firm and rubbery structure, and 48.30% of the genotypes have a medium-soft fruit firmness of skin structures. The genotypes of fruit skin ground colour were grouped as purple (18%), brown (2%), green (27%), light green (13%), yellow-green (30%) and yellow (9%). Fruit skin color is divided into yellow (34 %), green (32 %), purple (21 %) and black (13 %) color groups. Genotypes 304, 308, 339, 347, 1109, 1113 have a very light yellow fruit skin color. 209, 210, 231, 302, 305, 306, 309,

311, 517, 523, 537, 705, 1009, 1020, 1021, 1024, 1033, 1037, 1039, 1086, 1095, 1096, 1108, 1111 genotypes were found to have purple fruit skin. Some genotypes in the black fruit skin group; 208, 216, 237, 1071, 1101, and Fethiye PRT genotypes can be given as examples. Lenticels on fruit; It is usually small, scarce in quantity and usually white in color. Genotypes with intense colour formation (2.74%) and light coloration (15.75%) on fruit flesh were found. The pulp inner colour is mostly red, with little flavour, a little juicy and the pulp texture is good in genotypes. Fruit inner cavity is almost non-existent in genotypes. The amount and size of fruitlets were generally included in the medium group, and the weight of 100 fruitlets was determined in the range of 41-304 mg. The total soluble solids (%) was found to be very high (>20) in general, and the titratable acidity value was found to be in the range of 0.126-0.225 (Table 4).

**Table 4.** Qualitative characteristics of genotypes measured in terms of fruit growth

Fruit with (mm)	16.00%	51.40%	30.00%	1.40%				
	28-38mm (small)	39-49mm (medium)	50-60mm (large)	>60mm (very large)				
Fruit length (mm)	75.00%	19.52%	5.14%					
	29-46 mm (short)	47-54mm (medium)	55-75mm (long)					
Ostiole width (mm)	2.00%	16.00%	45.00%	36.00%				
	<1mm (small)	1-3mm (medium)	4-5mm (large)	>5mm (very large)				
Shape of the fruit stalk	53.00%	23.29%	23.63%					
	short and thick	long and slender	variously					
Abcission of the stalk from the twig	%41.78	%57.88						
	fruit stalk remains attached to the shoot at harvest	easy						
Fruit ribs (logitudinal ridges on the fruit surface)	25.68%	52.00%	22.32%					
	prominent	intermediate	none					
Resistance to ostiole-end cracks	18.83%	33.56%	47.60%					
	susceptible	intermediate	resistant					
Fruit skin ground colour	17.81%	2.06%	26.71%	12.67%	30.14%	8.90%	1.71%	
	purple	brown	green	light green	yellow-green	yellow	black	
Fruit skin colour	34 %	32 %	21 %	13 %				
	yellow	green	purple	black				
Colour formation in the flesh	81.51%	15.75%	2.74%					
	absent	light coloration	intense colour formation					

The average values of the genotypes that stand out in terms of some criteria in this study are summarized below. In shoot length measurements, which is one of the parameters that reveal tree development; 1019 Karabakunya (6.93 cm), 1034 Sakız (8.11 cm) and 1035 Sarı Çiçek (8.95 cm)

showed less than 10 cm growth. 1001 Göklop, 1004 Kuşadası Bardakçı, 1005 Şeker İnciri, 1008 Yeşilgüz and 1029 Sarılop shoot growth were detected in the medium group (10-20 cm). The genotypes in the group between 21-35 cm (long) shoot development was determined as 1002 Bardakçı, 1012 Siyah Orak and 1013 Beyaz Orak. 1019 Mor 1, 216 Siyah and 708 Darpak can be given as examples for those with a shoot diameter of >15mm. 237 Bursa Siyahı (102.80g), 708 Darpak (95.50g), 1029 Sarılop (89.30g) and 1006 Morgüz (65.00g) were given as an example of large-fruited genotypes. An example of genotypes that have a too liquid drop of the ostiole, was given 253 Sultan Selim and 1003 Kara Hünü. An example of the most genotypes width fruit flesh thickness was given 1006 Morgüz (6.28mm), 1001 Göklop (4.71mm), 237 Bursa Siyahı (4.31mm).

The threat of genetic erosion has become a significant risk, especially for fig varieties of the "Smyrna type", and a large number of field gene banks-collection gardens are being established for the solution in different countries. It is very important to develop new approaches to fig growing and to summarize them with international approaches. Alternative methods for genetic resource management should be considered. It is emphasized that the creation of reference collections, the adoption of a universal list of identifiers and guidelines for the safe movement of germplasm, and the definition of diversity standards will be very useful. In fig cultivation, there is a need for the development of high-quality fruiting varieties and new breeding studies (Mars, 2003; Mars et al., 2008; Gozlekci, 2010 and 2011; Gaaliche et al., 2012; Presti and Wasko, 2014; Nader et al., 2019; Padmavati et al., 2021).

Another important detail is the determination of the reasons for the abandonment of local species, their collection and preservation in order to pass them on to the next generation. Forestry reserves, national parks and protected areas are encouraged to facilitate the in situ conservation of plant species. In situ on-farm conservation of useful plant genetic resources is another important concept that promotes the in situ conservation of valuable plant varieties that have been developed and preserved by breeders for centuries in certain areas.

In order to create a healthy database, mislabeling and redundancy, which is frequently encountered in the management of genetic resources, should be eliminated before planting/planting, passport information should be obtained completely, and all accesses that define the genotype should be characterized multiple long years. However, most of the lists of definition contain a large number of descriptors that make it difficult to perform a long and time-consuming characterization. The use of descriptors that best describe the genotype is important in obtaining more reliable data.



In order to ensure the sustainability of the genotypes taken under protection in-situ and ex-situ in the fig field gene banks, and against the risk of loss in fig growing regions, the necessary importance and support should be given by new selection studies.

#### 4. Conclusion

Fig (*Ficus carica* L.) Genetic Resources Conservation and Characterization Project is a continuous Project (2005-2022-...) (Kocataş et al, (2005-2014); (Ayar et al., 2015-2022...)). In this project the collection of multiple data for the characterization of female fig genotypes in field conditions and in the laboratory environment continues with similar approaches and international complements to the genetic resources studies conducted in other countries.

In this study, significant variability was observed among the figs collected from different fig regions of Türkiye. Genotypes with different tree growth, fruit and leaf characteristics were determined.

As a result of the molecular study with 310 fig genotypes in the fig field gene bank, differences were determined between the genotypes. Genotypes collected from 6 geographic regions were analyzed with 14 SSR loci. 7 identical (identical), 54 clone-level similarities, 36 synonyms (different name but (SSR) genetically same) and 22 homonyms (same name but (SSR) genetically different) differences were found (Ergul et al., 2021).

Characterization designs of morphological variability in collections and selection of the most important genotypes should be done carefully to better conserve and exploit genetic resources (Giraldo et al. 2010a and b).

Characterization of fruit species is recognized as a primary and important step to preserve, conserve, maintain and carry out any future breeding program (Gözlekçi, 2010 and 2011; Basheer et al., 2013). The characterization, conservation and sustainability of fig genetic resources and natural plant ponds is considered very important work for future breeding programs and has become one of the principles that are encouraged to be passed down through generations.

#### Acknowledgement

This project covers the general characterization evaluation of all genotypes and cultivars available in the female fig field gene bank of the 'Fig (*Ficus carica* L.) Genetic Resources Conservation and Characterization' project. Nilgün TAN, Ramazan KONAK, Eşref TUTMUŞ, Dr. Birgül ERTAN, Dr. Özlem DOĞAN, Dr. İlknur KÖSOĞLU, Prof. Dr. Ferit ÇOBANOĞLU contributed to the

project in 2005-2006 (each researcher as 2.1%). These researchers were not involved in the project. The data in this project has been updated since 2015. The project continues with leader Dr. Arzu AYAR with the contribution of other researchers Berrin ŞAHİN, Demet MUTLU, Mesut ÖZEN, Aytekin BELGE and Çağlar KARACAOĞLAN. We thanks to all researchers which have been worked this project. There is no conflict of interest between the authors. In the research and ethics of publication were complied with and also ethics committee approval is not required. We thank to General Directorate of Agricultural Research and Policy (TAGEM) and Fig Research Institute in Aydın in Turkey.

## References

- Achtak H., Ater, M., Oukabli, A., Santoni, S., Kjellberg, F., and Khadari, B. (2010). Traditional agroecosystems as conservatories and incubators of cultivated plant varietal diversity: the case of fig (*Ficus carica* L.) in Morocco. In: *BMC Plant Biology*, 10(1), 28.
- Aksoy U., Can. H.Z., Misirli, A., Kara, S., Seferoglu, H.G., Sahin, N. (April, 2003). Fig (*Ficus carica* L.) Selection study for fresh market in Western Turkey. (p:197-203). Spain. *ISHS Acta Horticulturae* 605: II International Symposium on Fig.
- Aljane F., and Ferchichi, A., (2009). Assessment of genetic diversity among some Southern Tunisian Fig (*Ficus carica* L.) cultivars based on morphological descriptors. In: *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 5, (1), 2009-1.
- Anonymous, 2003. International Plant Genetic Resources Institute, (IPGRI), Rome (Italy); Pages: 52 p.
- Anonymous, 2007. UPOV. International Union for the Protection of New Varieties of Plants. TG/FIG (proj.2). Geneva, Spain; pp:52.
- Anonymous 2017. Mabberley's Plant-Book A Portable Dictionary of Plants, their Classification and Uses, 4th Edition by Cambridge University. Available at <https://botany.one/2017/08/mabberleys-plant-book-book-plants/>
- Ayar A., and Seferoğlu, H.G. (2021). Investigations on yield and dried quality of Sarılop fig clones for further registration. In M. Pakyürek (Ed.) *Current Studies on Fruit Size*. (pp:39-72). Ankara. İksad Press.
- Basheer-S.R, Awad, M., Hamdan, Y., and Shtaya, M. (2013). Genetic variability of some palestinian Fig (*Ficus carica* L.) genotypes based on pomological and morphological descriptors. *An-Najah Univ.J.Res.(N.Sc)*, 27(2013), 83-110.
- Benettayeb Z.E, Bencheikh M., Setti B., and Chaillou S. (2017). Genetic diversity of Algerian fig (*Ficus carica* L.) cultivars based on morphological and quality traits. *Indian Journal of Horticulture*, 74 (3), 311-316.
- Çalışkan, O., and Polat, A. A. (2012 a). Morphological diversity among fig (*Ficus carica* L.) accessions sampled from the Eastern Mediterranean Region. *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi/Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 36(1),179-193.
- Dalkilic, Z., Mestav, HO., Dalkilic GG., and Kocatas, H. (2011). Genetic diversity of male fig (*Ficus carica caprificus* L.) genotypes with random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. *Afr. J. Biot.* 10(4),519–526.
- Ergül, A., Büyük, BP., Hazrati, N. Yılmaz F., Kazan, K., Arslan, N., Özmen, CY., Aydın, SS., Bakır, M., Tan, N., Kösoğlu, İ., and Çobanoğlu, F. (2021). Genetic characterisation and population structure analysis of Anatolian figs (*Ficus carica* L.) by SSR markers. *Folia Horticulturae*. 33(1) (2021), 49–78. DOI: 10.2478/fhort-2021-0005.

- Gaaliche, B., Saddoud, O., and Mars, M. (2012). Research article morphological and pomological diversity of fig (*Ficus carica* L.) cultivars in Northwest of Tunisia. International Scholarly Research Network, *ISRN Agronomy*. 2012, (9) DOI:10.5402/2012/326461.
- Gabibova A. R., Gasaynieva Z. A., and Zalibekov, M. D.(2021). Populations of the rare *Ficus carica* L. in the arid conditions of Dagestan. System Study Of Arid Territories. *Arid Ecosystems*, 11, 256–261
- Giraldo E., and Corrales M.L., (2010a). Selection of the Most discriminating morphological qualitative variables for characterization of fig germplasm. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 135(3):240-249.
- Giraldo, E., Corrales M.L., and Hormaza., J.I. (2010b). Selection of the most discriminating morphological qualitative variables for characterization of fig germplasm. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 135:240–249.
- Gozlekci S. (2010). Selection studies on fig (*Ficus carica* L.) in Antalya Province of Turkey, 9(46)
- Gözlekçi, S. (2011). Pomological traits of fig (*Ficus carica* L.) Genotypes collected in the West Mediterranean Region in Turkey. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 21(4).
- Khadari B, Grout C, Santoni S, and Kjellberg F. (2005). Contrasting genetic diversity and differentiation among Mediterranean populations of *Ficus carica* L.: a study using mtDNA RFLP. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 52: 97-109.
- Khadivi A., Anjam, R., and Anjam, K. (2018). Morphological and pomological characterization of edible fig (*Ficus carica* L.) to select the superior trees. *Scientia Horticulturae*, 238, 66-74.
- Kocataş, H., Kösoğlu, İ., and Altunkaya, O.(2005-2009). İncir Genetik Kaynakları Muhafaza ve Değerlendirme Araştırma Projesi. İncir Araştırma Ens. Müd.,Aydın.
- Kocataş, H., Kösoğlu, İ., Özen, M., Belge, A., and Arpacı, S. (2010-2014). İncir Genetik Kaynakları Muhafaza ve Değerlendirme Araştırma Projesi. İncir Araştırma Ens. Müd.,Aydın.
- Küden, A.B., Tanriver, E., and Kaşka, N., (October, 1995). Çukurova Bölgesi'ne önerilebilecek bazı incir çeşit ve klonlarının saptanması. *Türkiye 2. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, (p. 663-667), Adana, Turkey.
- Küden, A.B., and Tanriver, E., (1998). Plant genetic resources and selection studies on figs in the East Mediterranean And South East Anatolia Regions. *ISHS Acta Horticulturae 480: I International Symposium on Fig*. DOI: 10.17660/ActaHortic.1998.480.6
- Mahdavian M., Lessani H., Kuhi M., Zare H., Akrami M., and Tabatabaei Z. (2007). Morphological and pomological characteristics of figs from Istahban, Iran. *ISHS Acta Horticulturae 760: XXVII International Horticultural Congress - IHC2006: II International Symposium on Plant Genetic Resources of Horticultural Crops*. DOI: 10.17660/ActaHortic.2007.760.74
- Mars M., (2003). Fig (*Ficus carica* L.) genetic resources and breeding. *ISHS Acta Horticulturae 605: II International Symposium on Fig*. DOI: 10.17660/ActaHortic.2003.605.1
- Mars M., Chatti K., Saddoud O., Salhi-Hannachi A., Trifi M., and Marrakchi M. (2008). Fig cultivation and genetic resources in Tunisia, *ISHS Acta Horticulturae 798: III International Symposium on Fig*. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.798.2
- Moisescu, E and Stănică, F.( 2021). Preliminary results regarding the behavior of some fig genotypes in Bucharest Area Conditions. *Issn-L 2285-5653. Horticulture*. 1 (2021).
- Nader, R.A., Rehab, M.A., Hayssam, MA., Mohamed, Z.M.S., Kamal, FA., and Mohamed, SE., (2019). Morphological, pomological, and specific molecular marker resources for genetic diversity analyses in fig (*Ficus carica* L.) *Hort Science* 54(8):1299–1309.
- Padmavati G. G., Gowthmi R. Tripathi, K., Kumar PV., Tyagi, V., Singh, N., and Gupta V. (2021). Genetic resources. *Environment and Climate-smart Food Production* (pp: 109-149).
- Podgornik, M., Vuk, I., Vrhovnik, I., and Mavsar. D.B. (2010). A survey and morphological evaluation of fig (*Ficus carica* L.) genetic resources from Slovenia. *Scientia Horticulturae*,125(3), 380-389
- Presti, F.T., and Wasko A.P.(2014). A review of microsatellite markers and their application on genetic diversity studies in parrots. *Open J. Genet.* 4(2):69.
- Stover, E. and M. Aradhya. (2005). Fig genetic resources and research at the us national clonal germplasm repository in Davis, (pp. 57–68). *III Inter. Symp. on Fig*, California.
- Saddoud, O., Baraket, G., Chatti, K., Trifi, M., Marrakchi, M., and Salhi-Hannachi, A. (2008). Morphological variability of Fig (*Ficus carica* L.) cultivars. 35-51

- Simsek, E., Kilic, D., and Caliskan, O. (2003). Phenotypic variation of fig genotypes (*Ficus carica* L.) in the Eastern Mediterranean of Turkey. *Genetika*, 52(3), 957-972. <https://doi.org/10.2298/GENSR2003957S>
- Simsek, M. and Yildirim H.. (2010). Fruit characteristics of the selected fig genotypes. *Afr. J. Biot.* 9:6056–6060.
- Simsek, M., Gulsoy, E., Kirar M Z., Turgut, Y., and Yucel, B. (2017). Identification and selection of some female fig (*Ficus carica* L.) Genotypes From Mardin Province of Turkey. *Pak. J. Bot.*, 49(2): 541-546.
- Simsek, E., Kilic,D., and Caliskan, O. (2020). Phenotypic variation of fig genotypes (*Ficus carica* L.) in the Eastern Mediterranean of Turkey. *Genetika*, 52(3), 957-972, <https://doi.org/10.2298/GENSR2003957S>
- Tanriver, E. (2019). Fig Production and Germplasm in Turkey. *Modern Fruit Industry*. (pp.105). <http://dx.doi.org/105772/intechopen.78101>.
- Tripathi, P., (2017). Principles, Strategies and practices of exploration, collection, characterization, evaluation and cataloging of plant genetic resources important fruit crops. Project: Plant genetic Resources of Horticultural Crops, DOI: 10.13140/RG.2.2.15781.60648
- Zhou, H., J. Liao, Y.-P. Xia, and Y.-W., Teng., (2013). Morphological characteristics for classifying ever green azalea (*Ericaceae*) cultivars in china using numerical taxonomy. *Pak. J. Bot.* 45:593–598.



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 5(1), 20-30, 2023  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>




Araştırma Makalesi / Reserch Article

Doi: [10.47898/ijeased.1210378](https://doi.org/10.47898/ijeased.1210378)

## Physical Properties and Evaluation of Some Geothermal Waters in Bitlis, Van and Bingöl provinces

Ayşe BİCER \*

Department of Bio Engineering, Turgut Ozal University, Malatya Turkey

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : <a href="mailto:ayse.bicer@ozal.edu.tr">ayse.bicer@ozal.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0003-4514-5644">https://orcid.org/0000-0003-4514-5644</a> , A. Biçer	Geliş Tarihi / Received Date : 26.11.2022 Revizyon Tarihi / Revision Date : 29.12.2022 Kabul Tarihi / Accepted Date : 15.01.2023 Yayın Tarihi / Published Date : 15.07.2023
Alıntı / Cite : Bicer, A. (2023). Physical Properties and Evaluation of Some Geothermal Waters in Bitlis, Van and Bingöl provinces, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 5(1), 20-30.	

### Abstract

This study focused on the geothermal hot springs in the Bitlis, Van, and Bingöl provinces in the Eastern Anatolia Region of Türkiye. These geothermal hot springs are Çukur, Nemrut, Ilıcakoy (Bitlis), Erciş, Çaldıran, Gürpınar (Van), Kös, Karlıova, and Hasköy (Bingöl) which are mostly dependent on regional tectonic regime. These hot waters contains sodium, calcium, bicarbonate, and chloride and their temperature ranges from 33 °C to 80°C, which are not suitable for electricity generation. Nevertheless these hot waters are sources of healing water used balneological purposes in Turkish baths and mainly for residences heating.

**Keywords:** Hot water, Geothermal, Balneotherapy, Healing water, Heating.

### *Bitlis, Van ve Bingöl İllerindeki Bazı Jeotermal Suların Fiziksel Özellikleri ve Değerlendirilmesi*

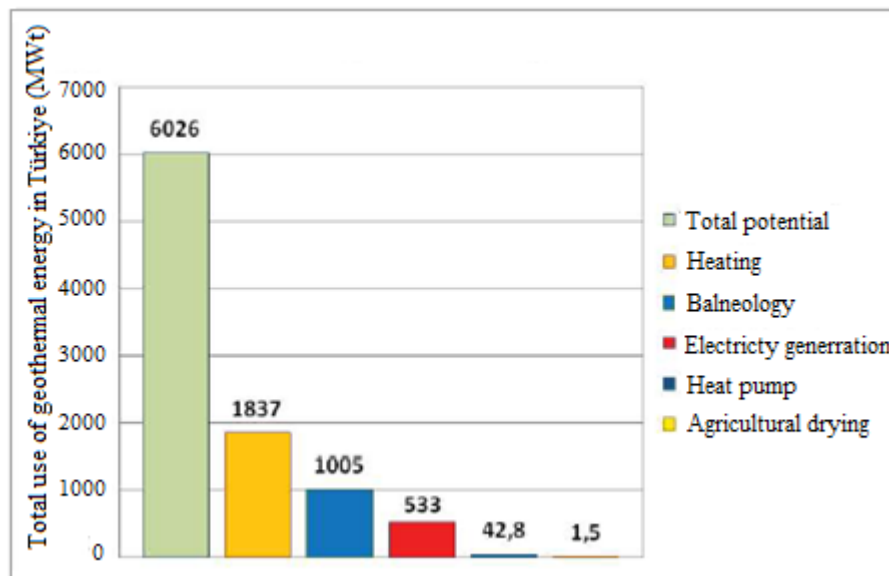
*Bu çalışmanın inceleme alanı, Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Bitlis, Van ve Bingöl illerinde bulunan jeotermal kaynakları kapsamaktadır. Bu kaynaklar, Çukur, Nemrut, Ilıcakoy (Bitlis), Erciş, Çaldıran, Gürpınar (Van), Kös, Karlıova ve Hasköy (Bingöl) sıcak suları olup tektonik rejime bağlı olarak gelişmişlerdir. Genelde sodyumlu, kalsiyumlu-bikarbonatlı, klorürlü, sıcak sular sınıfına giren kaynak suların sıcaklıkları 33 °C ile 80 °C arasında değişir ve elektrik üretimi için uygun değildir. Yine de bu sıcak suların, kaplıca ve balneolojik amaçlı ve daha çok konutların ısıtılmasında kullanılan şifalı su kaynaklarıdır.*

**Anahtar Kelimeler:** Sıcak su, Jeotermal, Balneoterapi, Şifalı su, Isıtma.

## 1. Introduction

Geothermal energy is a renewable energy source from a hot fluid originating from the earth's heat (Mert & Aydın, 2017). Geothermal energy is hot water and steam formed by the heat accumulated deep in the earth's crust. It has a continuous temperature of more than 20 °C and may contain more dissolved minerals, various salts, and gases than normal groundwaters and surface waters around it (Kıranşan & Şengün, 2013). Geothermal fluid is divided into three groups according to its temperature: low (20-70 °C), medium (70-150 °C), and high temperature (>150 °C). High-temperature fluids are used to generate electricity, while low- and medium-temperature fluids are used for heating and spa tourism. Moreover, geothermal fluids are also used for different purposes, such as chemical production, aquaculture, etc (Elmastas, 2008).

Direct utilization of geothermal energy in the World has increased from 8664 MWt in 1995 to 70.885 MWt in 2015 (Lund & Boyd, 2016). Since the 1960s, 230 geothermal fields (20 °C to 287 °C) have been discovered in Türkiye (Mertoğlu et al., 2015). Hence, Türkiye ranks seventh worldwide and 1<sup>st</sup> in Europe regarding geothermal heat potential (Mert & Aydın, 2017). The geothermal wells and resources in Türkiye have a total geothermal capacity of 8000 MWt and a calculated potential of 60000 MWt (Mert & Aydın, 2017). Figure 1 shows the potential and distribution of geothermal energy utilized in Türkiye.



**Fig. 1** Total use of geothermal energy in Türkiye (Düzen, 2016; Akkuç & Alan, 2015)

Türkiye has 410 geothermal water resources with different flow rates, temperatures, radioactivities, molten mineral ratios, and accessibility (Lund&Toth, 2021), Doğanay, 1999; Doğaner, 2001; Sayılı et al., 2007; Akbulut, 2010). The Eastern Anatolia Region ranks third with 64 geothermal water resources (Özşahin & Kaymaz, 2013).

The geothermal water resources in Eastern Anatolia are located on fault lines or in volcanic zones. These geothermal resources are unsuitable for electric power generation due to their low-to-medium-temperature. They contain different minerals (sodium, bicarbonate, sulfur, sulfate, chloride, etc.). They are mostly used for heating and spa tourism. Geothermal water resources are high in demand because they have therapeutic physical and chemical properties (Elmastas, 2008).

Erzurum, Erzincan, Ağrı, Bingöl, Bitlis, Van, and Elazığ provinces in the Eastern Anatolia region are rich in thermal resources. This study investigated the chemical and physical properties of some geothermal waters in Bitlis, Van, and Bingöl.

## 2. Geothermal Regions

This study focused on the Çukur, Nemrut, Ilıcaköy (Bitlis), Erciş, Çaldıran, Gürpınar (Van), Kös, Karlıova, and Hasköy (Bingöl) geothermal spring waters. Table 1 shows their chemical properties.

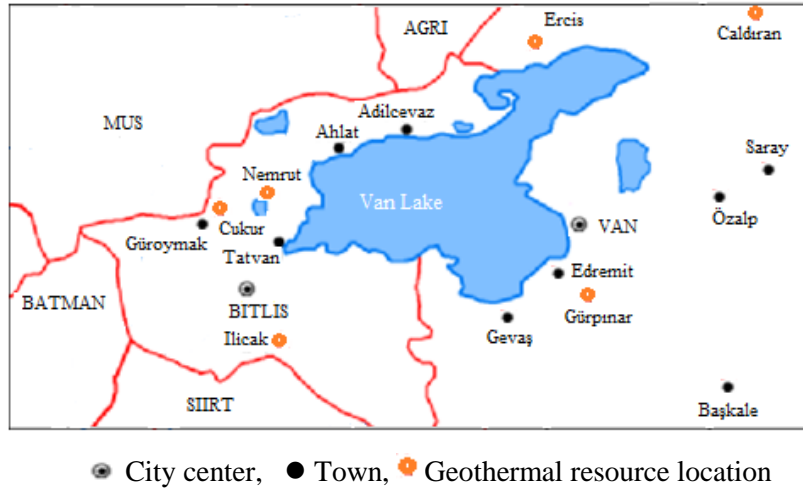
**Table 1.** Chemical properties of spring waters (mg/l), (Elmastas, 2008; Düzen, 2016; Celebi, 1994)

Component	Bitlis			Van			Bingöl		
	Çukur	Nemrut	Ilıcaköy	Erciş	Çaldıran	Gürpınar	Kös	Karlıova	Hasköy
Na	429.17	350	200.29	838	610	24	167.1	686	114
Ca	143.93	38	7.0	135	165	164	144.2	77.1	180
K	54.68	38	3.24	99	150	0.3	20.3	104	9.9
Mg	85.89	4	22.08	14	22.2	110	58.3	39.5	19.8
Fe	5.22	-	3.60	-	-	-	0.12	0.12	0.05
Al	0.09	-	0.25	-	-	-	4.23	-	0.01
NH <sub>4</sub>	12.20	-	12.20	0.31	3.6	0.1	-	-	0.01
Zn	0.52	-	0.01	-	-	-	-	-	-
Cu	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Li	731.76	-	-	2	2.3	-	-	-	-

### 2.1. Geothermal Fields in Bitlis

Bitlis is located in the Upper Murat-Van part of the Eastern Anatolia Region. The northern part of the Bitlis has several volcanic cones formed as a result of volcanic activities between Neogene to Quaternary. The most significant one volcanic cones in the Bitlis area is, Nemrut stratovolcano, which has erupted volcanic material in several phases (Elmastas, 2008). It consists of volcanic rocks, such as andesite and basalt, while the volcanic material formed a dike to the west, in the northern parts of

Lake Van. Bitlis has three geothermal areas (Çukur (Güroymak), Nemrut (Ilgöl), and Ilıcaköy (Taggermav)] with water temperatures between 38 °C and 60 °C (Fig. 2), (Elmastas, 2008).



**Fig. 2** Geothermal resources locations in Bitlis and Van (Elmastas, 2008)

### 2.1.1. Çukur (Güroymak) Geothermal Field

Çukur (Güroymak) geothermal field is located 10 km from the Güroymak district center and north of Bitlis province (Fig. 2). It is located at the west of the Nemrut stratovolcano and at the intersection of the Mount Nemrut stratovolcano and the Muş plain. The spring waters are accumulated on the exit points of the springs and form a pond with a diameter of 40-50 meters. Located on the fault line running east-west, Çukur (Güroymak) geothermal field has 13 springs with flow rates of 10 to 12 l/sec. It is the largest geothermal field in the province in terms of flow rate. The temperatures of the springs are between 37.5 °C and 39 °C. Hence, these springs could be considered as low-temperature waters. The springs have suitable temperature and flow characteristics for hot spring tourism and fish production (Elmastas, 2008). Therefore, local people use the springs not only for touristic purposes but also for treating diseases (rheumatism, skin diseases, etc.). Nevertheless, this geothermal potential may also have potential for domestic heating and greenhouse purposes due to their temperatures.

### 2.1.2. Nemrut (Ilgöl) Geothermal Field

Nemrut (Ilgöl) geothermal field is located within the Nemrut caldera formed on the Nemrut stratovolcano and it is 15 km from Tatvan and 25 km from Ahlat. Thus, it is easy to access, except in winter period, for touristic purposes. Nemrut caldera covers an area of approximately 48 km<sup>2</sup>. It is 8.4 km long in the east-west direction and 7.2 km in the north-south direction. Lake Nemrut is located



in its western part of Nemrut stratovolcano, while Lake İlgöl is in its northeast part (Güner, 1984), (Fig. 2).

Geothermal springs are on the fault line extending in the E-W direction north of Lake İlgöl. There are two hot springs on this fault zone. The temperatures of Nemrut hot springs are between 46 °C and 60 °C and this spring discharges into Lake İlgöl. Furthermore, Nemrut hot springs are bicarbonate and sodium waters. This spring could also use for treatment of various diseases (rheumatism and dermatological disorders) (Erişen et al., 1996).

### **2.1.3. Ilıcaköy (Taggermav) Geothermal Field**

Ilıcaköy (Taggermav) geothermal field is located in Ilıcaköy in the Bölük yazı sub-district of the central district of Bitlis (Fig. 2). The spring waters are located on the metamorphic Bitlis Massif and are on the right side of the Seyhçıman stream valley. The springs are located on a probable fault zone, which is approximately in the E-W direction of the valley (Elmastas, 2008).

Ilıcaköy geothermal spring waters are hyperthermal mineral waters in terms of physical classification. They are sodium, bicarbonate, and chloride waters regarding chemical classification and their flow rate is 1.3 l/s (Table 2). They are using for rheumatism and dermatological disorders treatments and they have usages as baths (Elmastas, 2008).

## **2.2. Geothermal Fields in Van**

### **2.2.1. Ercis-Zilan**

Zilan geothermal field is located at 30 km north of Erciş and Lake Van and is between the villages of Hasanaptal-Şorköy Gergili in the Zilan valley, which are between 1850 and 3500 meters above sea-level (Fig. 2). The thermal springs in Erciş geothermal field have temperatures of 34 to 80 °C, flow rates of 9 to 18 l/sec, and pH values of 6.0 to 8.5 (Düzen, 2016). These features allow to them use for spa facilities, and greenhouses. In addition, they could use for rheumatism and dermatological disorders treatments.

### **2.2.2. Çaldıran**

Çaldıran geothermal field is in the Çaldıran plain northeast of Lake Van (Fig. 2). Many hot, mineral and cold-water springs are discharging along the Çaldıran fault zone. Ayrancılar (25-36 °C) and Buğulu (36 °C) are the most important hot water springs in this area (Mutlu & Aydın, 2010). According to the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), the hot and

mineralized waters in the Çaldıran geothermal field have temperatures between 14.0 and 60.8 °C their flow rates range from 1 to 8 l/sec, and a pH value is 6.72 (Akkuş et al., 2005). The hot springs in this area are using for touristic and therapeutic purposes (rheumatic and skin diseases). Besides these purpose, they could also be used for heating greenhouses in Çaldıran, which is one of the coldest districts in Türkiye (-45 °C).

### **2.2.3. Gürpınar**

Gürpınar geothermal springs are located in approximately 24 km south of Van, and they have igneous origin. These springs are located along the Gürpınar fault. They have a temperature of 37 °C, a flow rate of 6.7 l/sec, and a pH value of 6.1, (Düzen, 2016). Hence, they could have potential for touristic purposes and as greenhouse heating.

## **2.3. Geothermal Fields in Bingöl**

Bingöl hosts the most important geothermal potential in the Eastern Anatolia (Fig. 3). These geothermal resources are mainly located on the East Anatolian Fault Zone. The main geothermal resources in Bingöl province are Kös Hot Spring, Göynük Hacılar Hot Springs, and Yayladere Hasköy Hot Springs (Kıransan & Sengün, 2013).

### **2.3.1. Kös Hot Springs**

Bingöl Kös Hot Springs is located in Kös village of Ilıcalar town, 20 km northeast of the Bingöl-Erzurum highway (Fig. 3). The region has important hot springs and spa culture. The hot springs are located on the west bank of the Kös Stream valley, which runs north-south, or on the valley floor on the right bank. The hot spring waters are carbon-dioxide and carbon-gas waters (Bulut & Girgin, 2001).

Bingöl Kös hot Springs are hyperthermal waters (36-45 °C), which are rich in minerals and have a flow rate of 35 l/sec (Çomak & Günceğörü, 2012). They might increase gastric and intestinal motility and urination. Furthermore, they could improve digestion and partially empty the gall bladder. Even though they are drinkable on site, they cannot be bottled due to sediment proportion (Bulut & Girgin, 2001). They are good for osteoporosis, tooth decay, diabetes, rheumatism, sciatica neuritis, and bone, gastrointestinal, urinary tract, nervous, cardiovascular, and gynecological diseases (Kıransan & Sengün, 2013).



**Fig. 3** Bingöl spring waters

**Table 2** Physical properties of spring waters (Elmastas, 2008; Mert&Aydın, 2017; Kıranşan&Şengün, 2013)

Properties	Bitlis			Van			Bingöl		
	Çukur	Nemrut	Ilıcaköy	Erciş	Çaldıran	Gürpınar	Kös	Karlıova	Hasköy
Temperature, (°C)	37.5-39	46-60	44	34-80	14-61	37	36-47	62	33
pH	6.72	6.2	9.1	6.3	6.72	6.1	6.7	7.1	6.1
Flow rate, (l/s)	10-12	1	1.3	27	10.5	6.7	35	35	8

### 2.3.2. Hasköy Hot Springs

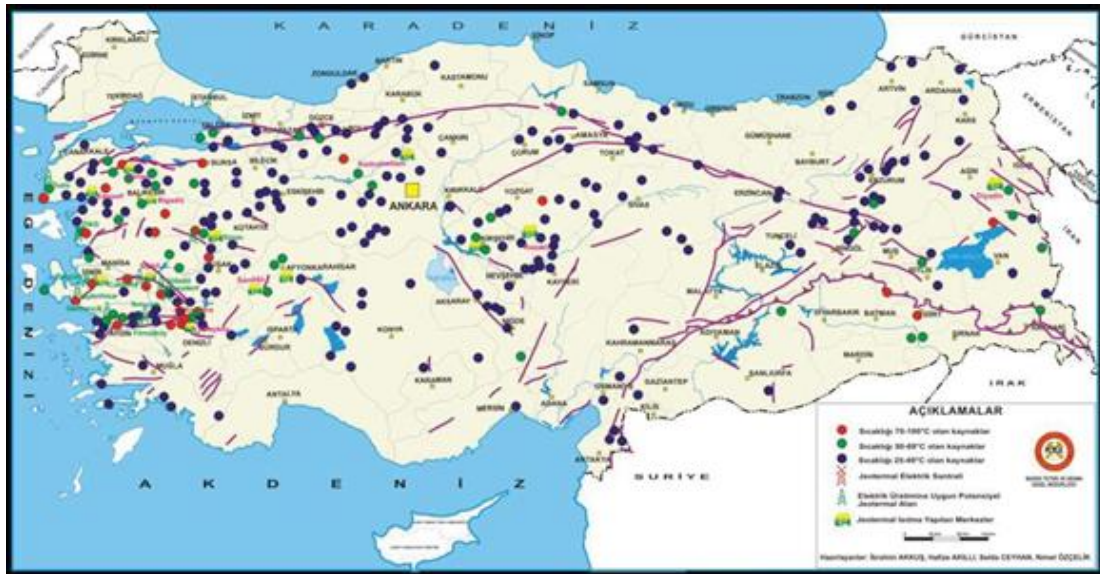
Hasköy thermal springs are located about 5 km south of Yayladere, Bingöl. It is sodium water containing bicarbonate. The local people either drink or swim in it because they believe it has therapeutic properties. Hasköy thermal springs also soothing and wound healing properties. The water heals wounds and is good for malnutrition, urinary, kidney diseases, and rheumatism. Hasköy thermal springs are also known as fault thermal springs. They have a temperature of 33 °C and a pH value of 6.10 (Celebi, 1994).

### 2.3.3. Karlıova Hacılar Geothermal Borehole

Karlıova Hacılar Geothermal Borehole is 30 km south-east of the Hacılar village in the Karlıova district of Bingöl. It is located on the banks of the Hubus stream. It is about 45-50 kilometers from Bingöl. It has a water temperature of 62 °C, a pH value of 7.1 and a flow rate of 35 l/sec (Şahan, 2011).

## 3. Results and Discussion

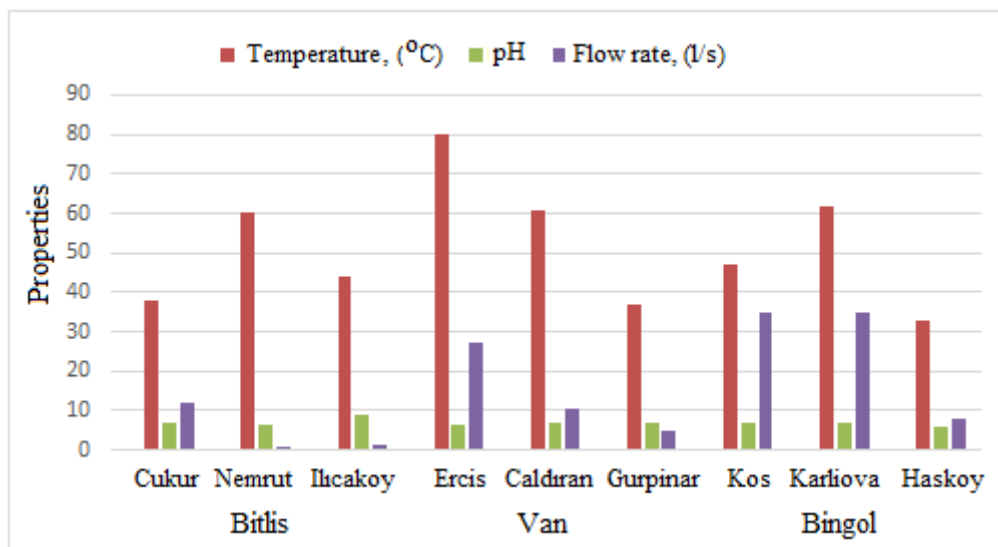
There is a positive correlation between the distribution of thermal water resources and fault lines in Türkiye. In other words, the main fault zones have numerous thermal springs (Fig.4).



**Fig.4** Thermal water resources and fault lines distribution relationship map in Türkiye (Düzen, 2016)

For power generation, the temperature must be higher than 150 °C. Hence, Nemrut, Ilıcaköy, Erciş, Çaldıran, Kös, and Karlıova geothermal waters do not have any power generation potential since their temperatures lower than 150 °C. Nevertheless, their temperatures are suitable for heating houses and greenhouses and for tourist purposes. Çukur, Gürpınar, and Hasköy geothermal waters have a temperature below 40 °C, which make them for tourist or aquacultural purposes (Fig 5).

We should first turn ılıcas into hot springs to put them to public use. In this way, they will attract more attention and contribute to the protection of public health. They should be made available not only to local people but to tourists as well. These waters can be used for greenhouse purposes. They can also be bottled and sold as mineral water, contributing to the local economy.



**Fig. 5** Physical properties of spring waters

### **3.1. Geothermal Fields in Bitlis**

Bitlis is rich in geothermal water springs. The touristic geothermal waters of Nemrut (Iligöl) have a temperature of 46 to 59.5 °C. There are no facilities on Nemrut geothermal springs. Permanent facilities may pollute the waters of Nemrut and Iligöl, which do not have a surface outflow. Therefore, precaution should be taken from anthropogenical related pollution in this area. Ilıcaköy geothermal area is located in the Seyhçuman valley, covered with forests in the Southeastern Taurus Mountains.

Çukur geothermal field has 13 hot springs (flow rates of 10 to 12 l/sec) on the same line. It is the largest geothermal area in Bitlis. We need to analyze these hot springs chemically, physically, and biologically to determine what kind of diseases they are good for health. Therefore, this field should be utilized within the framework of health tourism.

The hot waters drilled around the Çukur geothermal springs have a reservoir temperature of 200 °C (Elmastas, 2008). This indicates the existence of uncooled pockets underground and the geothermal energy generation potential in the basin. This potential can also be utilized residence heatings in Güroymak. Overall, the geothermal hot springs in Bitlis have potential for therapeutic, greenhouse, and fishery purposes. Hence they can provide contributions into the province's economic development.

### **3.2. Geothermal Fields in Van**

Van provinces has a continental climate and easy to do greenhouse farming in and around it. Because, it has geothermal energy at its disposal and it receives long hours of sunlight throughout the year. Vegetables are cultivated in greenhouses and tunnels in and around Van. However, farmers can extend the vegetation period and grow warm climate vegetables even in winter by heating greenhouses through hot springs.

Van is located in a tectonically compressional zone. Moreover, a new geothermal activity will likely occur there because the 2011 earthquake led to new fault systems. Therefore, Van has tectonic activities and fault systems. All in all, we should use the region's geothermal potential.

### **3.3. Geothermal Fields in Bingöl**

Bingöl is one of the richest provinces in the Eastern Anatolia Region in terms of geothermal water resources. Therefore, geothermal fields in this province have the potential to contribute to the local economy.

Kös Hot Springs have great potential regarding their geographical location, water temperature, and chemical composition. The locals have been using them for recreational and therapeutic purposes since the first facilities were built. Facilities should be both therapeutic centers and holiday resorts. Therefore, we need to build more service units. People use Kös Hot Springs for hygiene and therapeutic purposes (tooth decay, fluorine deficiency, bone, gastrointestinal, urinary tract, nervous, gout, cardiovascular, diabetes, and gynecological diseases).

Hot water from hot springs and boreholes in the Karlıova district can be used for heating of residences and greenhouses. Furthermore, the recent facilities in this district should be renovated in order to improve touristic activities.

Research studies show that Hasköy hot springs treat many diseases (nutritional disorders, kidney diseases, rheumatism, etc. (Kıranşan & Şengün, 2013). As like in Karlıova district, the facilities (e.g., baths) in this area should also be modernized in order to make them attractive for health tourism, and improvements for bottling hot spring water as mineral water could also have additional economic potential. Furthermore, springs in this area have potential greenhouse heating.

#### **4. Conclusions**

This study focused on the geothermal hot springs in Bitlis, Van, and Bingöl in the Eastern Anatolia Region. The following are the results:

1- The geothermal hot springs in Bitlis, Van, and Bingöl have low temperatures and medium flow rates. Therefore, they are not suitable for geothermal power generation. However, researchers should investigate whether we can install mixed systems (solar energy, natural gas, etc.) to generate power.

2- The local people of Bitlis, Van, and Bingöl use the hot springs in spas, baths, and fish farms. They make use of them for balneological purposes (thermal tourism). They also use them for heating (residential, thermal plant, and greenhouse) and wet food drying. Nevertheless, further studies should be done in order to find out additional usages of these springs.

3- The hot springs should be made available not only for local tourism but for regional tourism as well. Therefore, the recent facilities should be modernized in order to make them more attractive for regional tourists.

## References

- Akbulut G., (2010). Türkiye’de kaplıca turizmi ve sorunları. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9 (1), 35-54.
- Akkuç I., Alan H., (2015). Türkiye’nin jeotermal kaynakları, projeksiyonlar, *Jeoloji Mühendisleri Odası*, Yayın no:123, Ankara.
- Akkuş İ., Akıllı H., Ceyhan S., Dilemre A., Tekin, Z., (2005). Türkiye jeotermal kaynaklar envanteri, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Envanter Serisi: 2001*, 849.
- Bulut İ., Girgin, M., (2001). Bingöl Kos kaplıcalarının coğrafi etüdü, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 5, 59-81.
- Celebi H., (1994). Haskoy, Alinyazı ve Sabırtaş (Bingöl) ılıca sularının jeohidrokimyasal özellikleri, *Ekoloji Dergisi*, Sayı: 10.
- Çomak N., Güncögürü B., (2012). Kös kaplıcalarının turizme kazandırılması, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 26, 55-70.
- Doğanay H., Soylu H., (1999). Deliçermik Kaplıcasının turizm açısından önemi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 34, 1-18.
- Doğaner S., (2001). Türkiye turizm coğrafyası, *İstanbul: Çantay Kitabevi*.
- Elmastas N., (2008). Geothermal spring in Bitlis province, *Doğu Coğrafya Dergisi* 19, 89-104.
- Erisen B., Akkus N.U., Koçak A., (1996). Türkiye jeotermal envanteri. *MTA Genel Müd.* Ankara.
- Güner Y., (1984). Nemrut Yanardağı’nın jeolojisi, jeomorfolojisi ve volkanizmasının evrimi. *Jeomorfoloji Dergisi* 12, 31-32.
- Düzen H., (2016). Sürdürülebilir kalkınma açısından jeotermal enerjinin değerlendirilmesi: Van ili (Türkiye) örneği, *10<sup>th</sup> International Clean Energy Symposium*, 24-26 October 2016, Istanbul, Turkey.
- Kıranşan K., Şengün M.T., (2013). Bingöl ili jeotermal kaynakları, *Coğrafyacılar Derneği Yıllık Kongresi Bildiriler Kitabı*, 19-21 Haziran 2013, Fatih Üniversitesi, İstanbul
- Lund J.W., Toth A.N., (2021). Direct Utilization of Geothermal Energy 2020 Worldwide Review, *Proceedings World Geothermal Congress*, Reykjavik, Iceland, April - October 2021.
- Mert B.A., Aydın A., (2017). Çaldıran/VAN Jeotermal enerji kaynakları ve kullanım olanaklarının araştırılması, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi/ Journal of the Institute of Natural & Applied Sciences* 22 (1), 12-20.
- Mertoğlu O., Şimşek Ş., Başarır, N., (2015). Geothermal country update report of Turkey (2010-2015), *Proceedings World Geothermal Congress*, Australia, 9, Paper No: 01046.
- Mutlu H., Aydın H., Çaldıran (Van) (2010). jeotermal sahasının hidrojeokimyasal etüt raporu, *JEOMAR Jeotermal Enerji Sanayi ve Ticaret A.Ş.*, 63.
- Özşahin E., Kaymaz Ç.K., (2013). A geographic evaluation of thermal water sources of Turkey, Ataturk University, *Journal of Social Sciences* 50, 25-38.
- Sayılı M., Akça H., Duman T., Esengun K., (2007). Psoriasis treatment via doctor fishes as part of health tourism: A case study of Kangal fish spring, Turkey. *Tourism Management* 28, 625-629.
- Şahan M., (2011). *Bingöl Karlhova Hacılar BH-1 jeotermal sondaj kuyu bitirme raporu, MTA*.



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 5(1), 31-54, 2023  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Araştırma Makalesi / *Research Article*

Doi: [10.47898/ijeased.1247046](https://doi.org/10.47898/ijeased.1247046)

## Mikro Şebekeler için Enerji Yönetimi ve Gerilim Kontrol Algoritmalarının Geliştirilmesi: Alçak Gerilim Seviyesinde Statik Voltaj Regülatörü Örneği

Enes BEKTAŞ<sup>1,2\*</sup>, Kamil Çağatay BAYINDIR<sup>2</sup>, Alper TERCİYANLI<sup>3</sup>, Adnan TAN<sup>4</sup>,  
Hüseyin CANBOLAT<sup>2</sup>, Hasan YILMAZ<sup>5</sup>






<sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Çankırı, 18100, Türkiye.

<sup>2</sup> Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Ankara, 06010, Türkiye.

<sup>3</sup> İnavitas Enerji, Ankara, 06560, Türkiye.

<sup>4</sup> Çukurova Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Adana, 01250, Türkiye.

<sup>5</sup> Fırat Elektrik Dağıtım A. Ş., Elazığ, 23040, Türkiye.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : <a href="mailto:enesbektas@karatekin.edu.tr">enesbektas@karatekin.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-8380-4519">https://orcid.org/0000-0002-8380-4519</a> , E. Bektaş  <a href="https://orcid.org/0000-0002-9413-5162">https://orcid.org/0000-0002-9413-5162</a> , K. Ç. Bayındır  <a href="https://orcid.org/0000-0003-2671-2615">https://orcid.org/0000-0003-2671-2615</a> , A. Terciyanlı  <a href="https://orcid.org/0000-0002-5227-2556">https://orcid.org/0000-0002-5227-2556</a> , A. Tan  <a href="https://orcid.org/0000-0002-2577-0517">https://orcid.org/0000-0002-2577-0517</a> , H. Canbolat  <a href="https://orcid.org/0000-0002-5420-6456">https://orcid.org/0000-0002-5420-6456</a> , H. Yılmaz	<b>Geliş Tarihi / <i>Received Date</i></b> : 03.02.2023 <b>Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i></b> : 18.03.2023 <b>Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i></b> : 25.03.2023 <b>Yayın Tarihi / <i>Published Date</i></b> : 15.07.2023

**Alıntı / *Cite*** : Bektaş, E., Bayındır, K. Ç., Terciyanlı, A., Tan, A., Canbolat, H., Yılmaz, H. (2023). Mikro Şebekeler için Enerji Yönetimi ve Gerilim Kontrol Algoritmalarının Geliştirilmesi: Alçak Gerilim Seviyesinde Statik Voltaj Regülatörü Örneği, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi , 5(1), 31-54.

### Özet

Son yıllarda dağıtık enerji üretiminin artması ile birlikte alçak gerilim (AG) tarafta, tüketici geriliminde yükselmeler meydana gelmektedir. Aynı zamanda ters güç akışı, şebeke dengesizliği gibi problemler ile birlikte gerilimdeki yükselme, enerji hatları üzerinde kayıplara yol açarak sistemi veriminin düşmesine neden olmaktadır. Bu makalede, AG mikro şebekeler için gerilim problemlerinin çözümüne yönelik, mikro şebeke önüne statik voltaj regülatörü (SVR) bağlanmıştır ve SVR gerilim kontrol algoritması geliştirilmiştir. Gerilim kontrol algoritmasının mikro şebeke için önerilen Kural Tabanlı ve Optimizasyon Tabanlı Enerji Yönetimi Sistemleri (EYS) ile birlikte uygulanmasına yönelik benzetim çalışması yapılmıştır. IEEE 13 bara test sistemi ve önerilen algoritmalar Simulink/MATLAB ortamında oluşturulmuştur. Optimizasyon tabanlı EYS sonuçları, Python programlama dili kullanılarak elde edilmiştir. Gerçek gerilim ve yük profili otomatik sayaç okuma sistemi (OSOS) verilerinden alınmıştır ve elde edilen sonuçlar SVR



gerilim kontrol algoritmasının, mikro şebekelerinin gerilimini istenilen seviyeye indirilmesinde etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. Aynı zamanda Optimizasyon Tabanlı EYS ile mikro şebekelerin daha efektif bir şekilde yönetilebileceği benzetim çalışması sonuçları ile doğrulanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji Yönetim Sistemi (EYS), Gerilim Regülasyonu, Mikro Şebeke, Optimizasyon.

## ***Development of Energy Management and Voltage Control Algorithms for Microgrids: A Case Study with Static Voltage Regulator at Low Voltage Level***

### ***Abstract***

*Recently, with the increase in distributed energy production, consumers' voltage rises on the low voltage (LV) side. At the same time, problems such as reverse power flow and grid instability together with the increase in voltage cause power line losses, therefore system efficiency decreases. This paper proposes a static voltage regulator (SVR) voltage control algorithm to solve LV microgrids' voltage problems. A simulation study has been carried out for the implementation of a voltage control algorithm together with the Rule Based and Optimization Based Energy Management System (EMS). IEEE 13 Bus test system and proposed algorithms are modeled in Simulink/MATLAB. Results of Optimization Based EMS are obtained with Python programming language. Voltage and load profiles are obtained from automatic meter reading (AMR) data. Furthermore, results demonstrate that the SVR voltage control algorithm can be used effectively to reduce microgrids' voltage to the desired voltage level. Additionally, it has been proved by simulation results that microgrids can be managed more effectively with Optimization Based EMS.*

**Keywords:** Energy Management System (EMS), Microgrid, Optimization, Voltage Regulation.

### **1. Giriş**

Elektrik güç dağıtım sistemlerinde, akıllı şebekelerin sisteme dâhil olması ile değişimler olmaktadır. Son on yılda, büyük oranda güneş enerjisi kurulumu hem son müşteri hem de elektrik şebekesi için faydayı en üst düzeye çıkarma ihtiyacını doğurmuştur. Bu nedenle, esas olarak sistemin genel verimliliğini artırma zorluğuna odaklanan enerji yönetim sistemleri (EYS) üzerinde birçok çalışma yapılmıştır. Gerçek zamanlı EYS uygulamalarının amacı, ev aletlerini izleyerek yüklerin yönetilmesi üzerinde yoğunlaşarak sistem verimliliği maksimum düzeye çıkarabilmektedir.

Güneş enerjisi üretimi belli zaman aralıklarında, üreten-tüketiciler için tüketimin üzerine çıkabilmektedir. Bu durum düşük gerilimdeki dağıtım sistemlerinde ters güç akışına ve işletme geriliminde yükselmelere neden olmaktadır (Malekpour ve Nikham, 2011; Monika ve ark., 2012). Özellikle düşük tüketim durumunda, dağıtım sistemi operatörü (DSO) güneş enerjisi üretimini kısıtlamaktadır. Diğer bir çözüm ise dağıtım şebekesinin rezistif olmasından kaynaklı olarak aktif gücün azaltılmasıdır (Ramakrishna ve Rao, 1999).

EYS ile yönetilen bir mikro şebeke, dağıtım şebekesine bağlı olması nedeniyle şebekenin gerilimindeki dalgalanmalardan olumsuz bir şekilde etkilenebilir. Dağıtık üretimin artan bir şekilde şebekeye bağlanması ile dağıtım şebekesinde şu problemler ortaya çıkmaktadır:

- Yüksek üretim sürecindeki şebekede gerilim artışı

- Düşük talep güçte ters yönde güç akışının oluşması
- Güneş enerjisi üretimindeki dalgalanmalar neticesinde güç dengesizliğinin oluşması ve güç sisteminde frekans sapmaları (Bektaş ve ark., 2022)

Genel olarak dağıtım şebekesi gerilim profili ve reaktif güç akışı, trafo kademe değiştirici, voltaj regülatörü, statik senkron kompansatör ve batarya depolama sistemleri ile kontrol edilmektedir (Naina ve ark., 2017). Dağıtım şebekelerinde volt/var kontrolünü hedefleyen sistemlerin başlıca amacı, dağıtım fiderinin her noktasında gerilimin kabul edilebilir sınırlar içerisinde tutmaya çalışmaktır. Aynı zamanda, volt/var kontrolü ile sistem kayıplarını düşürerek verimin artırılması ve gerilimin düşmesini engelleyerek talebin düşürülmesi mümkündür (İbrahim ve Salama, 2015).

Literatür incelendiğinde, mikro şebeke çalışmaları EYS'yi ayrı bir şekilde inceleyen çalışmalar, EYS ve volt var optimizasyonu (VVO)'nun birlikte uygulandığı çalışmalar ve sadece VVO'nun uygulandığı çalışmalar şeklinde 3 grupta toplanabilir. EYS ve VVO'nun birlikte uygulandığı mikro şebeke çalışmaları sistem kararlılığının artırılması bakımından öne çıkmaktadır.

Sadece EYS üzerinde yoğunlaşan çalışmalar şu şekilde özetlenebilir: (Zafar ve ark., 2018), üreten-tüketici tabanlı bir EYS üzerinde çalışmıştır. Önerilen sistemin alçak gerilim (AG) seviyesindeki üreten-tüketiciler için maliyet ve enerji devamlılığı açısından önemli olduğu vurgulanmıştır. (Akter ve ark., 2017) belirli bir bölgede AG seviyesindeki güneş enerjisi panelleri ve batarya sistemlerini birlikte ve ayrı ayrı içeren birden çok kullanıcının bulunduğu ve bu kullanıcıları birbirleri ile enerjilerini paylaştıkları farklı durumlar senaryo edilmiştir mikro şebekenin yönetimi ile ilgili algoritmalar üzerinde çalışmıştır. (Hu, Liu ve ark., 2017) yaptıkları çalışmada enerji piyasası içerisinde dahil edilen mikro şebekeler için geliştirilen yöntemler üzerinde durulmuştur. (Hu, Shan ve ark., 2017), alternatif akım (AA) ve doğru akım (DA) mikro şebekelerin birlikte yönetilmesi ile ilgili çalışma yapmıştır. AA ve DA baranın şebekeye bağlı olarak çalışmasında farklı yüklenme ve üretim profillerinde birbirleri ile enerji paylaşmasının mümkün olduğu ve DA baranın daha az osilasyon ile geriliminde dalgalanmalar olduğu sonucuna varılmıştır. (Luna, Diaz, Graells ve ark., 2016)'da ise güneş enerjisi ve batarya depolama sistemi bulunan birden fazla üreten tüketici için mikro şebeke yönetimi üzerinde çalışılmıştır. Amaç fonksiyonu üreten tüketicilerin kontrol edilebilir yüklerine müdahale edilebileceği ve üreten tüketicinin ilk başta kendi enerjisini kullanmaya yöneltileceği şekilde tanımlanmıştır. (Luna, Diaz, Savaghebi ve ark., 2016) yapmış oldukları çalışmada, amaç fonksiyonunu şebekeden minimum enerji çekileceği ve güneş panellerinden üretilen gücün öncelikli olarak kullanılacağı, bataryanın ömrünün

etkilenmemesi için ikincil bir şekilde kullanılmasına için tanımlamış ve sistemi buna göre optimum çalıştırmıştır.

İstenilen regülasyon seviyesine ulaşıldığı ve hat kayıplarında azalmaların elde edildiği hususları VVO'nun tek başına çalışıldığı makalelerde ne çıkmaktadır. (Resener ve ark., 2019; Resener ve ark., 2019) yaptıkları çalışmada 23 ve 69-baralı test sistemi için Kapasite bankları, Voltaj Regülatörü, yük altında kademe değiştirici ve dağıtık üreticilerin devrede olduğu yada olmadığı durumları içeren farklı varyasyonları karışık tam sayılı doğrusal programlama (KTSDP), "mixed integer linear programming (MILP)", problemine göre formüle edilmiş ve CPLEX OLP programlayıcı kullanarak çözülmüştür. Sonuç olarak 23, 69-baralı sistemler için Kapasite bankları, Voltaj Regülatörü, yük altında kademe değiştirici ve dağıtık üreticilerin devrede olduğu varyasyonu içeren sistemin enerji kaybı ve kapasite için optimumu sağladığı görülmüştür. (Aryanezhad, 2018) yaptığı çalışmada, batarya enerji depolama sistemleri, anahtarlama şönt kapasitör, kademeli gerilim regülatörü, yük altında kademe değiştiricinin yer aldığı IEEE 123 test barası için sistemin 24 saatlik çalışmasına dair genetik algoritma (GA) tabanlı bir simülasyon yapmıştır. Aynı zamanda bu simülasyon sonuçlarını parçacık sürü optimizasyonu (PSO) temelli simülasyon sonuçları ile karşılaştırmış, GA'nın daha iyi sonuçlar verdiğini çıkarımına varmıştır. Tanımlanan amaç fonksiyonu ile enerji kayıplarının ve her baradaki gerilimin nominal değerinden sapmasının minimuma indirilmesi hedeflenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır. (Long, 2019), volt-var optimizasyonu için yeni bir metot geliştirmiştir. Bu metot anahtarlama kapasite, yük altında kademe değiştirici ve akıllı invertörlerin birlikte devreye alınması için gerekli kontrol algoritmasını içermektedir. Kontrol metodunda bara gerilimi ve kontrol değişkenleri arasında matematiksel ilişkiyi içeren gerilim-yük hassasiyet matrisi tanımlanmaktadır. Aynı zamanda, tanımlanan amaç fonksiyonu ile de yük altında kademe değiştiricinin devreye girme sayısı ve her baradaki gerilimin nominal değerinden sapmasının minimuma indirilmesi hedeflenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır. (Jafari ve ark., 2018) yaptıkları çalışmada, IEEE 13 test barasında birden çok güneş panellerinin ve akıllı invertörlerin olma durumunu incelemişlerdir. Akıllı invertörlerin GA tabanlı kontrolünü, ana fider gerilimindeki sapma, aktif güç kayıplarının minimize edilmesi, gerilim yükselmesi ve alçalması durumundaki akıllı invertör optimum reaktif güç kontrolü dikkate alarak gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak IEEE 13 test sistemi için aktif güç kayıplarının minimize edilmesi ve volt/var kontrolünün etkili bir biçimde yapılabilirliğini kanıtlamışlardır.

EYS ve VVO'nun birlikte uygulandığı öne çıkan çalışmalarda önemli hususlar şunlardır: (Ranaweera ve ark., 2017)'de şebekeye bağlı güneş enerjisi ve batarya depolama sistemi bulunan

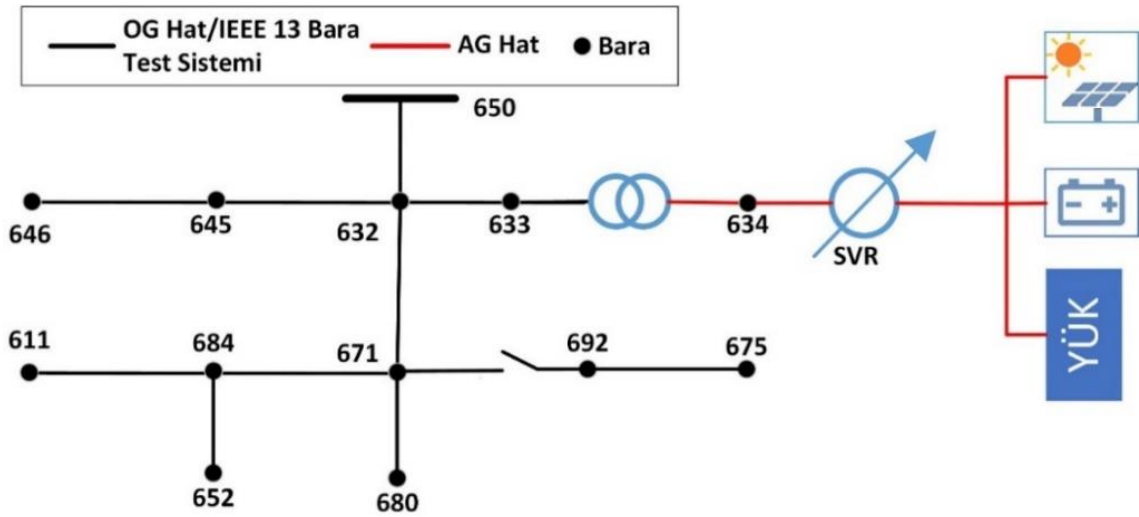
bir akıllı şebekenin, enerji yönetimi yapılırken güneş enerjisi ve batarya invertörlerinden reaktif set değeri ayarlanarak aşırı gerilim probleminin çözülmesi üzerinde başarılı sonuçlar alınmıştır. (Castro ve ark., 2020)'de batarya depolama sistemleri ve güneş enerji panelleri birden çok mikro şebekede farklı yerlere yerleştirilmiş, aynı zamanda EYS ve VVO'nun yapılabildiği optimal güç akışı programı MATPOWER sonuçları ile doğrulanmıştır. (Bektaş ve ark., 2022), gerçek bir şebekede özellikle yaz aylarında olan yüksek gerilim problemi, otomatik sayaç okuma sistemi (OSOS) verileri ile doğrulanmıştır. Problemin AG taraftaki bir kullanıcı için çözülmesine dair alternatif yöntemler önerilmiştir. Gerçek bir şebekenin modellenmesi yapılmış ve AG taraftaki bir kullanıcıya güneş panelleri ve batarya depolama sistemi bağlanarak yüksek gerilimin 400 V seviyesine çekilmesi için algoritmalar geliştirilmiştir. Aynı zamanda, 34.5 kV / 0.4 kV'luk trafonun çıkışına SVR bağlanarak üreten-tüketicinin AG taraftan reaktif güç desteği vermesi ile hem hat kayıplarının azaltılması hem de gerilimin istenilen seviyelere çekilmesi sağlanmıştır. Sisteme AG tarafta SVR eklenmesi önerisinin diğer çözümlere göre daha ekonomik olduğu, AG hat kayıplarının ve mikro şebeke geriliminin istenilen düzeye çekilebildiği sonucu vurgulanmıştır.

Bu çalışmada, güneş panelleri ve batarya bulunan AG mikro şebeke için Kural Tabanlı ve Optimizasyon Tabanlı EYS geliştirilmiştir. Akıllı şebeke, IEEE 13 Bara test sistemine bağlanmıştır. Her iki EYS algoritmasının uygulandığı mikro şebekeye, 24 saatlik gerçek bir OSOS gerilimi ve talep güç uygulanarak gerilim probleminin SVR ile çözülmesine yönelik gerilim kontrol algoritması önerilmiştir. Kural tabanlı EYS algoritması, test sistemi ve SVR modeli Simulink/MATLAB ortamında geliştirilmiştir. Optimizasyon tabanlı EYS için Python GLPK çözücü, "solver", kütüphanesi kullanılmış. Bu makale ile AG seviyesinde SVR'ın simülasyon modeli ilk kez literatürde yer almaktadır. SVR gerilim kontrolü algoritması ile mikro şebekelerin maruz kalabileceği yüksek gerilim probleminin çözülebileceği ve Optimizasyon tabanlı EYS'nin birlikte kullanılması ile de mikro şebekenin Kural tabanlı EYS'ye göre daha verimli bir şekilde yönetilebileceği simülasyon sonuçları ile doğrulanmıştır.

Makale şu şekilde kurgulanmıştır; 2. Bölümde, IEEE 13 Bara test sistemi, test sistemine bağlanan akıllı şebeke yönetimi için geliştirilen algoritmalar ve detayları sunulmuştur. 3. Bölüm, benzetim çalışmalarına, algoritmaların uygulanması için uygulanan yöntemleri içermektedir. 4. Bölümde, benzetim çalışması sonuçları önerilen algoritmalar için verilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Son olarak, 5. Bölümde elde edilen sonuçlar özetlenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

IEEE 13 Bara Test sistemi, 4160 V orta gerilimde dağıtım hatları, 671. ve 692. Baralar arasında bir adet kesici, 633. ve 634. Baralar arasında 4160/400 V trafo, farklı baralara bağlı şönt kapasitörler ve endüktif reaktif yüklerden oluşmaktadır. Sistemdeki yükler yaklaşık olarak 5 MW aktif güç 3 MVAR reaktif güç çekmektedir, buda 0,86 geride güç katsayısı anlamına gelmektedir. IEEE 13 Bara Test sistemi, Şekil 1.'de verilmiştir. 634 nolu AG baraya, SVR bağlanmış ve SVR altında AG baraya ise güneş enerji panelleri, batarya ve yük bağlanmıştır.



Şekil 1. IEEE 13 bara test Sistemi ve mikro şebeke

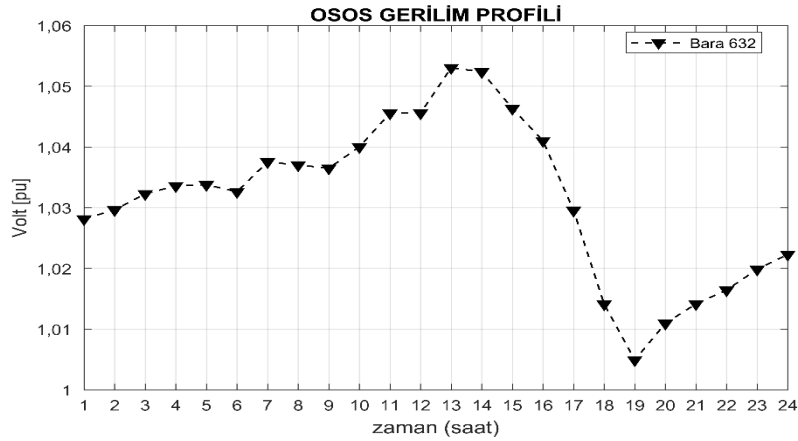
IEEE 13 bara test sistemine bağlı mikro şebekeye uygulanan 24 saatlik gerilim, tüketim ve güneş enerji üretim verileri Şekil 2.'de verilmiştir. Gerilim, tüketim ve güneş enerjisi üretim verileri Elazığ ili OSOS'dan alınmıştır. 632 nolu baraya OG gerilim verisi uygulanmış, mikro şebeke tüketim ve güneş panelleri üretim verileri için ise 34.5kV/0.4 kV'luk bir trafoya bağlı akıllı şebeke verileri kullanılmıştır [1].

IEEE 13 bara test sistemine bağlı mikro şebeke enerji yönetimi için Kural Tabanlı ve Optimizasyon Tabanlı EYS algoritmaları geliştirilmiştir. Bölüm 2.1 ve Bölüm 2.2'de geliştirilen EYS algoritmaları detayları sunulmaktadır. Bölüm 2.3'de ise SVR gerilim kontrol algoritması detayları verilmiştir.

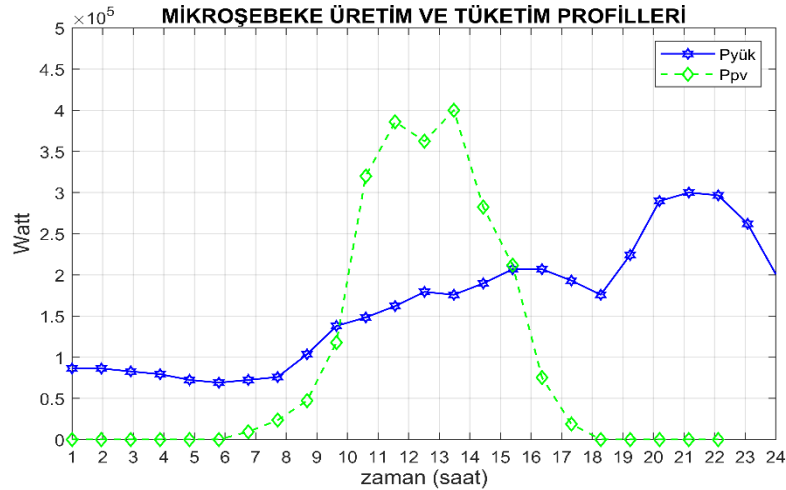
## 2.1 Kural Tabanlı Enerji Yönetimi Algoritması

Kural tabanlı enerji yönetim algoritması detayları Şekil 4.'te verilmiştir. Geliştirilen algoritma ortalama üretim ve tüketim gücüne göre net gücü hesaplamaktadır ve çalışması 2 madde ile özetlenebilir;

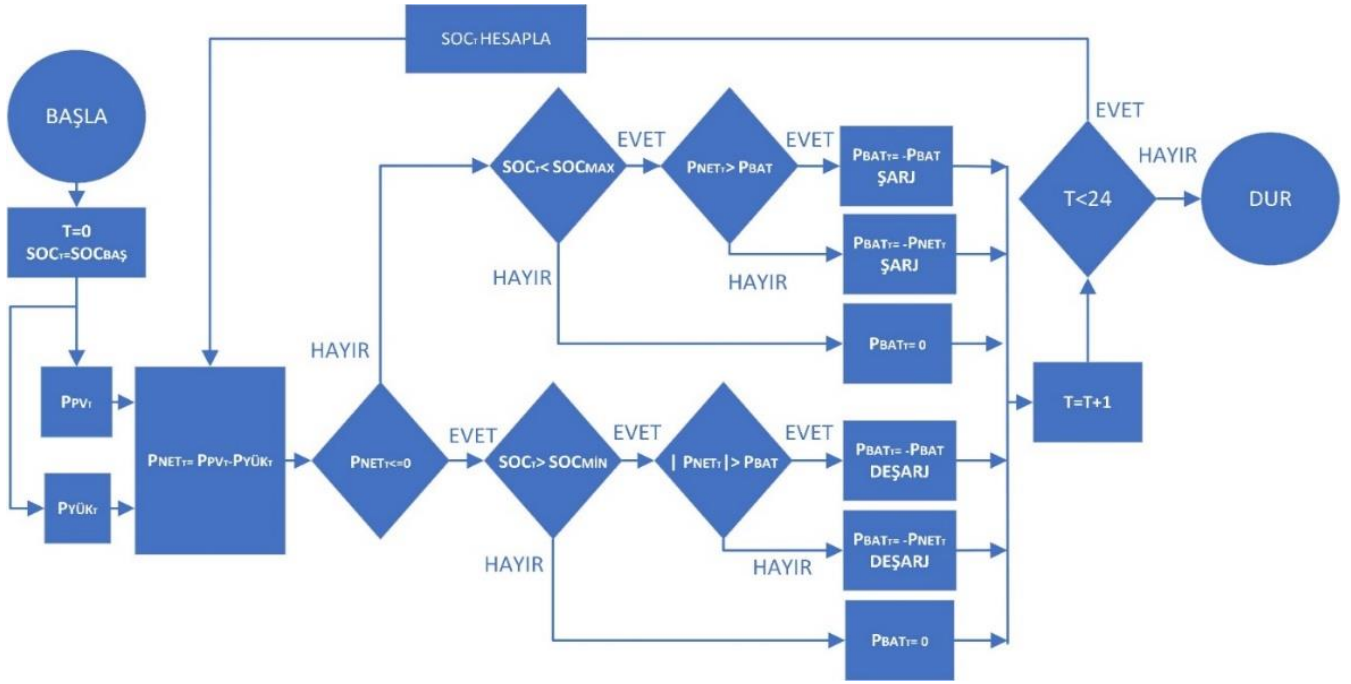
- Net güç 0'dan küçük ise, bir başka deyişle üretilen güç tüketilen güçten az ise, bataryanın belirli bir miktar deşarj edilmesi ile gerekli güç karşılanabilir ya da bunun yanında şebekeden güç çekilmesine de ihtiyaç duyulabilir. Ancak bu durum bataryanın Şarj Durumu (SOC)'nun minimum değerden büyük olması ile mümkün olabilir. Deşarj miktarı ise net gücün değerine göre değişiklik göstermektedir.
- Net gücün 0'dan büyük olduğu durum için ise, bataryanın şarj edilmesi bataryanın SOC'nun maksimum değerden küçük olması ile mümkündür. Eğer artan güç var ise bu durumda şebekeye güç verilecektir.



Şekil 2. OSOS gerilim verisi



Şekil 3. Mikro şebeke verileri



Şekil 4. Kural tabanlı enerji yönetimi algoritması

## 2.2. Optimizasyon Tabanlı Enerji Yönetimi

Mikro şebekenin optimum bir şekilde yönetilmesi, matematiksel modelinin çıkarılması ile mümkündür. Mikro şebeke matematiksel modeli KTSDP optimizasyon modeli şeklinde yazılabilir. Reel değişkenler ve ikili değişkenlerden oluşan KTSDP modeli genel olarak Denklem 1-3'de tanımlanmıştır;

$$\min_{x, z} f(x, z) = a^T x + b^T z \quad (1)$$

$$G(x, z) = c \text{ koşulu ile} \quad (2)$$

$$d \geq H(x, z) \text{ koşulu ile} \quad (3)$$

$f(x, z)$  amaç fonksiyonudur,  $c$  ve  $d$  ise skaler vektörlerdir.  $G(x, z)$  ve  $H(x, z)$ , eşitlikler ve kısıtların lineer kombinasyonu olarak tanımlanır. Bu yolla, Mikro şebeke için belirtilen formülasyonlar optimizasyon problemi haline dönüştürülmüştür.  $H(x, z)$  tanımlanan kısıtları,  $C(x, z)$  ise güç dengesi eşitliliğini temsil etmektedir. Optimizasyon Tabanlı EYS için tanımlanan parametreler Tablo 1.'de, Batarya ile ilgili parametreler ise Tablo 2'de verilmiştir.

GLPK (GNU Linear Programming Kit) kütüphanesi başlıca, büyük ölçekli doğrusal programlama, "large scale linear programming", KTSP modelleri ve diğer optimizasyon modellerinin çözümü için tasarlanmıştır ve Python programlama dili ile kullanılabilir. ANSİ C ile yazılmış ve çağrılabilir bir kütüphane şeklinde düzenlenmiş bir dizi rutindir (URL-1). Mikro

şebeke optimizasyonuna ait formülasyon GLPK çözücü kütüphanesi kullanılarak Python programlama diline uyarlanmıştır. Bu şekilde optimum çözüm elde edilebilir. Ayrıntılı sonuçlar, Bölüm 4.'te analiz edilecek ve açıklanacaktır.

**Tablo 1.** Enerji yönetim sistemi parametreleri

Parametreler	Tanımlar	Birim/Değer
$P_t^{PV}$	Günlük Güneş enerjisi gücü	[kW]
$P_t^{GRID,in}$	Şebekeden alınan güç	[kW]
$p_t^{GRID,in}$	Şebekeden alınan güç fiyatı	0.82 TL/kWh
$P_t^{GRID,ex}$	Şebekeye verilen güç	[kW]
$p_t^{GRID,ex}$	Şebekeye verilen güç fiyatı	0.47 TL/kWh
$P_t^{Load}$	Yük talep gücü	[kW]

**Tablo 2.** Batarya parametreleri

Parametreler	Tanımlar	Birim/Değer
$P_t^{BAT,chg}$	Batarya şarj gücü	[kW]
$P_t^{BAT,dcg}$	Batarya deşarj gücü	[kW]
$p_{chg,max}$	Batarya şarj limiti	[kW] 30
$p_{dcg,max}$	Batarya deşarj limiti	[kW] 30
$R_{up}^{BAT}$	Batarya ramp up limiti	[kW/h] 30
$R_{down}^{BAT}$	Batarya ramp down limiti	[kW/h] 20
$\eta_{chg}^{BAT}$	Batarya şarj verim katsayısı	[p.u.] 0.98
$\eta_{dcg}^{BAT}$	Batarya deşarj verim katsayısı	[p.u.] 0.98
$SOC_t^{BAT}$	Batarya başlangıç şarj durumu	[kWh] %90
$SOC_{max}^{BAT}$	Batarya şarj durumu maksimum değeri	[kWh] %90
$SOC_{min}^{BAT}$	Batarya şarj durumu minimum değeri	[kWh] %20
$SOC_n^{BAT,max}$	Bir sonraki adımdaki batarya şarj durumu maksimum değeri	[p.u.]
$SOC_n^{BAT,min}$	Bir önceki adımdaki batarya şarj durumu minimum değeri	[p.u.]

### 2.2.1 Amaç fonksiyonu

Mikro şebekenin kendi üretimini maksimum şekilde kullanması amaçlayan amaç fonksiyonu, aynı zamanda sistem faturasını  $\Delta t$  zaman aralığında minimize etmektedir ve Denklem 4'de tanımlanmıştır;

$$\min F = \sum_{t=1}^T (p_t^{GRID,ex} \cdot P_t^{GRID,ex} - p_t^{GRID,in} \cdot P_t^{GRID,in}) \Delta t \quad (4)$$

### 2.2.2 Kısıtlar

Güç dengesi ile ilgili kısıt şu şekilde tanımlanmıştır;

$$P_t^{PV} + P_t^{BAT,dcg} + P_t^{GRID,in} - P_t^{GRID,ex} - P_t^{BAT,chg} - P_t^{Load} = 0 \quad (5)$$

Güç dengesi için her  $T$  periyodu için optimizasyon programında ek olarak aşağıdaki kural tanımlanmalıdır;



$$P_t^{GRID,in} > 0 \text{ ise } P_t^{GRID,ex} = 0 \quad (6)$$

$$P_t^{GRID,in} > 0 \text{ ise } P_t^{GRID,in} = 0 \quad (7)$$

Batarya için birden çok kısıt tanımlanmalıdır. Bu kısıtlardan ilki batarya ‘ramp’ oranı limitidir ve şu şekilde verilmiştir;

$$P_{t-1}^{BAT,chg} + P_t^{BAT,dcg} \leq R_{down}^{BAT} \dots \forall t, t - 1 \in T \quad (8)$$

$$P_{t-1}^{BAT,dcg} + P_t^{BAT,chg} \leq R_{up}^{BAT} \dots \forall t, t - 1 \in T \quad (9)$$

Her t periyodu için, bataryanın sadece şarj ya da sadece deşarj olacağı bilindiği için optimizasyon programında ek olarak aşağıdaki kurallar tanımlanmalıdır;

$$P_t^{BAT,chg} > 0 \text{ ise } P_t^{BAT,dcg} = 0 \quad (10)$$

$$P_t^{BAT,dcg} > 0 \text{ ise } P_t^{BAT,chg} = 0 \quad (11)$$

İkinci kısıt ise SOC ile alakalıdır. Bu kısıt bataryanın şarj ve deşarj olma kapasitelerinin aşılması için gereklidir. Bataryanın maksimum ve minimum enerjisi olarak ta tanımlanabilen SOC değeri kısıtı Denklem 12.’de verilmiştir. Tablo 2’de de tanımlandığı üzere minimum ve maksimum SOC değeri %20 ve %90 olarak tanımlanmıştır. 85 kWh’lik batarya için minimum ve maksimum SOC değerleri sırasıyla 17 kWh ve 76.5 kWh ’tır.

$$SOC^{BAT,min} \leq SOC_t^{BAT} \leq SOC^{BAT,max} \dots \forall t \in T \quad (12)$$

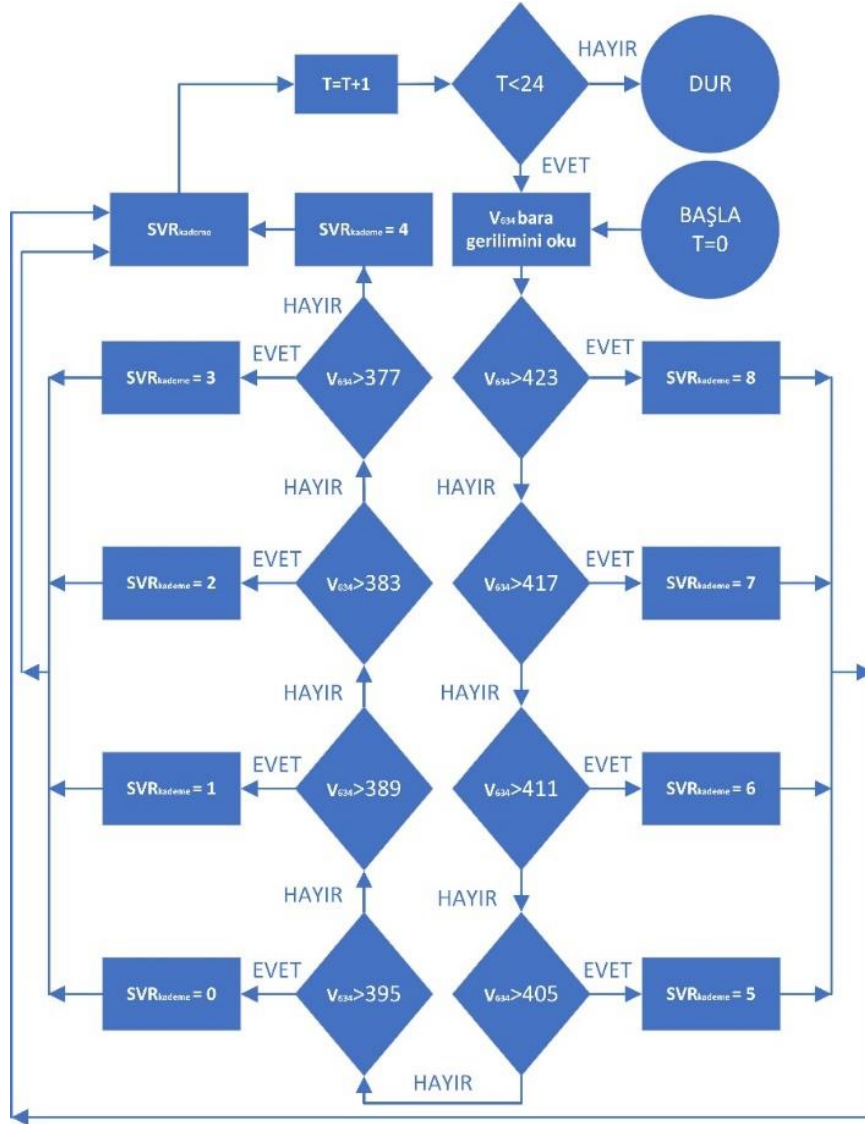
### 2.3 SVR Gerilim Kontrolü Algoritması

SVR, 4.16 kV / 0.4 kV’luk trafo çıkışı olan 634 nolu baraya bağlanmıştır ve gerilim kontrol algoritması ile kontrol edilmektedir. SVR kademelerine göre giriş ve çıkış gerilimi değişimlerini gösteren anahtarlama detayları Tablo 3.’te verilmiştir. Yazılan algoritma SVR giriş gerilimine göre kademeyi belirlemekte ve çıkış gerilimini 395-405 V arasında tutmaktadır.

SVR için geliştirilen gerilim kontrol algoritması Şekil 5.’te verilmektedir. Geliştirilen algoritma ile giriş gerilimi her saat aralığı için okunmaktadır ve gerilimin 395 V - 405 V arasında tutulması için gerekli kademe belirlenmektedir. Ardışık SVR kademeleri arasında 6V’luk gerilim farkı vardır. SVR düşürme moduna, girişine yüksek gerilim geldiğinde geçer ve maksimum düşürme oranının 1,06 ile 4.kademede olduğu düşünülürse yaklaşık 423 V’luk gerilimi 400 V seviyelerine indirebilir. Benzer şekilde SVR yükseltme moduna, girişine düşük gerilim geldiğinde geçer ve minimum düşürme oranının 0,94 olması nedeniyle ile yaklaşık 377 V alt sınır değerini 400 V’a çekebilir. Diğer ara kademelere ait sınır değerler ise çıkış gerilimin 400 V’a yaklaştırılması amaçlanarak tanımlanmıştır.

**Tablo 3.** SVR anahtarlama

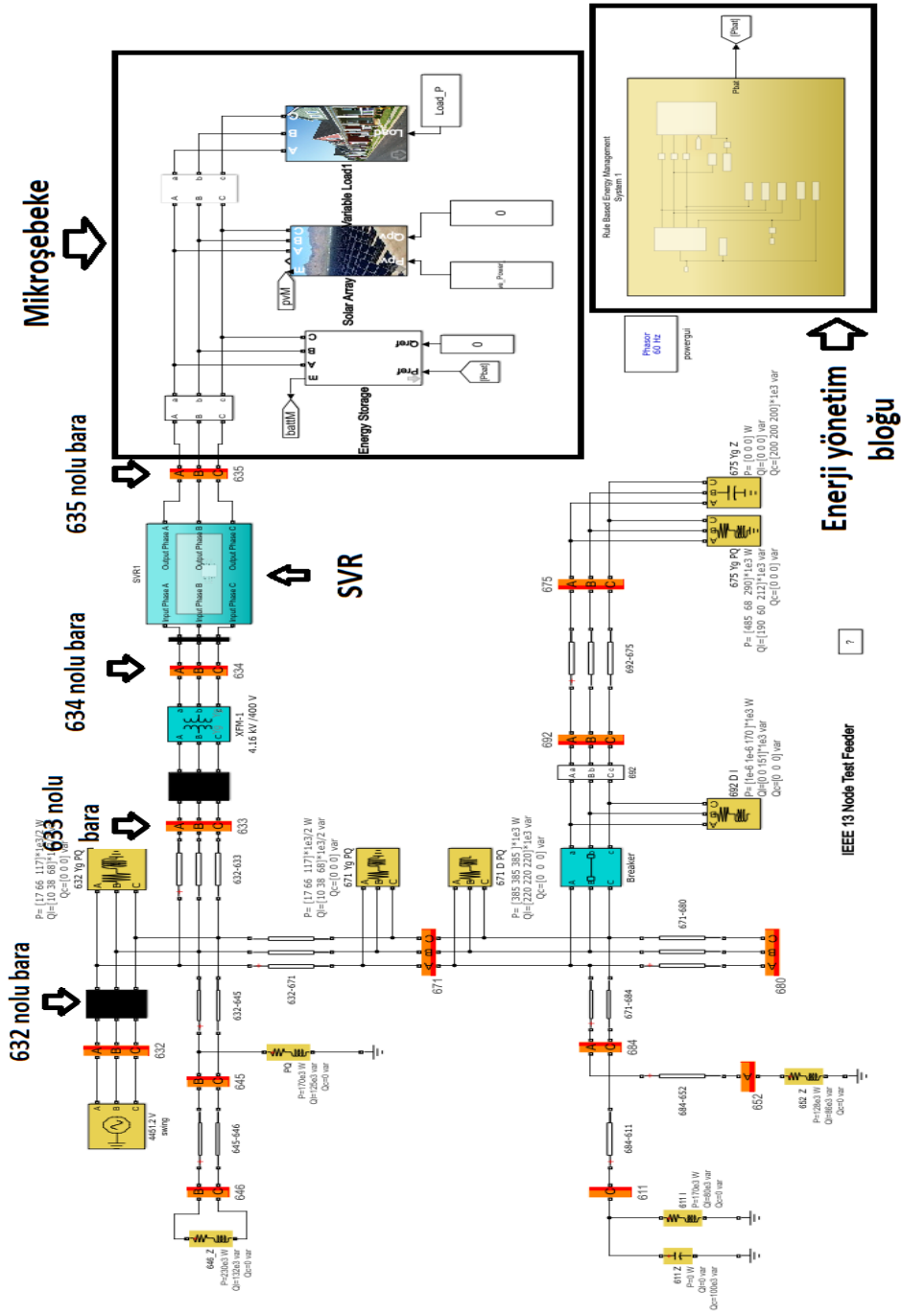
Kademe	$V_{in}$ (pu)	$V_{out}$ (pu)	%	Anahtarlar (açık)	Anahtarlar (kapalı)
0	1	1	+0	1,3	2,4,5,6,7
1	1	1,015	101,5	4,5	1,2,3,6,7
2	1	1,03	103	2,3	1,4,5,6,7
3	1	1,045	104,5	2,6	1,3,4,5,7
4	1	1,06	106	2,4	1,3,5,6,7
5	1	0,985	98,5	3,5	1,2,4,6,7
6	1	0,97	97	1,4	2,3,5,6,7
7	1	0,955	95,5	1,6	2,3,4,5,7
8	1	0,94	94	1,3	2,4,5,6,7



**Şekil 5.** SVR gerilim kontrol algoritması

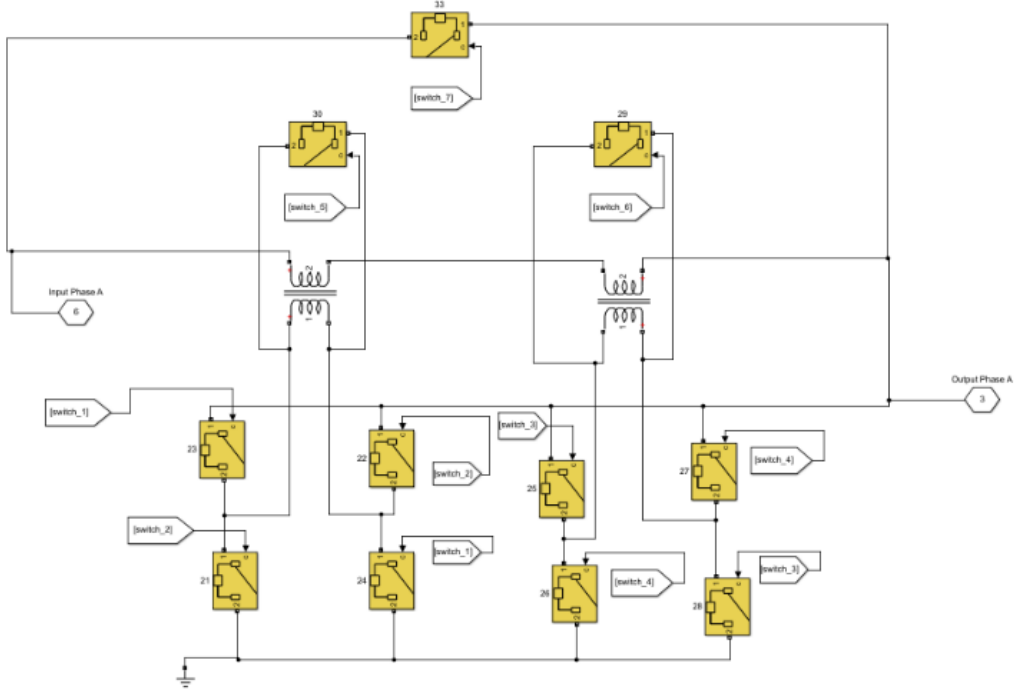
### 3. Mikro Şebeke Modeli ve Benzetim Çalışmaları

Bölüm 2.'de detaylı bir şekilde anlatılan Kural Tabanlı ve Optimizasyon Tabanlı EYS'ler için oluşturulan simülasyon modeli Şekil 6.'da verilmiştir.

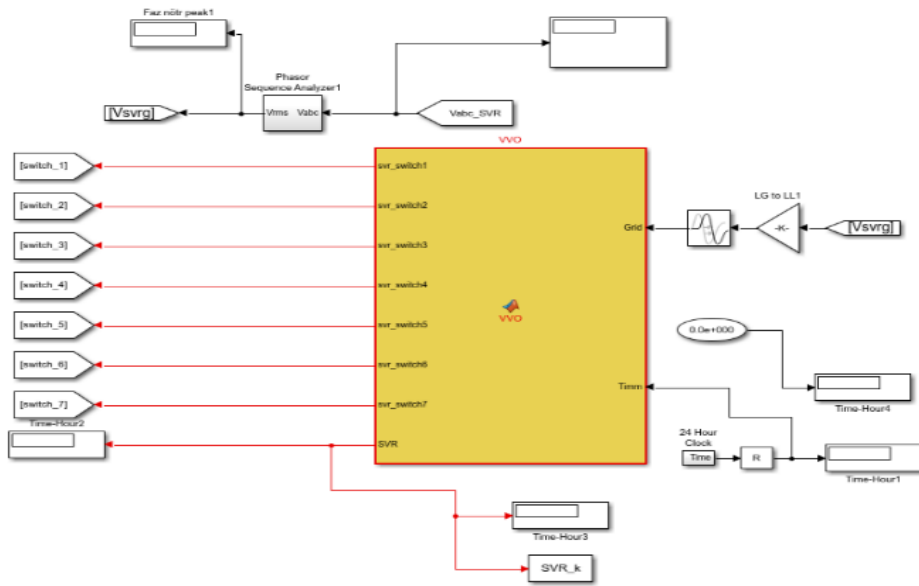


Şekil 6. IEEE 13 bara test sistemi simülasyon şeması

24 saatlik üretim ve yük talebi için MATLAB/Workspace'den tanımlanan profiller “from workspace” bloğu ile Simulink'e aktarılmaktadır. Sistemde bulunan simülasyon parametreleri, “phasor” modda simülasyonun kaç saniye çalıştırıldığına bağlı olmaksızın 24 saatlik sonuç verecek şekilde yazılan MATLAB kodu ile tanımlanmaktadır. Simülasyonda bulunan batarya ve güneş enerji modelleri AC baraya bağlanmak için kendi içinde invertörleri barındırmaktadır.



a)



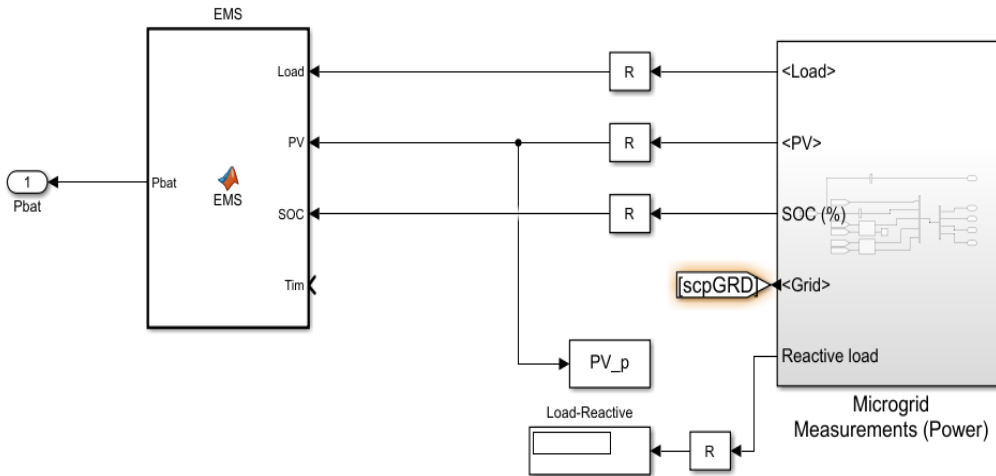
b)

Şekil 7. Statik voltaj regülatörü: a) MATLAB/Simulink modeli, b) Gerilim kontrolü fonksiyon bloğu

Mikro şebeke modeli içerisinde bulunan batarya 85 kWh kapasiteli 50 kW olarak seçilmiştir. Alt ve üst şarj limitleri %90 ve %20, başlangıç enerjisi ise üst şarj limiti olan 76.5 kWh olarak tanımlanmıştır. SVR ve gerilim kontrol bloğu MATLAB/Simulink modeli, Şekil 7’de verilmiştir. Statik Gerilim Regülatörü, giriş gerilimi %1,5 ve %4,5’e düşürmekte ve bu gerilimleri anahtarlama prensibine bağlı olarak giriş gerilimine seri, aynı ya da ters polariteli şekilde bağlayarak çıkışa vermektedir. Böylece çıkışta, giriş geriliminin %94, %95,5, %97, %98,5, %100, %101,5, %103, %104,5 ve %106’sını regüle edebilmektedir.

### 3.1 Kural Tabanlı Enerji Yönetimi

Mikro şebeke, Bölüm 2.1’de anlatılan Kural Tabanlı EYS algoritmasına göre yazılan MATLAB fonksiyonu ile kontrol edilmektedir. Bu algoritma, mikro şebekede talep yükten fazla bir üretim olduğunda bataryayı şarj etmekte, artan güç varsa şebekeye vermektedir. Talep yükten az üretim durumunda ise bataryayı deşarj etmekte ve batarya gücü yetmediği zamanlarda ise şebekeden güç almaktadır. Yönetim bloğu Şekil 8.’de verilmiştir.



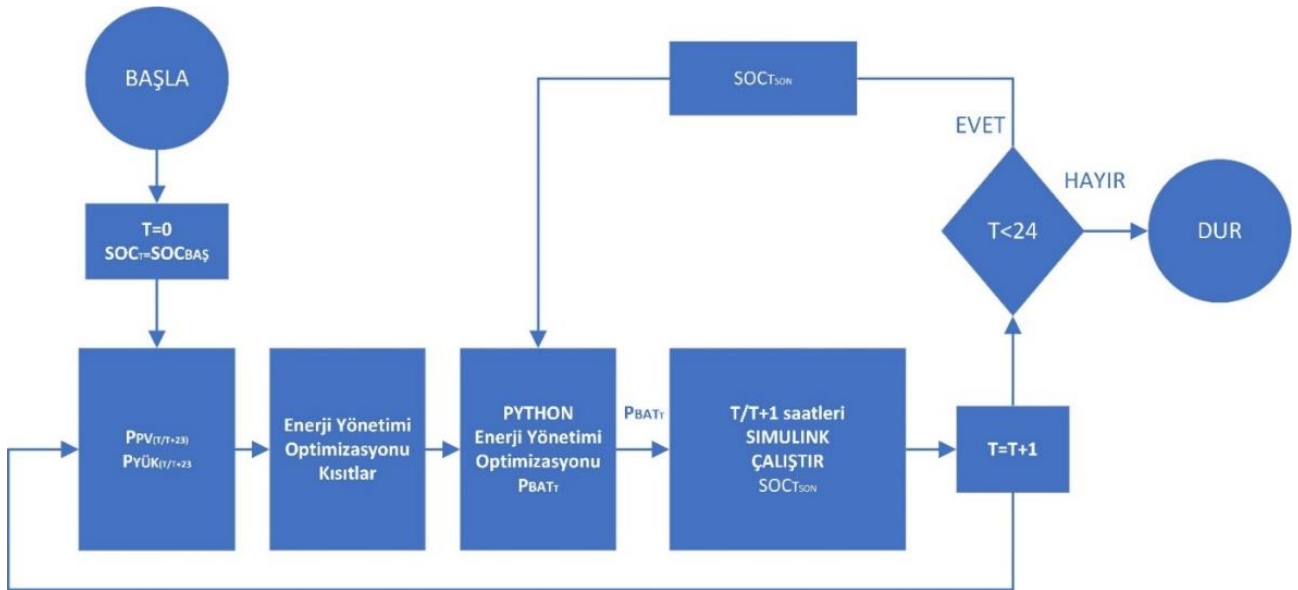
Şekil 8. Kural tabanlı enerji yönetimi bloğu

### 3.2 Optimizasyon Tabanlı Enerji Yönetimi

Bölüm 2.2’de anlatılan Optimizasyon Tabanlı EYS’nin, optimizasyon kısmı Python’da yapılmıştır. Python’dan alınan sonuçlara göre de Simulink’te aktif güç akışının izlenebilmesi adına

simülasyon çalıştırılmaktadır. Bu iki programın sıralı bir şekilde çalıştırılması gerekmektedir. Python/Simulink entegrasyonu için geliştirilen algoritma Şekil 9.'da verilmiştir ve çalışması 5 madde ile özetlenebilir;

- İlk olarak Python programı, MATLAB fonksiyonu ile çalıştırılmaktadır.
- İlk saat için sonuç dosyasını oluşturduktan sonra, elde edilen sonuç dosyasına göre Simulink çalıştırılmaktadır.
- Simulink, Python programı tarafından elde edilen sonuç dosyalarını her saat başında okuyarak, simülasyonu gerçekleştirmektedir. Python programı da diğer saatler için bir önceki saatin sonundaki SOC değerini Simulinkten alarak çözüm yapmaktadır.
- Python çalışırken Simulink, Simulink çalışırken de Python programı durdurulmakta ve bir sonraki optimizasyon ya da simülasyon için gerekli parametreler diğer program tarafından sağlanmakta ve ortak dosyadan okunmaktadır.
- Bu şekilde kurulan ardışık çalışma döngüsü ile 24 saatlik optimizasyon algoritması akıllı şebeke için uygulanmış olur.



**Şekil 9.** Python/Simulink entegrasyonu akış diyagramı

#### 4. Bulgular ve Tartışma

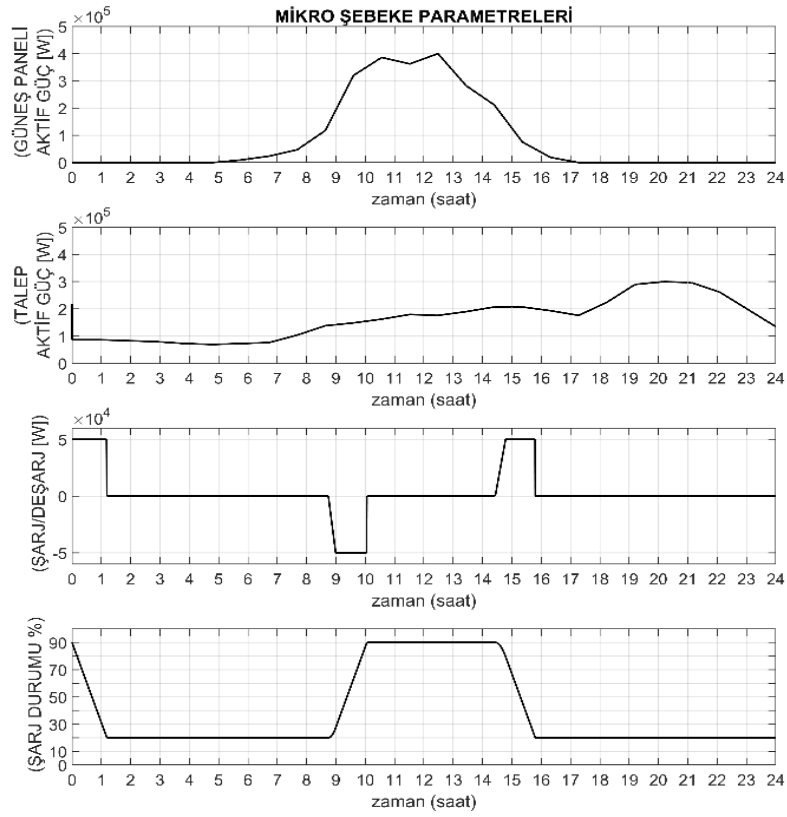
Mikro şebeke, Bölüm 2.1 ve 2.2’de anlatılan Kural ve Optimizasyon Tabanlı EYS ile simüle edilmiş ve bağlı olduğu IEEE 13 test sistemindeki aktif güç akışı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda, 632 nolu baraya 24 saat boyunca değişkenlik gösteren gerçek OSOS gerilim verisi uygulanmış ve

mikro şebeke üzerindeki gerilim gözlemlenmiştir. Ülkemizin güneşli gün sayısı ve gün boyunca güneşlenme saat aralığının fazla olması neticesinde, özellikle OG seviyesinde güneş enerji üretimi ile talep güç eğrisine de bağlı olarak gündüz saatlerinde gerilim artmakta, akşam ve gece saatlerinde ise gerilim düşmektedir. Bu nedenle, AG taraftaki güç kalitesinin artırılması amaçlanmış ve mikro şebeke gerilimi SVR ile 0,95 pu ve 1,05 pu arasında tutulmaya çalışılmıştır.

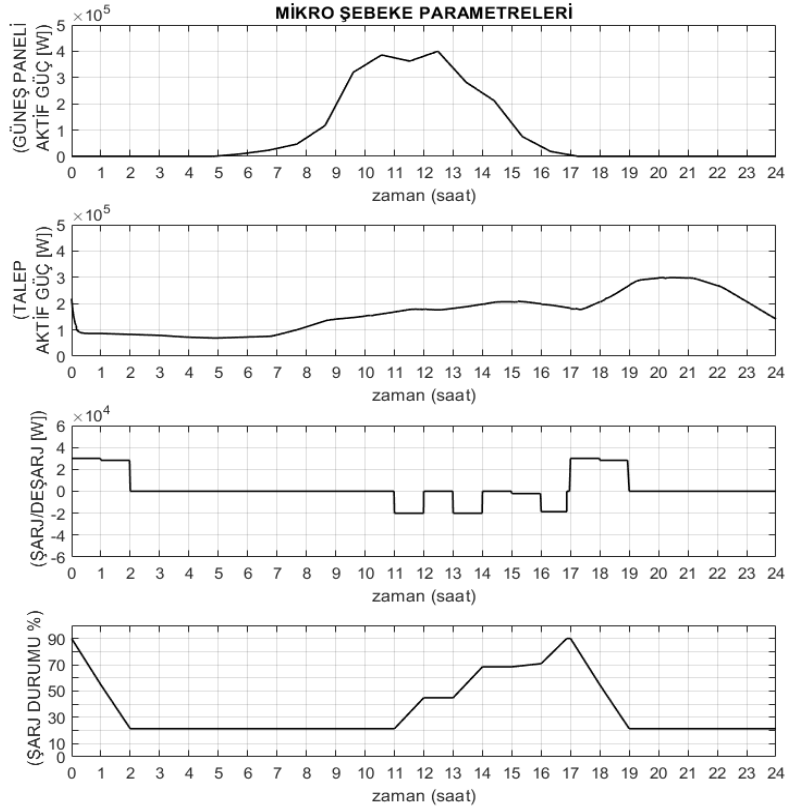
Şekil 10. a ve b' de her iki EYS için mikro şebekenin çalışma detayları sunulmuştur. Şekillerdeki en üst satır, mikro şebeke güneş panellerinden üretilen aktif gücü temsil etmektedir. Bir alt satırda, mikro şebeke yüklenme profili verilmiştir. Görüldüğü üzere tüketimin daha çok olduğu akşam ve gece saatlerinde, güneş enerjisi üretiminin olmaması özellikle kendi enerji ihtiyacını karşılamak amaçlı kurulan mikro şebekeler için gündüz üretilen enerjinin depolanma ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Şekil 11.'de gücün mikro şebeke tarafından şebekeye doğru akması sonucu mikro şebekenin çektiği güç eksi tarafa geçmektedir. Buda gücün ters tarafa aktığı anlamına gelmektedir.

Kural tabanlı algoritma için, enerji üretimi olmayan gece 00:00 ve 01:00 saatleri arasında talep gücü karşılamak amaçlı ilk başta bataryanın 50kW'lık deşarj gücü kullanılmış, ancak bu güç yeterli olmadığı için şebekeden de güç çekilmiştir. Optimizasyon tabanlı enerji yönetiminde ise söz konusu saatlerde batarya 30 kW'lık güç ile deşarj edilmiştir. Bunun nedeni algoritmanın batarya 'ramp up' limitini aşmamasıdır. Aynı zamanda öğle saatleri incelendiği zaman batarya 11:00-12:00, 13:00-14:00 ve 16:00-17:00 saatleri arasında şarj olduğu gözlemlenmektedir. Burada da 20 kW olarak tanımlanan batarya 'ramp down' limiti devreye girmektedir. Her iki algoritma içinde SOC değeri gün sonunda % 20 lik değere denk gelen 17 kWh'tır. Kural bazlı algoritmanın çalışması batarya da enerji olma durumunda ilk olarak kullanılması ya da talep gücün karşılanması sonucunda bataryanın depolanması kurallarına dayandığı için SOC değerinin minimumda kalması beklenen bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak Bataryanın ani olarak şarj ya da deşarj olması ömrünü olumsuz bir şekilde etkilemektedir.

Optimizasyon tabanlı EYS için ise seçilen amaç fonksiyonunun şebekeye maksimum güç verilmesi olarak tanımlanması sebebiyle 24 saatlik periyot sonunda bataryanın enerjisi minimum seviyededir. Ancak günümüzde, gün boyunca enerji alımının ve satışının farklı fiyatlarda olacağı gerçeği düşünüldüğünde bir mikro şebekenin enerji yönetimi ile kontrol edilmesi, bataryanın şarj edileceği ve deşarj edileceği zamanlara daha esnek bir şekilde karar verilmesi, sistemin ürettiği enerjinin daha yüksek fiyatlara satılması anlamına geleceği için oldukça önem arz etmektedir.



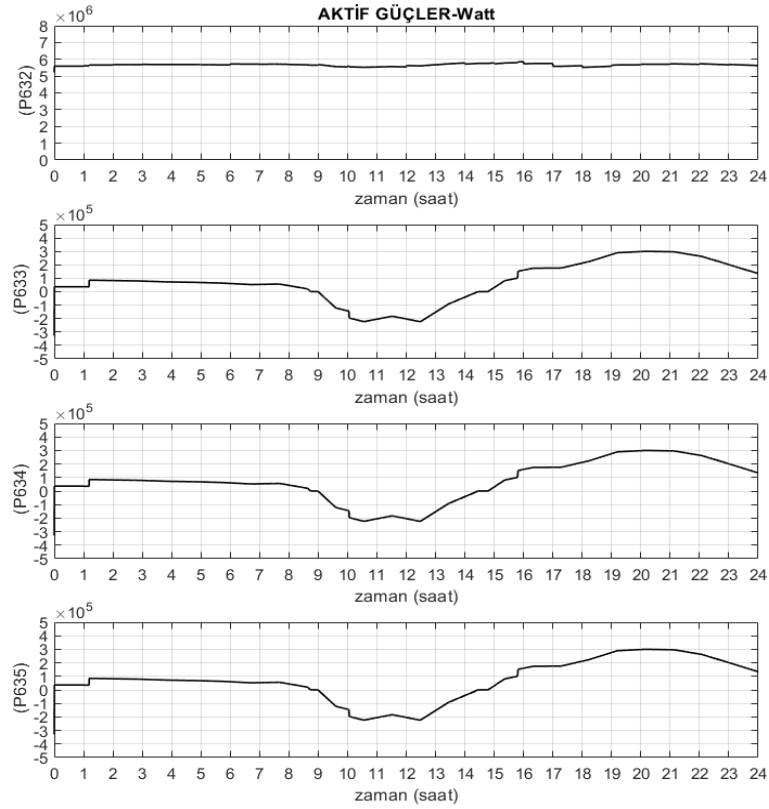
a)



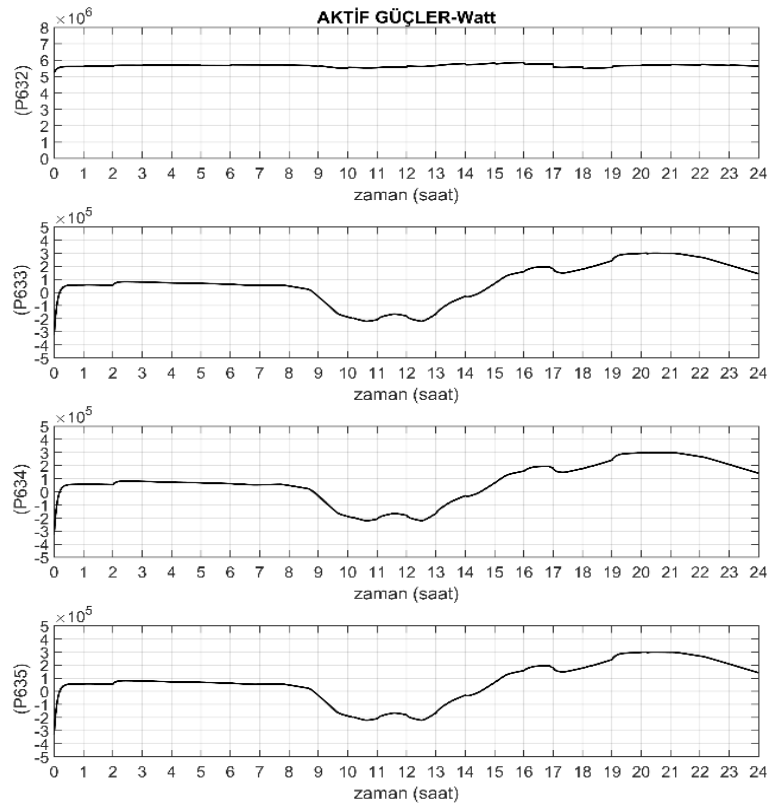
b)

Şekil 10. Mikro şebeke parametreleri: a) Kural Tabanlı EYS, b) Optimizasyon Tabanlı EYS





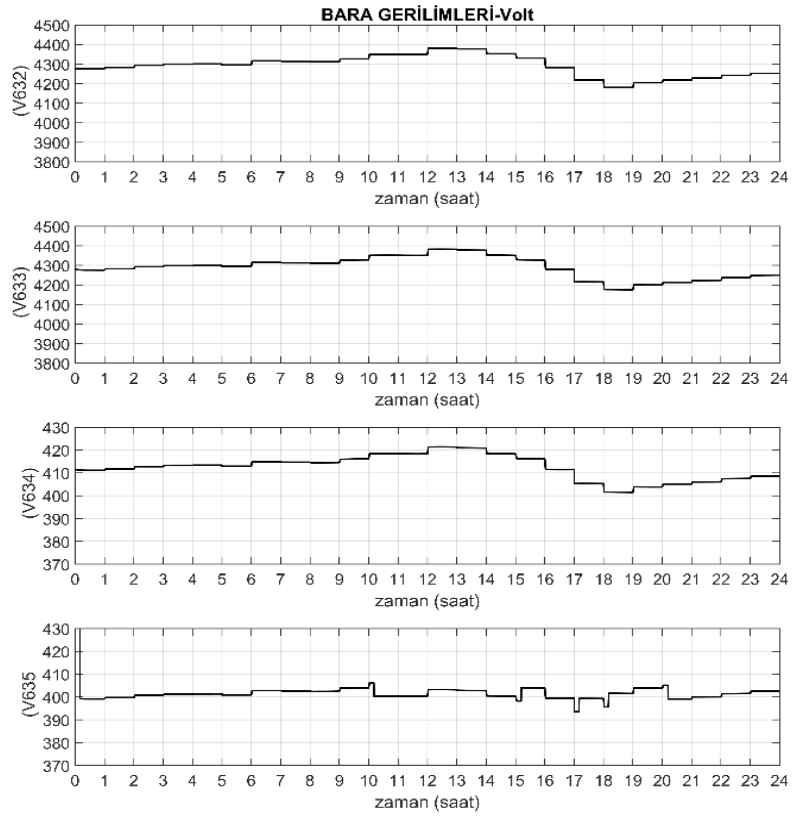
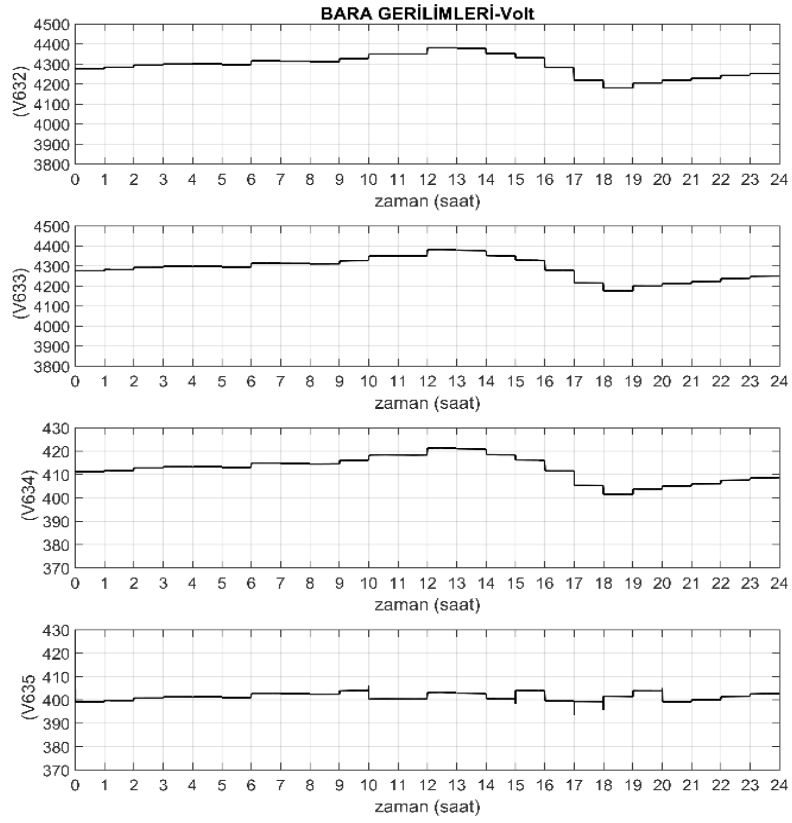
a)



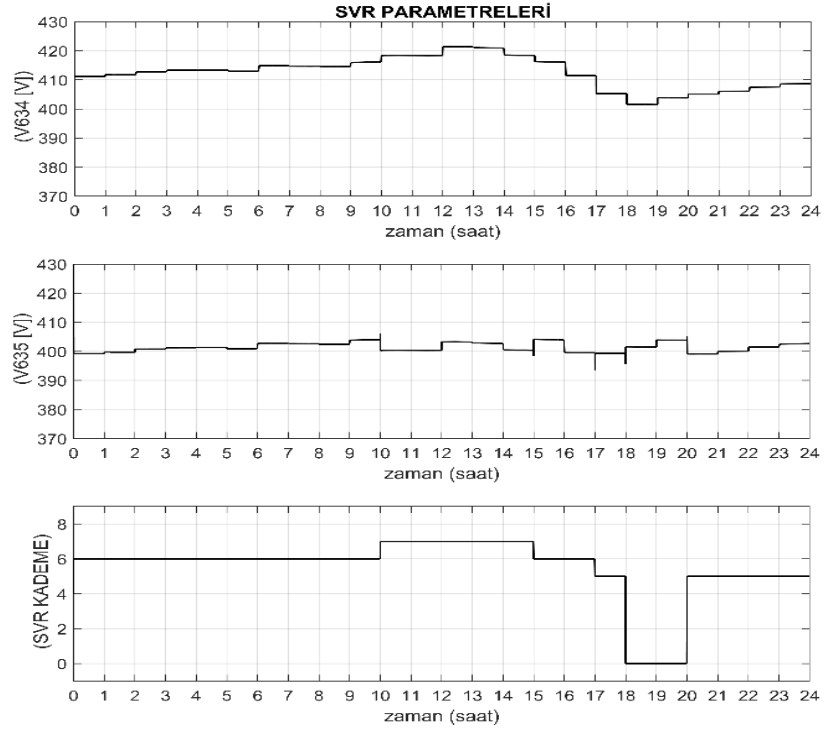
b)

Şekil 11. Baralardan çekilen aktif güçler: a) Kural Tabanlı EYS, b) Optimizasyon Tabanlı EYS

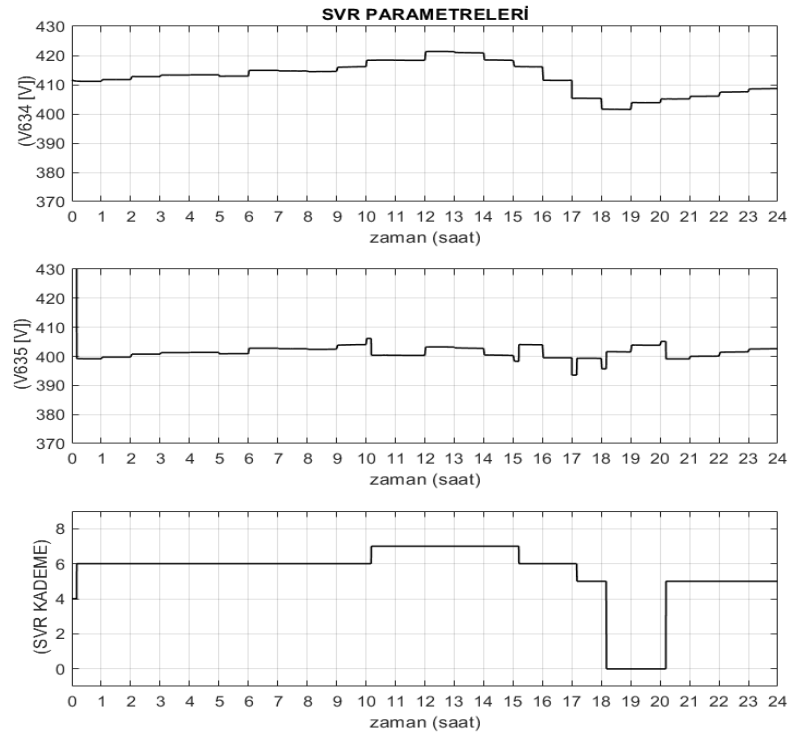
*Mikro Şebekeler için Enerji Yönetimi ve Gerilim Kontrol Algoritmalarının Geliştirilmesi: Alçak Gerilim Seviyesinde Statik Voltaj Regülatörü Örneği*



**Şekil 12.** Bara gerilimleri: a) Kural Tabanlı EYS, b) Optimizasyon Tabanlı EYS



a)



b)

Şekil 13. SVR parametreleri: a) Kural Tabanlı EYS, b) Optimizasyon Tabanlı EYS

Şekil 12.'de bara gerilimleri verilmiştir. 632 nolu bara altındaki diğer baralardaki gerilimler incelenmiştir. OSOS verilerine göre OG seviyede gerilim 4175 V – 4375 V arasında gün boyunca değişmektedir. Bunun nedeni daha öncede belirtildiği üzere dağıtık üretimin varlığı ve tüketim profilinin akşam saatlerinde, 18:00 ve 22:00 saatleri arası, daha fazla olmasıdır. Bu nedenle gündüz saatlerinde gerilim maksimum seviyeye ulaşmaktadır.

Şekil 13.'te SVR giriş ve çıkış gerilimi verilmiştir. Şekil 12.'de verilen OG'deki gerilim yükselmesinin etkisi AG tarafta da gözlemlenmektedir. SVR gerilim kontrol algoritması ile her iki EYS algoritmasının uygulandığı sonuç içinde gerilim istenilen seviye çekilmiştir. Özellikle, batarya şarj deşarj zamanlarının ve miktarlarını farklı olması nedeniyle SVR çıkışını temsil eden 635 nolu bara geriliminde küçük farklılıklar ve 400 V'un altında ya da üstünde küçük dalgalanmalar gözlemlenmektedir. Her iki durum içinde, mikro şebeke tarafındaki gerilimin düzeltilmesi SVR ile bu kadar mümkündür. 6V'un altındaki dalgalanmaların yok edilmesi için akıllı şebekenin reaktif güç dengesinin de sağlanması gerekmektedir. Bunun için mikro şebekelerde bulunan güneş panelleri ya da batarya invertörlerinin sisteme reaktif güç desteği sağlaması gerekmektedir. Gerilimin 400V'tan yüksek olduğu, sapma değerinin SVR kademesi ile ayarlanamayacak kadar düşük olduğu zamanlarda, gerilimin 400 V'a sabitlenmesi için güneş panelleri invertörü ya da batarya invertörü kapasitif reaktif güç modunda şebeke desteklemelidir. Gerilimin 400V'tan düşük olduğu durumlarda ise güneş panelleri invertörü ya da batarya invertörü endüktif reaktif güç modunda şebekeyi desteklemelidir. Ancak, uygulamalarda ek donanım gerektiren bu yöntem ve sistem maliyetini arttıracaktır. OSOS verisinde gerilimin 1pu ve üstü olması neticesinde, gerilim kontrol algoritması SVR'ı düşürme modunda yani 5., 6., 7. ve 8. kademelerde anahtarlamıştır. Böylelikle gerilim 24 saat boyunca 400 V seviyelerinde tutulmuştur.

## **5. Sonuçlar ve Öneriler**

Bu çalışmada, güneş enerjisi panelleri ve bataryaya sahip bir mikro şebeke için Kural tabanlı ve Optimizasyon Tabanlı Enerji Yönetimi algoritmaları geliştirilmiştir. IEEE 13 Bara test sisteminde bulunan 0.4 kV çıkışlı trafoya mikro şebeke bağlanmıştır. Günümüzde, dağıtık üretimin artması sonucunda günlük değişen gerilim profili için, gerçek saha OSOS verisi kullanılmış ve test sistemine bu gerilim verisi uygulanmıştır. Özellikle ülkemizde OG seviyesinde yük altında kademe değiştirici olmaması ve kademelerin mevsimlik ayarlanması sonucunda, gerilim yükselmelerinin kullanıcı tarafında olumsuz etkiler yaratması probleminin çözümüne yönelik AG tarafta SVR mikro

şebeke önüne bağlanmıştır. Mikro şebeke geriliminin 395 V-405 V arasında tutulması amaçlanmış ve SVR ile mümkün olacağı benzetim sonuçları ile doğrulanmıştır. Mikro şebekenin Optimizasyon Tabanlı EYS ile kontrol edilmesinin özellikle batarya ömrü ve ekonomik getiri bakımından daha tercih edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır. Aktif gücün kontrolünün yanında geriliminde kontrol edilmesi gerektiği sonuçları üzerinde durulmuştur. SVR ile kullanıcı için kabul edilebilir bir aralıklarda gerilim ayarlanabildiği için, gerilimin tam olarak 400 V'a çekilmesi sadece gerilim regülatörü ile mümkün olmamaktadır. Bunun için reaktif güç desteği sağlayan invertörler sisteme dahil edilmelidir.

### **Yazarların Katkısı**

Prof. Dr. Kamil Çağatay Bayındır danışmanlığında Doktora öğrencisi Enes Bektaş bu makaleyi yazmıştır. Diğer yazarlar makaledeki algoritmaları teknik açıdan incelemişlerdir, makaledeki algoritmaların geliştirilme ve OSOS verilerinin tedarik edilme aşamasında makaleye katkı sağlamışlardır.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### **Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı**

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

### **Teşekkür**

Bu çalışma, İnavitas tarafından 'Dağıtık Üretim Tesislerinin Yaygın Şebeke Entegrasyonu için Volt/Var Talep Yönetim Sistemi Gerçekleştirilmesi' adlı proje kapsamında desteklenmiştir.

### **Kaynaklar**

Akter, M. N., Mahmud, Md A., Than Oo, A. M., (2017). A hierarchical transactive energy management system for energy sharing in residential microgrids. *Energies*, Cilt 10, Syf. 2098-2124.

<https://doi.org/10.3390/en10122098>

Aryazanezhad, M., (2018). Management and coordinating of LTC, SVR, shunt capacitor and energy storage with high PV penetration in power distribution system for voltage regulation and power loss minimization, *Electric Power System Research*, Cilt 100, Syf.178-192.

<https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2018.02.015>

- Bektaş, E., Bayındır, K.Ç., Terciyanlı, A., Aydın, R. A., Baykal, Ş., Yılmaz, H., (2022). Energy management integrated volt var optimization for distribution systems with SVR, PV inverter, and BESS: a case study in distribution system of Elazığ/Turkey. *Electrical Engineering* . <https://doi.org/10.1007/s00202-022-01690-6>
- Castro, M. V., Moreira C, Carvalho L. M., (2020). Hierarchical optimization for energy scheduling and volt-var control in autonomous clusters of microgrids. *IET Renewable Power Generation* Cilt 4, Sayı 1, Syf. 27–38. <https://doi.org/10.1049/iet-rpg.2019.0357>
- Hu, J., Liu, Y., Yan, Z., (2017). Modelling on electrical power market clearing with consideration of the participation of VPP and MG in view of energy market internet, in *First IEEE Conference on Energy Internet*, Syf. 171-175, Beijing, China. [10.1109/ICEI.2017.37](https://doi.org/10.1109/ICEI.2017.37)
- Hu, J., Shan, Y, Xu, Y., Guerrero, J. M., (2019). A coordinated control of hybrid ac/dc microgrids with PV-wind-battery under variable generation and load conditions. *Electrical Power and Energy Systems*, Cilt 104, Syf. 583-592. [10.1016/j.ijepes.2018.07.037](https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2018.07.037)
- Ibrahim, M., Salama, M. M. A., (2015). Smart distribution system volt/var control using distributed intelligence and wireless communication. *IET Generation, Transmission & Distribution*, Cilt. 9, Syf. 307-318. <https://doi.org/10.1049/iet-gtd.2014.0513>
- Jafari, M., Olowu, T. O., Sarwat, A. I., (2018). Optimal smart inverters Volt-Var selection with a multi-objective Volt-Var optimization using evolutionary algorithm approach, *50th North American Power Symposium (NAPS)*, Syf. 1-6, North Dakota. [10.1109/NAPS.2018.8600542](https://doi.org/10.1109/NAPS.2018.8600542)
- Long, Q., Wang, J., Lubkeman, D., Lu, N., Chen, P., (2019). Volt-Var optimization of distribution systems for coordinating utility voltage control with smart inverters, *IEEE Power & Energy Society Innovative Smart Grid Technologies Conference (ISGT)*, Syf. 1-5, Washington, DC. [10.1109/ISGT.2019.8791600](https://doi.org/10.1109/ISGT.2019.8791600)
- Luna, A. C., Diaz, N. L., Graells, M., Vasquez, J. C., Guerrero, J. M., (2016). Cooperative energy management for a cluster of households prosumers, *IEEE Trans on Consumer Elec.*, Cilt 62, Syf. 235-242. [10.1109/TCE.2016.7613189](https://doi.org/10.1109/TCE.2016.7613189)
- Luna, A. C., Diaz, N. L., Savaghebi, M., Vasquez, J. C., Guerrero, J. M., Sun, K., Chen, G., Sun, L. (2016). Optimal power scheduling for a grid-connected hybrid PV-wind-battery microgrid system, in *IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)*, Syf. 1227-1234, Long Beach, CA, USA. [10.1109/APEC.2016.7468025](https://doi.org/10.1109/APEC.2016.7468025)
- Malekpour, A. R., Niknam, T., (2011). A probabilistic multi-objective daily Volt/Var control at distribution networks including renewable energy sources. *Energy-Elsevier*, Cilt 36, Sayı 5, Syf. 3477-3488. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.03.052>

- Mónica, A., Hortensia, A., Mircea, C., (2012). A multiobjective Var/Volt Management System in Smartgrids. *Energy Procedia*, Cilt 14, Syf. 490-1495. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.12.1122>
- Naina, P. M., Rajamani, H. S., Swarup, K. S., (2017). Modeling and simulation of virtual power plant in energy management system applications, in *7th International Conference on Power Systems (ICPS)*, Syf. 392-397, Pune, India. 10.1109/ICPES.2017.8387326
- Ramakrishna, G., Rao, N.D., (1999). Adaptive neuro-fuzzy inference system for volt:var control in distribution systems. *Electric Power Systems Research*, Cilt 49, Syf. 87–97. [https://doi.org/10.1016/S0378-7796\(98\)00073-X](https://doi.org/10.1016/S0378-7796(98)00073-X)
- Ranaweera, I., Mitgard, O. M., Korpas, M., (2017). Distributed control scheme for residential battery storage units coupled with PV systems, *Renewable Energy*, Cilt 113, Syf. 1099-1110. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.06.084>
- Resener, M., Haffner, S., Pereira, L. A., Panos, M. P., Ramos, M. J. S., (2019). A comprehensive MILP model for the expansion planning of power distribution systems-Part I: Problem formulation, *Electric Power System Research*, Cilt 170, Syf. 378-384. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2019.01.040>
- Resener, M., Haffner, S., Pereira, L. A., Panos, M. P., Ramos, M. J. S., (2019). A comprehensive MILP model for the expansion planning of power distribution systems-Part II: Numerical Results, *Electric Power System Research*, Cilt 170, Syf. 317-325, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2019.01.036>
- Zafar, R., Mahmood, A., Razzaq, S., Ali, W., Naeem, U., (2018). Prosumer based energy management and sharing in smart grid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Cilt 82, Syf. 1675-1684. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.018>
- URL-1: <https://anaconda.org/conda-forge/glpk>



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 5(1), 55-75, 2023  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Derleme Makalesi / Review Article

Doi: [10.47898/ijeased.1268554](https://doi.org/10.47898/ijeased.1268554)

## Futbol Sahalarında Oyun Alanı Çizgilerinin Önemi ve Çizgi İşaretleme Teknikleri

Bora BİNGÖL<sup>1\*</sup>, Tuğrul HOCAOĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Burdur, 15030, Türkiye.

<sup>2</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Yalvaç Meslek Yüksekokulu, Pazarlama ve Reklamcılık Bölümü, Isparta, 32400, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : <a href="mailto:bbingol@mehmetakif.edu.tr">bbingol@mehmetakif.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0001-9644-0921">https://orcid.org/0000-0001-9644-0921</a> , B. Bingöl  <a href="https://orcid.org/0000-0002-7096-3051">https://orcid.org/0000-0002-7096-3051</a> , T. Hocaoğlu	Geliş Tarihi / Received Date : 21.03.2023 Revizyon Tarihi / Revision Date : 07.04.2023 Kabul Tarihi / Accepted Date : 15.04.2023 Yayın Tarihi / Published Date : 15.07.2023
<b>Alıntı / Cite :</b> Bingöl, B., Hocaoğlu, T. (2023). Futbol Sahalarında Oyun Alanı Çizgilerinin Önemi ve Çizgi İşaretleme Teknikleri, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi , 5(1), 55-75.	

### Özet

Spor saha çizgilerinin düzenli olarak işaretlenmesi, her spor dalı için vazgeçilmez bir işlemdir. Ülkemizde de çokça sevilen futbol, dünyada en fazla ilgi duyulan spordur. Futbol oyun kurallarının uygulanabilmesi ve müsabakanın gerçekleştirilebilmesi için oyun alanı işaretlemelerinin mutlaka yapılması gerekmektedir. Futbol oyun sahasında kullanılan donatılar, ölçüler ve oyun standartlarının tarifi, Uluslararası Futbol Birliği Kurulu (IFAB) tarafından açıkça belirlenmiştir. Günümüzde çizgi işaretleme çalışmaları için çok çeşitli malzeme ve ekipman seçeneği bulunmaktadır. Bu nokta da önemli olan doğru malzeme ve ekipmanın seçilmesi ve işlem için uygun planlamanın yapılmasıdır. Çizgi işaretleme işlemi esnasında öncelik sağlık ve güvenlidir. Gerek çalışanlar gerekse oyuncular için mutlaka bu şartlar sağlanmalıdır. Bu çalışmada da öncelikle futbol sahası oyun alanı ölçüleri ve oyun alanı işaretlemeleri IFAB'İN belirlediği ölçü ve standartlar çerçevesinde ele alınmıştır. Daha sonra oyun alanı işaretlemesinde kullanılan çizgi işaretleme malzeme ve ekipmanları gözden geçirilerek futbol sahalarındaki kullanımları incelenmiştir. Ülkemizdeki futbol sahalarındaki uygulamalar da incelenerek, bu işlemin yeterince dikkate alınmadığı, doğru malzeme ve ekipmanın kullanılmadığı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda çalışmada gözlemlenen sorunlar ifade edilerek çizgi işaretleme teknikleri konusunda çeşitli öneriler getirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Futbol sahaları, Oyun alanı, Saha çizgileri, Çizgi işaretleme.



## ***The Importance of Playing Field Lines and Line Marking Techniques on Football Pitches***

### ***Abstract***

*Regular marking of sports field lines is an indispensable process for every sport branch. Football, which is very popular in our country, is the most popular sport in the World. In order for the football game rules to be applied and the competition to be held, it is absolutely necessary to mark the playing field. The equipment used in the football pitches, the dimensions and the definition of the game standards are clearly determined by the International Football Association Board (IFAB). There is a wide variety of materials and equipment options available for line marking work today. At this point, it is important to choose the right materials and equipment and to make the appropriate planning for the process. Health and safety is the priority during the line marking process. These conditions must be provided for both employees and players. In this study, first of all, the dimensions of the football field and the markings of the playgrounds are discussed within the framework of the measures and standards determined by IFAB. Then, line marking materials and equipment used in playground marking were reviewed and their use in football pitches was examined. By examining the applications in the football fields in our country, it has been determined that this process is not taken into consideration enough and the right materials and equipment are not used. In this direction, the problems observed in the study have been expressed and various suggestions have been made about line marking techniques.*

**Keywords:** *Football pitches, The field of play, Pitch lines, Line marking.*

### **1. Giriş**

Spor saha çizgilerinin düzenli olarak işaretlenmesi, her spor dalı için vazgeçilmez bir işlemdir. Çünkü her spor dalı kendine özel saha işaretlerine sahiptir. Spor müsabakalarının gerçekleştirilebilmesi için her spor dalının kendine özgü kurallarına uygun işaretlemelerinin yapılması gerekmektedir. Spor dalları farklı yüzeylerde oynansa da çoğunlukla çim yüzeyli sahalarda oynanmaktadır.

Ülkemizde de çokça sevilen futbol, dünyada en fazla ilgi duyulan spordur. Her kıtada, her ülkede ve birçok farklı seviyede oynanır. Müsabakaların gerçekleştirildiği futbol sahalarının zemini ise müsabaka talimatlarının izin verdiği doğal ve yapay malzemelerin bir arada kullanılması (hibrit sistem) ile; tamamen doğal veya eğer müsabaka talimatları izin verirse, tamamen yapay olabilir (Anonymous, 2021; Hoccoğlu ve Bingöl, 2022).

Futbol oyun kurallarının dünya çapında tüm konfederasyon, ülke, şehir ve köyde oynanan her bir maç için aynı olması, korunması gereken önemli bir güçtür. Bu ayrıca her yerde futbolun iyiliği için kullanılması gereken bir fırsattır (Anonymous, 2021). Bu bağlamda dünyanın neresinde olursa olsun oyun sahasında kullanılan donatılar ve oyun ölçüleri açısından, futbol oyun standartlarının da tarifi bulunmaktadır. Bu standartlar, sadece müsabakanın oynanması açısından değil, yayın değerinden dolayı saha görseli ve sunumu açısından da önemlidir.

Çizgi işaretleme çalışmalarında farklı malzemeler ve ekipmanlar kullanılabilir. Kullanılan en eski işaretleme malzemelerinden bazıları ise talaş ve tozlardır. Kullanılan bu malzemeler zamanla

yerini basit kuru işaretleme bileşiklerine dönüştürülebilen ve kolayca yayılabilen tebeşir ve kireçtaşı gibi malzemelere bırakmıştır. Beyaz olan tebeşir ve kireçtaşı malzemeleri, ışığı yansıtarak çizgilerin görünürlüğünü artırmıştır. Bir başka önemli gelişme de bu malzemelerin daha verimli kullanılmasını sağlayan ve bir taşıyıcı görevi gören suyla karıştırılabilmelerinin fark edilmesidir. Bu farkındalığın sonucunda tebeşir/kireçtaşı ve su karışımını sıvı olarak uygulamak için basit bir transfer tekerleği işaretleme olarak tasarlanmış ve geliştirilmiştir (URL-1).

Tasarlanan ilk işaretleme malzemeleri, uzun ömürlü olmamış, yağmur sırasında kolayca renkleri atmış ve yetersiz kalmışlardır. Bu sorunun üstesinden gelmek içinde bazı saha çalışanları bu malzemelere yabancı ot öldürücüler eklemeye veya bu malzemeleri kreozot ile değiştirmeye başlamıştır. Bu uygulama 1960'lar ile 1980'ler arasında kabul gören bir uygulama olmuştur. Bu malzemelerin kullanımı genellikle çim bitkisinin ölmesi ile sonuçlanmıştır. Günümüzde ise artık sönmüş kireç (kalsiyum hidroksit) ve kreozot gibi malzemelerin kullanımı yasaklanmıştır (URL-1).

Kullanılan işaretleme malzemelerinin yanında işaretleme ekipmanları da zaman içerisinde gelişim göstermiştir. İşaretleme ekipmanları başlangıçta çim yüzeyli tenis kortlarını işaretleme için geliştirilmiş olsalar da daha sonraları diğer açık havada oynanan spor dallarında da kullanılmışlardır (URL-2). Çim için temel çizgi işaretleme ekipmanları 1800'lerin sonlarında kullanılmıştır. Bu ilk ekipmanlardan biri olan tekerlekten tekerleğe (aktarmalı) çizgi işaretleme ekipmanı, F. H. Ayres tarafından geliştirilmiştir (Şekil 1) (Evans, 1994). 1881 yılında patent alan bu tasarım, günümüzde de kullanılan tekerlekten tekerleğe (aktarmalı) çizgi işaretleme ekipmanlarının ilham kaynağı olmuştur.



Şekil 1. "Caxton" tekerlekten tekerleğe (aktarmalı) çizgi işaretleme ekipmanı (URL-3)

Basıncılı, püskürtmeli çizgi işaretleme ekipmanları ise ilk defa 1951 yılında, çizgi işaretleme ekipmanları yapmaya başlayan Peacock & Holmes Ltd. şirketi tarafından tasarlanmıştır. İlk ekipmanda "Holmes Jet Marker" olarak adlandırılmıştır (Şekil 2a-2b). 1950'lerin sonlarında ise firma ilk defa motorla çalışan çizgi işaretleme ekipmanını piyasaya sürmüştü ve yüksek fiyatına rağmen emek tasarrufu sağlayan bu

ekipmana kulüpler, konseyler ve büyük kuruluşlar büyük ilgi göstermişlerdir (Şekil 2c) (Harrod, 2018).



Şekil 2. a-b) “Holmes Jet Marker” Holmes püskürtmeli çizgi işaretleyici c) Motorlu püskürtmeli çizgi işaretleyici (Harrod, 2018)

1960’larda ve 1970’lerin başında, geliştirilmiş tekerlek performansı ile gelişmiş mühendislik teknikleriyle daha iyi tasarlanmış çok çeşitli çizgi işaretleme ekipmanı ortaya çıkmıştır (URL-2). Bu dönemde gözler bütçe dostu ekipmanlara çevrilmişken, tekerlekten tekerleğe (aktarmalı) çizgi işaretleyicilerinden biri olan “The Dimple” markası doğmuştur (Şekil 3). Dökme demirden yapılmış olan ekipmanın boyayı tanktan sahaya taşımada ve dağıtmada çok daha üstün ve benzersiz bir çukurlu transfer çarkı kullanması o dönem için yeni bir keşif olmuştur. Ekipmanın kalitesi kısa sürede fark edilmiş ve çok kısa bir süre içinde Wembley, Wimbledon ve The Queen’s Club gibi İngiltere’nin en iyi mekanlarından bazılarında kullanılmaya başlanmıştır (Harrod, 2018).



Şekil 3. “The Dimple” tekerlekten tekerleğe (aktarmalı) çizgi işaretleyici (Harrod, 2018)

2010 yılından itibaren şirketler, bir insanın ekipmanı kullanmasını veya işaretlenen hatların konumu için yönlendirmesi zorunluluğunu ortadan kaldırmayı amaçlayan, navigasyon için Küresel Konumlama Sistemi (GPS) girişini kullanan, tamamen robotik çizgi işaretleyiciler geliştirmeye başlamıştır (URL-2).

Günümüzde ise çizgi işaretleme çalışmaları için çok çeşitli malzeme ve ekipman seçeneği bulunmaktadır. Önemli olan doğru malzeme ve ekipman seçimini yaparak uygun planlamanın

yapılmasıdır. İşaretleme işlemi için yeterli hazırlık önceden planlanmalı ve gerekli ekipmanlar temin edilerek yeterli zaman ayrılmalıdır. Bu çalışmada da futbol sahası oyun alanı ölçüleri ve oyun alanı işaretlemelerinin ölçü ve standartları ele alınmış ve işaretlemede kullanılan çizgi işaretleme malzeme ve ekipmanları incelenerek futbol sahalarındaki kullanımları incelenmiştir.

## **2. Oyun Alanı Ölçüleri**

### **2.1. Boyutlar**

Oyun alanı dikdörtgen şeklinde olmalıdır. Taç çizgilerinin uzunluğu kale çizgilerinin uzunluğundan fazla olmalıdır (Bingöl, 2004).

- Uzunluk (Taç çizgisi): En az 90 metre (100 yarda), En çok 120 metre (130 yarda).
- Genişlik (Kale çizgisi): En az 45 metre (50 yarda), En çok 90 metre (100 yarda).

Uluslararası Maçlarda Ölçüler:

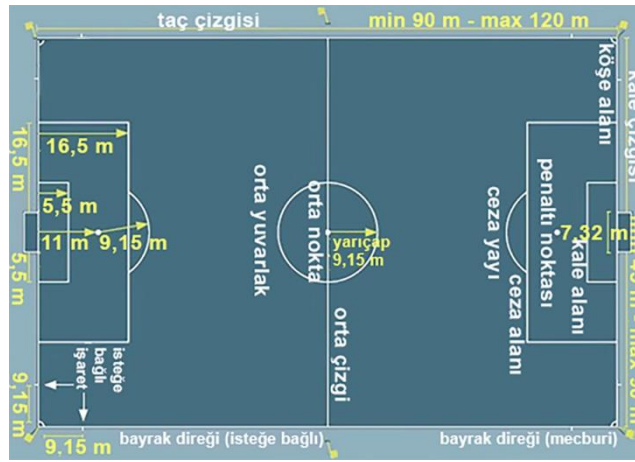
- Uzunluk (Taç çizgisi): En az 100 metre (110 yarda), En çok 110 metre (120 yarda).
- Uzunluk (Kale çizgisi): En az 64 metre (70 yarda), En çok 75 metre (80 yarda).

Yukarıda verilen ölçüler aralığında kale çizgisi ve taç çizgisinin uzunluğunu ise müsabaka talimatı belirlemektedir (Anonymous, 2021). En üst profesyonel düzeydeki tüm maçlar ile büyük uluslararası ve yerel oyunların oynandığı yerlerde saha 105 metre uzunluğunda ve 68 metre genişliğinde olmalıdır. Sahanın yanında, ideal olarak her kale çizgisinin arkasında, oyuncuların ısınabilecekleri fazladan düz alanlara (Tali alan) ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca bu tali alan; top toplayıcıların, sağlık çalışanlarının, güvenlik görevlilerinin ve basın mensuplarının dolaşmasına uygun olmalıdır. Bu alanın, sahanın yan taraflarında 8,5 metre, uç kısımlarında ise 10 metre olması tavsiye edilir (Anonymous, 2011).

## **3. Oyun Alanının İşaretlenmesi**

Oyun alanı çizgilerle belirlenir. Bu çizgiler sınırladıkları alana dahildir. Bütün çizgiler en çok 12 santimetre (5 inç) genişliğinde olmalıdır. Oyun alanı bir orta çizgi ile ikiye ayrılır. Başlama noktası bu çizginin tam ortasına işaretlenir (Bingöl, 2004; Anonymous, 2021). Başlama noktası (merkez daire noktaları) 240 milimetre çapında katı nokta olmalıdır (Anonymous, 2018). Bu noktaya merkez olarak 9,15 metre (10 yarda) yarıçaplı bir daire çizilir (Bingöl, 2004; Anonymous, 2021). Penaltı noktası ise noktanın merkezinden kale çizgisinin arka kenarına doğru ölçülür (Anonymous, 2021).

Oyun alanı içerisinde kale alanı (altı pas), ceza alanı ve köşe alanı yer almaktadır. Kale alanı 18,32 metre (20 yarda) x 5,5 metre (6 yarda), ceza alanı ise 40,32 metre (44 yarda) x 16,5 metreden (18 yarda) oluşmaktadır. Ceza yayı ise ceza alanının hemen dışında bulunan ve merkezi penaltı noktası olan, yarıçapı 9,15 metre (10 yarda) olan bir yay ile belirlenir. Oyun alanı ile ilgili tanımlar ve ölçüler Şekil 4’de detaylı olarak verilmiştir.



Şekil 4. Oyun alanı ile ilgili tanımlar ve ölçüler (Anonymous, 2021)

- **Kale Alanı**

Kale direklerinin iç kenarlarından 5,5 metre (6 yarda) uzaklıkta kale çizgisine dik iki çizgi çizilir. Bu çizgiler saha içine doğru 5,5 metre (6 yarda) dik uzatılır ve kale çizgisine paralel bir çizgi ile birleştirilir. Bu çizgiler ve kale çizgisiyle sınırlanan bu alana kale alanı denir (Bingöl, 2004).

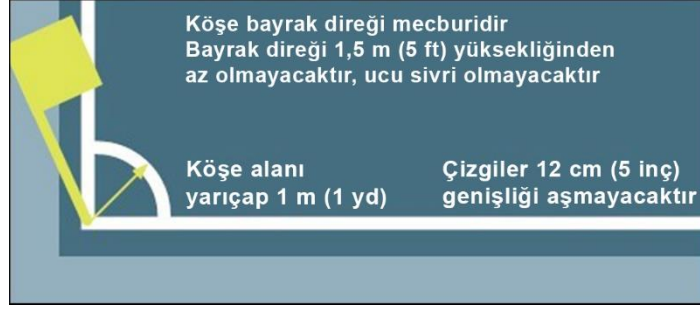
- **Ceza alanı**

Kale direklerinin iç kenarlarından 16,5 metre (18 yarda) uzaklıkta kale çizgisine dik iki çizgi çizilir. Bu çizgiler saha içine doğru 16,5 metre (18 yarda) dik uzatılır ve kale çizgisine paralel bir çizgi ile birleştirilir. Bu çizgiler ve kale çizgisi ile sınırlı bu alana ceza alanı denir (Bingöl, 2004).

Her bir ceza alanı içinde kale direklerinden eşit uzaklıkta ve kale çizgisine 11 metre (12 yarda) uzaklıkta bir penaltı noktası işaretlenir (Bingöl, 2004; Anonymous, 2021). Penaltı noktası 200 milimetre çapında katı nokta olmalıdır (Anonymous, 2018). Ceza alanı dışına merkezi penaltı noktası olan 9,15 metre (10 yarda) yarıçaplı bir daire yayı çizilir (Bingöl, 2004; Anonymous, 2021).

- **Köşe Alanı**

Köşe alanı, her bir köşede yer alan bayrak direğinden itibaren oyun alanı içine çizilen 1 metre (1 yarda) yarıçaplı çeyrek daire yayı çizilerek belirlenir (Şekil 5) (Anonymous, 2021).



Şekil 5. Köşe alanı ölçüleri (Anonymous, 2021)

- **Bayrak Direkleri**

Oyun alanının her köşesine en az 1,5 metre (5 fit) yüksekliğinde, ucu sivri olmayan ve ucuna bayrak takılan bir direk yerleştirilmelidir (Bingöl, 2004; Anonymous, 2021). Bayrak direkleri ayrıca, orta saha çizgisi hizasında, taç çizgisinin en az 1 metre (1 yarda) dışına dikilebilir. Köşe yayı her bir köşede bayrak direğinden itibaren oyun alanı içine 1 metre (1 yarda) yarıçaplı çeyrek daire yayı çizilmesi ile oluşur (Bingöl, 2004).

Bayrak direkleri ankrajlı, olmalı ve maç öncesinde 1 takım (4 adet) yedek bulundurulmalıdır. Sporcuların sağlığı içinse bayrak direğinin ankraja yerleştiği bağlantı noktasının yaylı olması tercih edilir (Şekil 6).



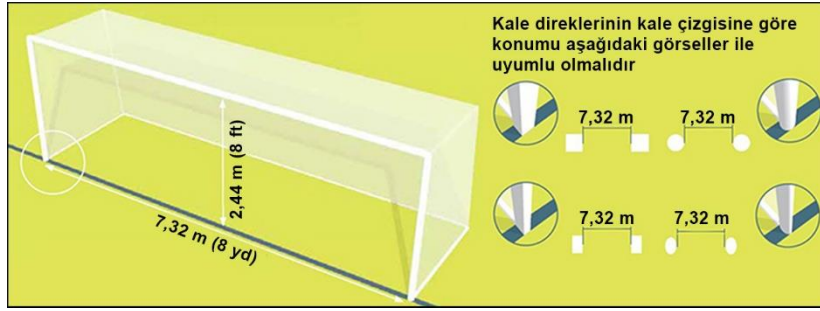
Şekil 6. Köşe alanı ve bayrak direği (Eryaman Stadyumu) (Yazar arşivi)

- **Kaleler**

Kaleler, her bir kale çizgisinin ortasına yerleştirilmelidir. Bunlar, bayrak direklerinden eşit uzaklıkta yukarı doğru dik iki direk bunları birleştiren yatay bir üst direkten oluşur (Bingöl, 2004). Kale direkleri ve üst direk, onaylanmış materyallerden yapılmalıdır. Şekilleri, kare, dikdörtgen, yuvarlak, elips veya bu şekillerin bir kombinasyonu şeklinde olmalı ve direkler oyuncular için tehlike yaratmamalıdır (Şekil 7) (Anonymous, 2021).

İki direk arasındaki mesafe içten içe 7,32 metre (8 yarda) ve üst direğin alt kenarının yerden yüksekliği ise 2,44 metre (8 fit) olarak belirlenmiştir (Şekil 7) (Bingöl, 2004; Anonymous, 2021).

Kale direkleri ve kale üst direği beyaz renkte olmalı ve 12 santimetreyi (5 inç) aşmamak kaydı ile aynı genişlikte ve derinlikte olmalıdır (Anonymous, 2021). Kale ağızlarındaki çizgiler kale direklerinin arkaları ile aynı hizada olmalıdır (Anonymous, 2018). Kalelere kale ağları, direklere, üst direğe ve yere iyice tutturulmak ve kaleciye hareket serbestliği vermek şartı ile takılabilir. Kale ağları jüt, kendir, kenevir ve naylondan yapılır (Bingöl, 2004).



Şekil 7. Kale ölçüleri (Anonymous, 2021)

Maç günlerinde, saha kurulumundan ve takım ısınmalarından sonra, devre arasında ağları kontrol etmek iyi bir uygulamadır. Kale direklerinin 2 adet yedeği fileleri kurulmuş olarak sahaya kolay erişim sağlayan ve kalelere yakın bir yerde bulundurulmalıdır. Ayrıca herhangi bir deliği onarmak için de bir ağ tamir takımı mevcut olmalıdır. Saha personelin olası değişim durumu ile ilgili mutlaka prova yapması ve yedek kalelerin de her zaman hazır olması gereklidir (Anonymous, 2018). Kaleler yere sağlam bir şekilde sabitlenmelidir (Şekil 8).

Eğer kale üst direği oyun esnasında yerinden çıkar veya kırılırsa, oyun kale üst direği onarılıncaya veya eski yerine geri takılıncaya kadar durdurulmalıdır. Oyun ise tekrar bir hakem atışı ile başlatılmalıdır. Eğer kale üst direği onarılamayacak durumda ise maç tatil edilmelidir. Kale üst direği bir iple veya herhangi bir esnek veya tehlike oluşturabilecek bir materyalle değiştirilmemelidir (Anonymous, 2021).



Şekil 8. Kale direklerinin değiştirilmesi (Anonymous, 2020)

Filenin içinde veya yakın çevresinde, kale filesini yere sabitleyen çubukların arkasında ve ağır dışındaki payandalar (kale filesi destek direkleri) dışında hiçbir yapısal eleman ya da fiziksel destek kullanılmaz. Buradaki amaç, kale yapısı elemanlarının, top bir kez kale çizgisini geçtiğinde topun (kalenin dışından veya içinden) oyun alanına geri sekmemesini ve oyuncuların yaralanmasına neden olmamasını sağlamaktır. Bu amaçla kale çerçevesi zemine gömülebilir (Şekil 9) (Anonymous, 2018).



**Şekil 9.** Yere gömülü kale çerçeveleri (Anonymous, 2018)

Kale ağları, kaleye ve kale arkasındaki zemine, kaleciyi ve oyuncuları tehlikeye sokmayacak şekilde düzgünce takılmalıdır. Kale yapılarını desteklemek için kullanılan vidalar veya diğer elemanlar potansiyel bir tehlike olarak kabul edilirse, bant veya dolgu gibi ek koruma unsurları kullanılmalıdır (Şekil 10) (Anonymous, 2018).



**Şekil 10.** Oyuncu güvenliği için daha fazla koruma gerektiren kale yapıları (Anonymous, 2018)

Kale payandaları, reklam panolarının önüne ve kale çizgisine yakın bir yere yerleştirilmişse, kale direklerinden kolayca ayırt edilebilen ayrı, tek tip bir renkte ek koruma gerektirir (Şekil 11) (Anonymous, 2018).





Şekil 11. Kale payandası görünürlüğü ve güvenliği (Anonymous, 2018)

Avrupa Futbol Federasyonları Birliği (UEFA) maçları sırasında, oyun alanı, kale ağları ve bu ağların çevreledikleri alanlar, kale direklerinin kendileri, file gerdirme destek direkleri ve köşe direkleri üzerinde gerçek veya sanal logoların veya amblemlerin reproduksiyonunun yapılması yasaktır. Bunlara sadece bayraklarda izin verilmektedir (Anonymous, 2018).

#### • Teknik Alan

Teknik alan teknik kadro, yedek oyuncular ve değiştirilen oyuncular için belirlenmiş bir yedek kulübesini kapsar. Uluslararası oyunlar ve Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği (FIFA) Salon Futbolu Dünya Kupası için her bir kulübe 23 kişilik olmalıdır. Koltukların arkalıkları olmalıdır. Kulübeler zemin seviyesine yerleştirilmeli ve izleyicilerin görüşünü engellememelidir. Bunlar şeffaf pleksiglas türü bir çatıyla, kötü havaya ve seyirciler tarafından atılan maddelere karşı korunmalıdır (Anonymous, 2011). Teknik alanın ölçüsü, bu kulübenin herhangi bir tarafında 1 metre (1 yarda) ve taç çizgisine paralel olacak şekilde taç çizgisinden 1 metre (1 yarda) mesafeye kadar genişleyen bir yapıda olmalıdır (Şekil 12) (Anonymous, 2021). Alan kesikli çizgiler ile işaretlenmelidir.



Şekil 12. Teknik alan a) Başakşehir Fatih Terim Stadyumu (Yazar arşivi) b) Ülker Fenerbahçe Şükrü Saracoğlu Stadyumu (Yazar arşivi)

#### 4. Çizgi İşaretleme Malzemeleri ve Ekipmanları

Oyun alanın işaretlenmesi, oyun kurallarının yerine getirilmesi ve oyunun oynanabilirliği açısından son derece önemlidir. Bu yüzden işaretlenme işlemi oyun alanı ölçülerine göre uygun

malzeme ve ekipman ile titizlikle yapılmalı, müsabakanın oynanmasını ve yönetilmesini doğrudan etkilememelidir.

Futbol oyun sahalarında kullanılan çizgi işaretleri, Uluslararası Futbol Birliği Kurulu (IFAB) oyun kurallarına uygun olmalıdır. Oyun kurallarında çizgiler, sınırlandırdıkları alanların bir parçası olarak kabul edilir. Saha çizgileri beyaz, açıkça ayırt edilir ve ideal olarak kale direklerinin genişliğine eşit genişlikte olmalı ve 12 santimetreyi geçmemelidir.

#### **4.1. Çizgi İşaretleme Malzemeleri**

Günümüzde çeşitli ekipmanlar ve aplikatörler aracılığıyla uygulanan çok çeşitli çizgi işaretleme ürünleri kullanılmaktadır. Genel olarak ideal bir işaretleme malzemesi su geçirmez, çabuk kuruyan, kolayca silinmeyen veya pul ya da toza meyilli olmamalıdır. Aynı zamanda sağlık ve güvenlik gerekliliklerini de karşılamalıdır (Evans, 1994). İşaretleme malzemeleri, kalıcı veya kalıcı olmayan çizgiler üretmek üzere tasarlanmıştır (URL-1). Bu yüzden kullanılan bu malzemeleri ikiye ayırmak mümkündür.

##### **a) Kalıcı Olmayan Malzemeler**

Tozlar: Esas olarak çim yüzeyli sahalarda kullanım için tebeşir bazlı ürünlerden oluşmaktadır. Toz, yerçekimi beslemeli kuru bir işaretleme kullanılarak tek başına kullanılabilir gibi sıvı olarak da kullanılmak için su veya emülsiyon ürünleri ile de karıştırılabilir. Bu ürünler aktarmalı işaretleme cihazlarında veya bazı püskürtmeli çizgi işaretleme cihazları ile kullanılabilir (URL-1).

Sıvılar: Su bazlı boyalar ve solüsyonlar ise tüm doğal çim ve suni çim yüzeylerde kullanılabilir. Bu ürünler kullanıma hazır veya konsantre olarak temin edilebilir. Aktarmalı veya püskürtmeli çizgi işaretleme cihazları ile kullanılabilir (URL-1).

##### **b) Kalıcı Malzemeler**

Boya: Pigmentli katı kıvamlı sıvı boyalar seyreltilmiş veya saf halde kullanılabilir. Aktarmalı veya püskürtmeli çizgi işaretleme cihazları ile kullanılabilir (Anonymous, 2017).

Aerosoller: Çim yüzeylerde ve tüm sert yüzeylerde kullanılabilir. Elle, el tabancası aplikatörü veya özel amaçlı tekerlekli aplikatör ile uygulanabilir (URL-1).

#### **4.2. Çizgi İşaretleme Ekipmanları**

Günümüzde çizgi işaretleme ürünleri çeşitli ekipmanlar ve aplikatörler aracılığıyla uygulanabilir. Çizgi işaretleme ekipmanını seçerken ekonomik olması, zamandan tasarruf sağlaması

ve alana uygun olması gibi kriterler göz önünde bulundurulabilir. Çizgi işaretleme işlemlerinde kullanılan en yaygın ekipman aktarmalı (tekerlekten tekerleğe) veya püskürtmeli ekipmanlardır (Şekil 13). Püskürtmeli çizgi işaretleme ekipmanlarının GPS ile otonom çalışan ve lazer ile hizalama yapabilen tipleri de mevcuttur.



Şekil 13. Çizgi işaretleyiciler (soldan sağa) a) Aktarmalı b) Harici pompalı, hava basınç tanklı püskürtmeli c) Dahili pompalı püskürtmeli (Yazar arşivi)

#### a) Kayış/Bant Transferli Çizgi İşaretleyici

Günümüzde tercih edilmemekle birlikte eskiden çizgi işaretleyici olarak kullanılan sürekli kayış/bant sistemli bir sıvı çizgi işaretleyicisidir (Şekil 14). Yüzeye pozitif bir yapışma ve sürekli bir işaretleme sıvısı beslemesi sağlayan bu ekipman farklı spor türleri için de kolayca değiştirilebilen üç farklı genişlikte kayışa sahiptir. Kayış çizgisi, yönlendirme için olumlu bir kılavuz sağlar ve çoğu alan tek geçişte işaretlenebilir (URL-4). Ancak bu ekipmanlar çamurlu yüzeylerde etkili bir şekilde çalışmaz (URL-1).



Şekil 14. “Truline” kayış/bant transferli çizgi işaretleyici (URL-4)

#### b) Kuru Çizgi İşaretleyici

Kuru çizgi işaretleyiciler çim, kiremit irmiği ve kil üzerinde kullanım için uygundur (URL-1). Adından da anlaşılacağı gibi, bunlar kuru toz bileşiklerinin uygulanması içindir (Şekil 15) (Anonymous, 2017). Karıştırma gerektirmeyen en ucuz çizgi işaretleme yöntemlerinden biridir. Bazı

durumlarda, özellikle çamurlu yüzeylerde, hala hat üretmenin en iyi yöntemidir. Kuru çizgi işaretleri için kullanılan malzemeler çeşitli biçimlerde olabilir. Bu beyaz tozlar toksik değildir ve öğütülmüş doğal kalsiyum karbonat bazlıdır. Kullanım esnasında tozun ve haznenin kuru olduğundan emin olunmalıdır. Çünkü nemli toz serbest akışı önleyecektir (URL-1).

Hidratlı kireç (kalsiyum hidroksit) çizgi işaretleme için asla kullanılmamalıdır. Zehirlidir ve kimyasal cilt yanıklarına ve tahrişlere neden olabilir. Hem kuru hem de ıslak formda temas halinde gözlere ve cilde ciddi zararlar verebilir (URL-1).



**Şekil 15.** Kuru çizgi işaretleyiciler (URL-5; URL-6)

### **c) Aktarmalı Çizgi İşaretleyci (Tekerlekten tekerleğe)**

Günümüzde çim alanlarda en çok tercih edilen bir çizgi işaretleyicidir. Aktarmalı çizgi işaretleme ekipmanları genelde 10 litreden az olmayacak şekilde metal/plastik bir boya haznesine sahiptir. Çizgi boyama işlemi, 3 tekerlekten oluşan aktarma sisteminin ve mekanik olarak kullanıcının ekipmanı itmesi ile çalışır. Silindirin (1. tekerlek) boya haznesinden aldığı boya, ara bir tekerlekle (2. tekerlek) çimi boyaması gereken ve çim yüzeyine temas eden tekerleğe (3. tekerlek) aktarması ile sağlanır (Şekil 16).



**Şekil 16.** Aktarmalı (tekerlekten tekerleğe) çizgi işaretleyici a) Eryaman Stadyumu (Yazar arşivi) b)

Bunyodkor Stadyumu (Özbekistan) (Yazar arşivi)

Ekipman dayanıklı olması amacıyla çelik malzemelerden imal edilir. Sistemi taşıyan tekerlerin çimde iz bırakmayacak şekilde, havalı ve/veya dolgu şeklinde çim tipi olması gereklidir.

Orta tekerin boyutu üreticiden üreticiye değişiklik gösterebilir. Bu tekerin bazılarında çukurlar, oluklar veya kauçuk yüzeyler bulunabilir burada amaç işaretleme sıvısını verimli ve eşit bir şekilde aktarmaktır (Şekil 17). Çizginin genişliği, markalama tekerleğinin genişliğine bağlıdır. İyi bir hat üretmek için makul miktarda çim örtüsü gereklidir. Bu ekipmanlar zemin koşulları çok ıslak ve çamurlu olduğunda iyi hatlar üretmezler. Gevşek çim kupürleri ise işaret çarkı tarafından alınır, ekipmanı tıkayabileceklerinden bir sorun yaratabilir (URL-1).



Şekil 17. Aktarmalı (tekerlekten tekerleğe) çizgi işaretleyici (soldan sağa) “The Dimple”, “Lines Man” (Harrod, 2018)

#### d) Püskürtmeli Çizgi İşaretleyici

Püskürtmeli çizgi işaretleme ekipmanları hemen hemen her yüzeyde kullanılabilen ve birçok özelliğe sahip olması nedeni ile sıklıkla tercih edilen çizgi işaretleyicilerdir. Bu işaretleyiciler değişen farklı tank kapasiteleri, değişken püskürtme genişliği ayarları, daha kolay kullanım için daha iyi taşıma tekerlekleri ve dahili tank yıkama olanakları gibi birçok özelliğe sahip olabilirler. Ayrıca çoklu çizgileri işaretlemek için ek püskürtme çizgileri de sisteme eklenebilir. Bazı ekipmanlarda ise otomatik kendi kendini temizleme özelliği dahi vardır. Püskürtme çizgisi işaretleyicileri, farklı yüzeyleri işaretlemek, elle püskürtmek ve aynı anda birden fazla çizgiyi işaretlemek için çeşitli ataşmanlara sahip olabilir (URL-1).

Bu işaretleyicilerde çizgi genişliği değişkendir, memenin her iki yanındaki metal kılavuzlar ayarlanarak değiştirilebilir. Bu ekipmanlar ayrıca elektrikli veya motorlu olarak da tercih edilebilir. Bunlar haricinde daha çok açık sahalar için uygun olan GPS sistem, GPS sistemli otonom veya lazer hizalama gibi donanımlar da bu işaretleyicilere eklenebilmektedir (Şekil 18-19). Bu ekipmanlar daima temiz tutulmalı, püskürtme jetlerinin tıkanmasını önlemek için kullandıktan sonra boyanın ekipmanda kurumasına izin verilmemeli ve suyla iyice yıkanmalı veya suyla tekrar çalıştırılmalıdır.



**Şekil 18.** Püskürtmeli çim işaretleyiciler (soldan sağa) a) Püskürtmeli (URL-7) b) Püskürtmeli (Lazer) (URL-8) c) Püskürtmeli (GPS) URL-7)



**Şekil 19.** Püskürtmeli çim işaretleme ekipmanları (soldan sağa) a-b) Püskürtmeli (GPS sistemli otonom) (URL-9; Robson, 2019) c) Kontrol ünitesi (GPS sistemli otonom) (URL-9)

GPS sistemli otonom veya lazer hizalamalı püskürme sistemleri saha çizgilerinin işaretlenmesi esnasında diğer çizgi işaretleme ekipmanlarında farklı olarak kılavuz iplerine gerek duymazlar. Ancak diğer sistemlerin tamamında kılavuz hizalama ipleri kullanılmalıdır. Bu tür sistemler kullanıcıya zamandan tasarruf sağlar.

#### e) **Aerosol Çizgi İşaretleyici**

Aerosol çizgi işaretleyiciler etkili ve basit bir kullanıma sahiptirler. Aerosol püskürtmeli işaretleyiciler, elde tutulan veya üç/dört tekerlekli aplikatör gibi çeşitli tasarımlara sahiptir. Temel olarak, taşıyıcı, püskürtme üzerinde tam kontrole sahip olmanızı sağlayan bir el püskürtmeli serbest bırakma kolu ile bir aerosol kutusunu ters konumda tutar (Şekil 20). Çizginin genişliği, işaretleyicinin sapındaki bir ayar vidası ile kontrol edilen kutu tutucunun yüksekliği ile belirlenir (URL-1).

Eşit ve yavaş bir tempoda yapılması yalnızca çizginin düz olmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda daha parlak bir çizgi oluşturulması da sağlar. Çizgi kalitesi rüzgâr türbülansından etkilenebilir, aerosolun püskürtmesi çok incedir ve kötü hava koşullarından kolayca etkilenebilir.

Bazı işaretleyiciler, püskürtmenin etkilenmesini önlemek için rüzgâr kalkanlarıyla donatılmıştır (URL-1).

Aerosol işaretleyici kullanmanın en büyük avantajı, kullanım hızıdır. Malzemelerin ön karışımı yoktur, işaretleme anında gerçekleşir. Ancak, boya kutuları uzun süre işaretleme yapamaz ve bu yüzden de ekonomik değildirler. Piyasada aynı türde performans ve güvenilirlik sunan çok çeşitli aerosol işaretleyici bulunmaktadır. Çoğu aynı şekilde çalışır ve işaretleme için geniş bir renk yelpazesi sunar (URL-1).



Şekil 20. Aerosol çizgi işaretleyiciler (URL-10; URL-11)

## 5. Çizgi İşaretleme Esnasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Çizgi işaretleme yapılmadan önce mutlaka oyun alanı ilgili tanımlar ve ölçüler hakkında bilgi sahibi olunmalıdır. İşaretleme öncesinde ise ölçüler mutlaka titizlikle hesaplanmalıdır. Çizgi işaretleme işlemine başlamadan önce uygun ekipman ve malzeme seçimi yapılmalıdır. Çizgi işaretleme işleminde boyanın da kuruması da göz önüne alındığında, bu işlem güneşli bir günde, doğal çim yüzeyli futbol sahalarında biçim işleminden sonra, hibrit sistemli ve yapay çim yüzeyli futbol sahalarında ise fırçalama işleminden sonra yapılmalıdır. Bu uygulama yüzeydeki kalıntıların azaltılması sağlar ve çimin işaretleme için uygun bir ortam oluşturur.

İşaretleme işlemine başlamadan önce ekipmanda sızıntı olup olmadığı mutlaka kontrol edilmelidir. Çizgi işaretleme ekipmanları, işaretlemeden önce saha dışında doldurulmalı ve doğru şekilde kapatılmalı, böylece taşıma tekerleklerinin herhangi bir boya aktarmaması sağlanmalıdır (Anonymous, 2018).

Çizgiler işaretleme yapılırken mutlaka kılavuz ipi kullanılmalı ve hizalanmalıdır (GPS sistemli otonom ve lazerli püskürtme ekipmanları hariç). Çizgi işaretleme boyası kuruyana kadar kılavuz ipi yerinde kalmalıdır. Aksi takdirde boya etrafa bulaşabilir. Çizgi işaretleme ekipmanları kullanılırken çizgiler yavaş bir yürüme hızında, tutarlı bir şekilde, katman katman boyanmalıdır. Hızlı ve özensiz yapılan

işlemler çizgilerin ölçsüz ve silik olmasına neden olacaktır (Şekil 21-22). Doğru parlaklık seviyesine ulaşmak içinse genellikle ters yönde en az iki uygulama yapılması gerekir. Çizgi işaretleme işlemi bittiğinde boya ekipmanda kurumaya bırakılmamalı mutlaka temizlenmelidir. Özellikle püskürtmeli çizgi işaretleyicilerinde püskürtme jetlerinin tıkanmasını önlemek için kullandıktan sonra mutlaka yıkanmalı veya suyla çalıştırılmalıdır.



**Şekil 21.** Özensiz köşe alanı çizgi işaretleme (Yazar arşivi)



**Şekil 22.** Özensiz taç çizgisi ve orta saha işaretleme (Yazar arşivi)

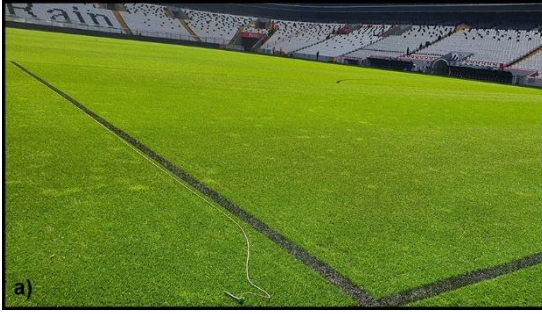
Maç esnasında çizgi işaretleme boyasının parlak beyaz ve fark edilebilir olması gerekir. Ancak maç esnasında olumsuz hava koşulları söz konusu ise beyaz renkten farklı olarak parlak kırmızı/turuncu renkli bir çizgi işaretleme boyasının da hazır bulundurulması istenir (Anonymous, 2018). Futbol Birliği (FA) kurallarına göre işaretleme, 3G yapay çim sahalarda; Mini futbol U7 (7 yaş altı) & U8 (8 yaş altı) (5x5 kişi) için kırmızı, Mini futbol U9 (9 yaş altı) & U10 (10 yaş altı) (7x7 kişi) için sarı, U11 (11 yaş altı) & U12 (12 yaş altı) (9x9 kişi) için mavi ve diğer gruplar & yetişkin (11x11 kişi) için de beyaz renk olması tavsiye edilir (Şekil 23) (Anonymous, 2013).





Şekil 23. Değişik amaçlar için kullanılan farklı çizgi işaretleme boya kutuları (URL-7)

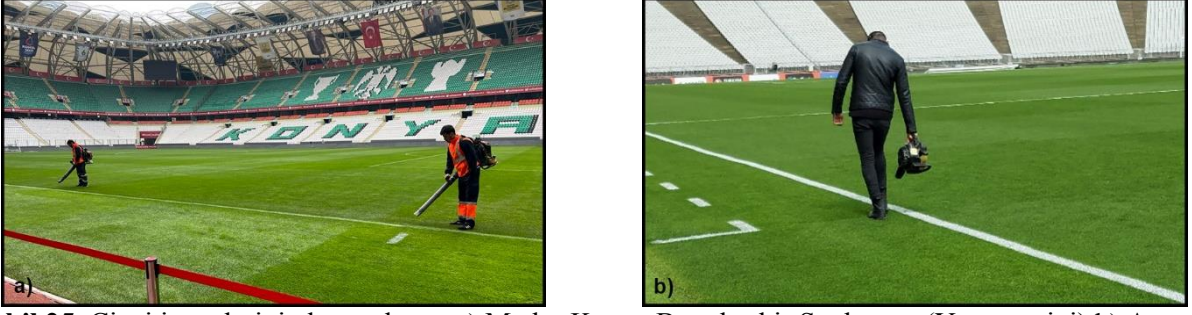
Ülkemizde de çizgi işaretlerinin yetersiz kaldığı ve olumsuz hava koşullarının gözlemlendiği durumlarda çizgi işaretlemesi için kırmızı veya siyaha yakın koyu renkler tercih edilmektedir (Şekil 24).



Şekil 24. Türkiye’de kullanılan farklı renk çizgi işaretleme boya kutuları a) Vodafone Park Stadyumu (Yazar arşivi) b) Eryaman Stadyumu (Yazar arşivi)

Çizgileri işaretlerken kazayla yayılan boya kutuları çıkarmak için bir kova ılık su ve yumuşak bir fırça/sünger kullanılmalıdır. Boyanın yayılması olası olumsuz hava şartlarından dolayı bir problem oluşturduğunda, bu problemi çözmek için daha geniş bir personel ekip ve üfleyici gibi ekipman kullanılmalıdır (Şekil 25).

Maç günlerinde, çizgiler son çim kesme işleminden sonra işaretlenmeli ve antrenman, ısınma ve gerekli diğer bakım çalışmalarından önce (genellikle başlama vuruşundan 1-1,5 saat önce) boyanın kuruması için yeterli zaman tanınmalıdır.



**Şekil 25.** Çizgi işaretlerinin kurutulması a) Medaş Konya Büyükşehir Stadyumu (Yazar arşivi) b) Atatürk Olimpiyat Stadyumu (Yazar arşivi)

## **6. Sonuçlar ve Öneriler**

Futbolda her spor dalı gibi kendine özel saha işaretlerine sahiptir. Futbol oyun kurallarının uygulanabilmesi ve müsabakanın gerçekleştirilebilmesi için de oyun alanı işaretlemelerinin mutlaka yapılması gerekmektedir. Futbol saha çizgilerinin düzenli olarak işaretlenmesi, futbol sahaları için periyodik olarak yapılması gereken bir işlemdir. Pozitif çizgi işaretleme sadece görünüşte hoş değil, aynı zamanda oyunun kurallarının doğru bir şekilde yorumlanabilmesi için tüm katılımcılar ve seyirciler için gereklidir (Evans, 1994).

Futbol oyun sahasında kullanılan donatılar, ölçüler ve oyun standartlarının tarifi, IFAB tarafından açıkça belirlenmiştir. Oyun kurallarına göre çizgiler, sınırlandırdıkları alanların bir parçası olarak kabul edilir. Saha çizgileri beyaz, açıkça ayırt edilir ve ideal olarak kale direklerinin genişliğine eşit genişlikte olmalı ve 12 santimetreyi geçmemelidir.

Çizgi işaretleme çalışmalarında farklı malzemeler ve ekipmanlar kullanılabilir. İşaretleme malzemeleri kalıcı olamayan (tozlar, sıvılar) ve kalıcı olan (boya, aerosol) çizgiler üretmek üzere iki sınıfa ayrılabilir. Günümüzde çizgi işaretleme malzemesi olarak en çok sıvılar ve boyalar tercih edilmektedir. Malzeme seçiminde önemli olan hazırlanmasının kolay, su geçirmez, çabuk kuruyan, kolayca silinmeyen, uzun kullanılabilen, dağılmayan ve ekonomik olmasıdır. Kullanılacak malzeme aynı zamanda oyuncuların sağlık ve güvenliğini de tehdit etmemelidir.

Çizgi işaretleme malzemeleri ise çeşitli ekipmanlar ve aplikatörler aracılığıyla çizgi işaretlemede kullanılabilir. Çizgi işaretleme ekipmanını seçerken ise ekipmanın ekonomik, zamandan tasarruf sağlayan, alana uygun, kolay kullanılabilir, dayanıklı ve az bakım gerektiren özelliklere sahip olması istenir. Çizgi işaretleme işlemlerinde kullanılan en yaygın ekipman aktarmalı (tekerlekten tekerleğe) veya püskürtmeli ekipmanlardır. Bu iki ekipmanın öne çıkmasındaki nedenler ise aktarmalı (tekerlekten tekerleğe) ekipmanlarda başarı oranı, kullanım kolaylığı ve maliyet; püskürtmeli çizgi

işaretleme ekipmanlarında ise zamandan tasarruf, farklı ataşmanlarla kullanılabilme ve sundukları ekstra özelliklerdir (GPS, otonom çalışma, elektrikli, motorlu, kendini temizleme vs.). Kuru çizgi işaretleyiciler ve tozlar ise bazı olumsuz hava şartlarının görüldüğü zamanlarda hala en iyi seçenektir.

Çizgi işaretleme işlemi, güneşli bir günde, doğal çim yüzeyli futbol sahalarında biçim işleminden sonra, hibrit sistemli ve yapay çim yüzeyli futbol sahalarında ise firçalama işleminden sonra yapılmalıdır. Çizgi işaretleme işlemine başlamadan önce uygun ekipman ve malzeme seçimi yapılmalıdır. Çizgiler işaretlenirken mutlaka kılavuz ipi kullanılmalı ve hizalanmalıdır (GPS sistemli otonom ve lazerli püskürtme ekipmanları hariç).

Futbol oyun alanının işaretlenmesi dikkatli ve planlı yapılması gereken bir işlemdir. Ülkemiz futbol sahaları incelendiğinde ise maalesef bu işlemin yeterince dikkate alınmadığı, doğru malzeme ve ekipmanın kullanılmadığı tespit edilmiştir. Yapılan çizgi işaretleme işleminin özensiz ve aceleyle getirildiği gözlemlenmiş birçoğunun ise bu nedenlerden ötürü IFAB'ın belirlediği ölçü ve standartlara uymadığı saptanmıştır. Bu yüzden işaretlenme işlemi oyun alanı ölçülerine göre uygun malzeme ve ekipman ile titizlikle yapılmalıdır. Unutulmamalıdır ki yetersiz kalan işaretleme işlemi, müsabakanın oynanmasını ve yönetilmesini doğrudan etkileyecektir.

### **Yazarların Katkısı**

Çalışmada her iki 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**

- Anonymous, (2011). *Football Stadiums, Technical recommendations and requirements*. FIFA (Fédération Internationale de Football Association). 5<sup>th</sup> edition, Zurich, Switzerland. <https://digitalhub.fifa.com/m/6c66fa18f65c0a78/original/rcrtvaelvfae84czzelw-pdf.pdf>, (Erişim tarihi: 25.02.2022).
- Anonymous, (2013). *Guide to 3G Football Turf Pitch Design Principles And Layouts*. TheFA (The Football Association). London, UK. <https://www.thefa.com/-/media/cfa/durhamfa/files/facility-and-football-pitch-development/field-of-play/fa-guide-to-ftp-designs-layouts.ashx>, (Erişim tarihi: 24.02.2022).
- Anonymous, (2017). *Line Marking, Guidance Notes On Line Marking Of Football Pitches*. TheFA (The Football Association). London, UK. <https://www.thefa.com/-/media/cfa/westmorlandfa/files/clubs-and-leagues/rules-and-regulations/white-line-marking-guidelines-2013.ashx>, (Erişim tarihi: 23.02.2022).

- Anonymous, (2018). *Pitch Quality Guidelines, Natural turf pitch management*. UEFA (Union of European Football Associations). 2018 edition, Nyon 2, Switzerland. <https://documents.uefa.com/v/u/UEFA-Guidelines/UEFA-Pitch-Quality-Guidelines-2018>, (Erişim tarihi: 25.02.2022).
- Anonymous, (2021). *Laws of the Game 21/22*. IFAB (The International Football Association Board). Zurich, Switzerland. [https://irp.cdn-website.com/203053c4/files/uploaded/LOTG-2021\\_22.pdf](https://irp.cdn-website.com/203053c4/files/uploaded/LOTG-2021_22.pdf), (Erişim tarihi: 26.02.2022).
- Bingöl, B. (2004). *Orta Anadolu Koşullarında Futbol Sahalarındaki Teknik Altyapı ve Çim Yüzey Özellikleri Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Evans, R.D.C. (1994). *Winter Games Pitches: The Construction and Maintenance of Natural Turf Pitches for Team Games*. STRI (Sports Turf Research Institute).
- Harrod, M. (2018). *Pressure Jet Markers –A History*. Retrieved from <https://mhgoals.com/pressure-jet-markers-history>.
- Hocaoğlu, T. ve Bingöl, B. (2022). Futbol Sahalarında Hibrit Çim Kullanımının İrdelenmesi. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 4(1), 53-66. <https://doi.org/10.47898/ijeased.1031997>.
- Robson, C. (2019). Intelligent Marking bring unrivalled accuracy to the NEC. *Pitchcare*, Retrieved from <https://www.pitchcare.com/news-media/intelligent-marking-bring-unrivalled-accuracy-to-the-nec.html>.
- URL-1: <https://www.pitchcare.com/news-media/the-art-of-linemarking.html>, (Erişim tarihi: 20.02.2022).
- URL-2: [https://en.wikipedia.org/wiki/Line\\_marker\\_\(sports\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Line_marker_(sports)), (Erişim tarihi: 28.03.2022).
- URL-3: <https://sportantiques.co.uk/tennis-museum/collectables/caxton-lawn-tennis-line-marker-schotten-tennis-museum-collection-not-for-sale>, (Erişim tarihi: 19.02.2022).
- URL-4: <https://www.sisis.com/truline/>, (Erişim tarihi: 13.03.2022).
- URL-5: <https://beaconathletics.com/store/field-essentials/chalkers/streamliner-353p-3-wheel-line-chalker/>, (Erişim tarihi: 11.03.2022).
- URL-6: <https://www.bsnsports.com/alumagoal-65-lb-steel-dry-line-marker>, (Erişim tarihi: 12.03.2022).
- URL-7: <https://www.pitchmark.com/>, (Erişim tarihi: 19.03.2022).
- URL-8: <https://fleet-us.com/laser-guided-line-marking-machines.html>, (Erişim tarihi: 09.03.2022).
- URL-9: <https://www.rigbytaylor.com/line-marking/gps-robotic-line-marking/the-tinylinemarker-sport/>, (Erişim tarihi: 11.03.2022).
- URL-10: <https://www.linemarkerpaint.co.uk/product/grassline-linear-24-wheel-aerosol-line-marking-paint-applicator/>, (Erişim tarihi: 13.03.2022).
- URL-11: <https://www.networldsports.ie/aerosol-line-marking-machine-14033.html>, (Erişim tarihi: 18.03.2023).



*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 5(1), 76-89, 2023  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>





Araştırma Makalesi / *Reserch Article*

Doi: [10.47898/ijeased.1268617](https://doi.org/10.47898/ijeased.1268617)

## Effects of Vermicompost on Some Germination Parameters in Paddy (*Oryza sativa* L.)

Gözde Hafize YILDIRIM <sup>1\*</sup>, Nuri YILMAZ <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ordu University, Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Ordu, 52000, Türkiye.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
* <i>Corresponding author</i> : <a href="mailto:gozdehafizeyildirim@odu.edu.tr">gozdehafizeyildirim@odu.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-0557-6442">https://orcid.org/0000-0002-0557-6442</a> , G. H. Yıldırım  <a href="https://orcid.org/0000-0002-0597-6884">https://orcid.org/0000-0002-0597-6884</a> , N. Yılmaz	Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> : 21.03.2023 Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> : 17.04.2023 Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> : 06.05.2023 Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> : 15.07.2023
<i>Cite</i> : Yıldırım, G.H., Yılmaz, N. (2023). Effects of Vermicompost on Some Germination Parameters in Paddy ( <i>Oryza sativa</i> L.), <i>International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design</i> , 5(1), 76-89.	

### Abstract

This research was carried out in Ordu University Faculty of Agriculture Laboratory in 2020. Planting of rice by seedling method is a widely used method. In this method where stronger seedlings are generally preferred, it is desired that the seeds should be of good quality, healthy and have strong germination ability. In this context, it was aimed to determine the effects of five different vermicompost applications on some germination characteristics of three different paddy varieties. In this study, five different doses of soil-applied vermicompost (0-2-4-6-8 ml liquid manure/100 ml water) and three different paddy varieties (Aslı, Osmançık 97 and Baldo) were used. The study was conducted in glass petri dishes under laboratory conditions. The experiment was established according to the factorial experimental design in randomized plots with 3 replications. In the study, germination rate (strength) was 88-100%, average germination time was 3.15-3.96 days, germination index was 4.00%-4.55%, shoot length was 43.24-62.42 mm, root length was 64.62-85.03 mm, shoot wet weight was 4.16-5.27 mg, shoot dry weight was 0.03-0.04 mg, root wet weight was 4.00-5.79 mg and root dry weight was 0.03-0.04 mg. The effects of cultivars on germination rate, germination time and germination index were statistically significant. On the other hand, the effect of vermicompost doses on average germination time and shoot length was statistically significant.

**Keywords:** Paddy, Vermicompost, Pre-germination.

## **Vermikompostun Çeltik (*Oryza Sativa L.*)’De Bazı Çimlenme Parametrelerine Etkileri**

### **Özet**

*Bu araştırma, 2020 yılında, Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarında kurulmuştur. Çeltiğin fideleme yöntemiyle dikimi yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Genellikle daha güçlü fidelerin tercih edildiği bu yöntemde, tohumların kaliteli, sağlıklı ve güçlü çimlenme yeteneğine sahip olması istenmektedir. Bu bağlamda, beş farklı solucan gübresi uygulamasının, üç farklı çeltik çeşidinde, bazı çimlenme özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, topraktan uygulanan solucan gübresinin, beş farklı dozu (0-2-4-6-8 ml sıvı gübre/100 ml su) ve üç farklı çeltik çeşidi (Aslı, Osmancık 97 ve Terme Baldo) kullanılmıştır. Çalışma laboratuvar koşullarında cam petri kaplarında yapılmıştır. Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada, çimlenme oranı (gücü) % 88-100, ortalama çimlenme süresi 3,96-3,15 gün; çimlenme indeksi %4,55-%4,00; sürgün uzunluğu 62,42-43,24 mm; kök uzunluğu 85.03-64.62 mm; sürgün yaş ağırlığı 5.27-4.16 mg; sürgün kuru ağırlığı 0.04-0.03 mg; kök yaş ağırlığı ise 5.79-4.00 mg ve kök kuru ağırlığı 0.04-0.03 mg olarak tespit edilmiştir. Çeşitlerin, çimlenme oranı, çimlenme süresi ve çimlenme indeksine etkisi istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Öte yandan Vermikompost dozlarının ise ortalama çimlenme süresi ve sürgün uzunluğuna etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.*

**Anahtar Kelimeler:** Çeltik, Solucan Gübresi, Ön Çimlendirme.

### **1. Introduction**

The paddy plant is the only cereal that can germinate in a moist environment without spoiling and can take up oxygen dissolved in water through its roots (Yazlık et al., 2020). 90% of the world's paddy is produced and consumed in Asian countries (Unan et al., 2020). In Turkey, paddy cultivation area increased from 994,000 decares in 2011 to 16,205,593 decares in 2019 (URL-2, 2023). World paddy production amounted to 504.17 million tons in 2019 (URL-1, 2023).

Turkey ranks 37th in the world with 900 thousand tons of paddy production and 5th in the world thanks to its high yield per unit area. The preference and development of high-yielding varieties is shown as the reason for this yield increase (Naneli et al., 2020).

Rice is a very important food for countries with high population density. (Balasubramanian, 2019). Increasing population growth also increases the need for crop productivity. Therefore, it is now recommended to use more biological agents (such as earthworms, etc.) to overcome the negative environmental impact of increased agricultural practices (Singh et al., 2020). In this way, it may be possible to protect the soil in agricultural areas (Kumar & Balusamy, 2017). One of the most important stages in plant production is sowing the seed and germinating it under suitable conditions (Tüfekçi et al., 2017).

It is stated that the ideal temperature for germination of paddy is between 18°-35°C. Temperatures of 12°-15°C constitute the minimum limit for germination (Taşlıgil and Şahin, 2011). On the other hand, fertilization takes the most important share of the products used to obtain a quality

seedling and ensure production (Kant et al., 2006). Many types of fertilizers, both chemical and organic, are already used in agriculture. However, due to the environmental pollution caused by chemical substances and the endangerment of food safety, sustainable agricultural systems are attracting more attention worldwide in terms of soil and environmental pollution. For this reason, it is necessary to make a rapid transition to sustainable agriculture by utilizing vermiculture biotechnology in soil. Vermicomposting technology is also a good example for decomposing organic nutrients and maintaining soil fertility (Khobragade et al., 2017).

The overall growth and development of various plants is also related to the activity of rhizospheric microorganisms in the soil. A significant positive response in growth parameters has also been observed by inoculating some bacteria in the soil in the presence of vermicompost (Varma et al., 2017). For these reasons, the aim of this study was to determine and put into practice how vermicompost affects some germination values in paddy and at which doses these effects give better results.

## 2. Material and Method

This research was carried out in Ordu University Faculty of Agriculture Laboratory in 2020. In this study, 5 different vermicompost doses (0.5% ml; 1% ml; 2% ml; 3% ml) and 3 different paddy (*Oryza sativa* L.) varieties (Osmancık-97; Aslı; Baldo) were used. In the study, vermicompost in the soil-applied liquid content had 2-4% organic matter, 2-4% total (Humic + Fulvic) acid, 0.4-1.8 organic nitrogen, 6.5-7.7 pH and 4-7 EC values. The research was conducted in glass petri dishes. The experiment was planned according to the factorial trial design in randomized plots with 3 replications.



**Figures 1.** Differences in seed (a: Osmancık-97; b: Aslı; c: Baldo) (URL-3, 2023)

## 2.1. Germination Method

The seeds subjected to the treatments were placed in sterilized glass petri dishes on filter paper moistened with 13 ml of liquid solution with the help of pliers (50 seeds/petri dishes). The seed sowing was completed and the closed petri dishes were placed in an oven with a temperature of  $20 \pm 5$  °C and seed germination trials were started under dark conditions. (The use of 13 ml of water for 50 paddy seeds was predetermined according to the preliminary germination study). For germination, radicle which has emerged out of testa for 2 mm was taken as a basis. The seeds were counted every day at the same time. Parameters such as germination rate (Power) (%), average germination time (days), germination index (%), shoot length (mm), root length (mm), stem wet weight (mg.), root wet weight (mg.), stem dry weight (mg.) and root dry weight (mg.) were evaluated.

**2.2. Germination rate (Power) (%):** At the end of the 10th day, germinated seeds were counted and germination rate was calculated as % with the formula (number of germinated seeds/total number of seeds) x 100 (Akıncı and Çalışkan, 2010).

$$G. R. (\%) = \frac{\text{Number of Total Germinated Seeds}}{\text{Total Number of Seeds Tested}} \times 100$$

**2.3. Mean germination time (days):** Average germination time was calculated as the sum of the product of the number of germinated seeds (f) and the number of germination days (x) divided by the total number of germinated seeds (Ellis and Roberts, 1980).

$$M. G. T. (day) = \frac{\sum(fx)}{\sum f}$$

**2.4. Germination index:** The ability of the seed to germinate quickly is called "germination rate" (Widajati 2013).

Gr: germination rate

Nt: normally germinated seed (%)

Dc: Days count

n: Indicates the last counting day.

$$G. I. = \sum_{t=1}^n \frac{Nt}{Dt} = \frac{N1}{D1} + \frac{N2}{D2} + \dots + \frac{Nn}{Dn}$$

**2.5. Shoot and root length (mm):** Shoot and root length were determined by measuring with a millimetric ruler. At the end of the experiment, the stem length of 10 randomly selected plants was measured with a millimetric ruler (Yılmaz and Kısakürek 2021).



**2.6. Shoot and root fresh weight (mg.):** The green parts of randomly selected plants (5 plants) from each group were separated and their fresh weights were weighed in mg with a precision balance (Yıldız and Özgen, 2004).

**2.7. Shoot and root dry weight (mg.):** The roots were dried in a circulating oven at 70°C until they reached constant weight and then weighed on a precision balance to determine their dry weight (mg plant<sup>-1</sup>) (Yılmaz and Kısakürek 2021).

### 2.8. Statistical Analysis

Statistical analyses were performed in JMP13 program, analysis of variance was performed with ANOVA test and multiple comparisons were performed with Tukey test.

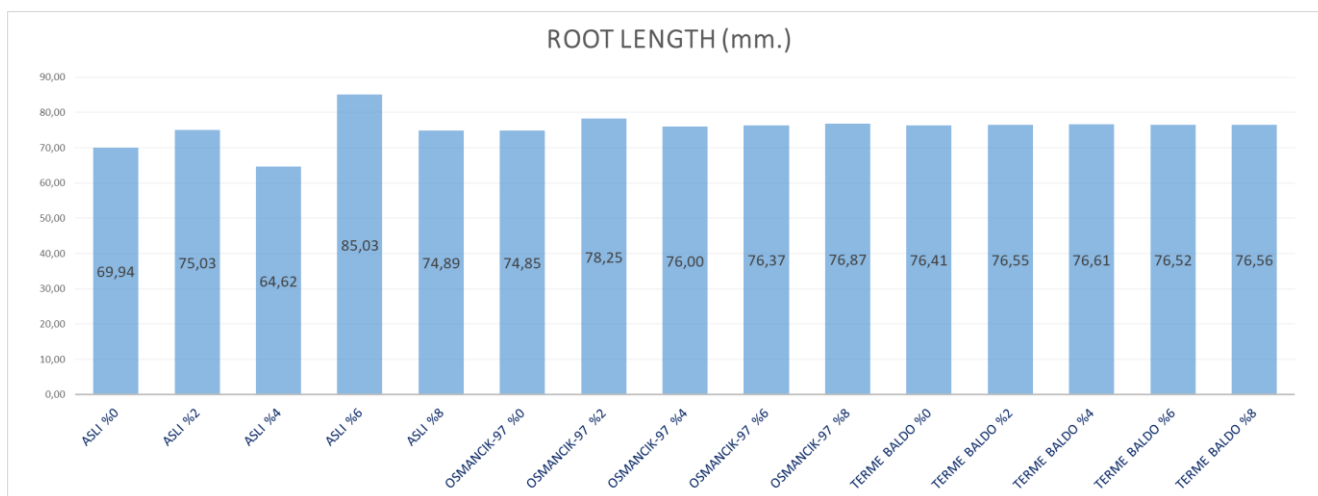
### 3. Results and Discussion

The results of the effects of 5 different vermicompost doses (0.5% ml; 1% ml; 2% ml; 3% ml) on some germination parameters of 3 different rice (*Oryza sativa* L.) varieties (Osmancık-97; Aslı; Baldo) are given in Table 1-2 and the graphs of the comparison of the effects are given in Figures 2 to 4.

**Table 1.** Effect of varieties, doses on germination parameters

Varieties	G.R.	M.G.T.	G.I.	S.L.	R.L.	S.D.W.	R.D.W.	S.W.W.	R.W.W.
	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Aslı</i>	99.07 <sup>a</sup>	3.43 <sup>b</sup>	4.49 <sup>a</sup>	51.52	74.32	0.03	0.03	4.83	4.73
<i>Osmancık 97</i>	97.67 <sup>a</sup>	3.22 <sup>c</sup>	4.44 <sup>a</sup>	52.83	74.55	0.03	0.03	4.80	4.77
<i>Baldo</i>	90.53 <sup>b</sup>	3.89 <sup>a</sup>	4.11 <sup>b</sup>	51.73	74.70	0.03	0.03	4.76	4.66
<b>Doz</b>	<b>n.s.</b>	<b>*</b>	<b>n.s.</b>	<b>*</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>
<b>0</b>	97.11	3.48 <sup>ab</sup>	4.29	57.83 <sup>a</sup>	72.80	0.03	0.03	4.99	5.14
<b>2%</b>	96.33	3.46 <sup>ab</sup>	4.41	53.62 <sup>ab</sup>	74.57	0.03	0.03	4.96	5.09
<b>4%</b>	95.56	3.42 <sup>b</sup>	4.33	48.69 <sup>b</sup>	71.23	0.03	0.03	4.62	4.63
<b>6%</b>	95.33	3.58 <sup>ab</sup>	4.32	50.91 <sup>ab</sup>	78.15	0.03	0.03	4.86	4.39
<b>8%</b>	94.44	3.61 <sup>a</sup>	4.38	49.08 <sup>b</sup>	75.89	0.03	0.03	4.56	4.34
<b>CV (%)</b>	0.03	0.04	1.00	0.12	0.09	0.17	0.32	0.08	0.15

(\*\*p<0.01, \*p<0.05, n.s.: not significant). **G.R.:** Germination rate (Power) (%); **M.G.T.:** Mean germination time (days); **G.I.:** Germination index; **S.L.:** Shoot length (mm); **R.L.:** Root length (mm); **S.F.W.:** Shoot fresh weight (mg.); **R.F.W.:** Root fresh weight (mg.); **S.D.W.:** Shoot dry weight (mg), **R.D.W.:** Root dry weight (mg). **CV (%):** Coefficient of mass variation

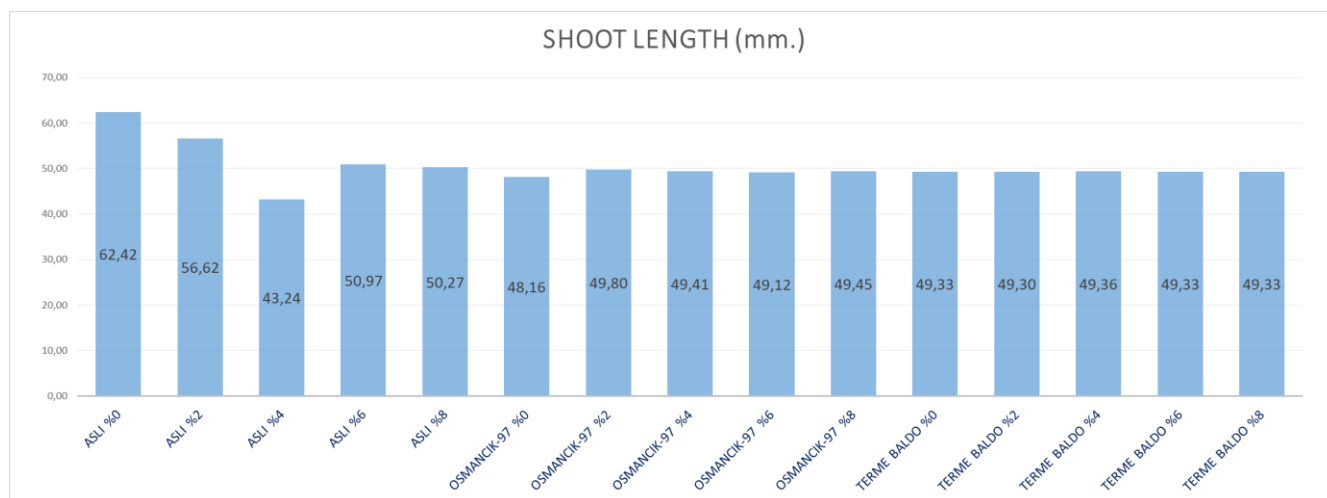


Figures 2. Effect of interactions on root length (mm)

Tablo 2. Effect of varieties, interactions on germination parameters

Variety * Dose Interaction	G.R.	M.G.T.	G.I.	S.L.	R.L.	S.D.W.	R.D.W.	S.W.W.	R.W.W.
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Asli,0%	99,33	3,28	4,52	62,42	69,94	0,04	0,03	5,27	5,49
Asli,2%	98,67	3,41	4,48	56,62	75,03	0,03	0,03	5,26	5,79
Asli,4%	98,00	3,36	4,45	43,24	64,62	0,03	0,02	4,33	4,53
Asli,6%	99,33	3,46	4,45	50,97	85,03	0,04	0,04	5,12	4,00
Asli,8%	100,00	3,64	4,55	44,36	76,98	0,04	0,04	4,16	3,82
Osmancik-97,0%	96,00	3,20	4,36	58,95	73,74	0,03	0,03	4,95	5,25
Osmancik-97,2%	99,33	3,17	4,52	52,50	74,19	0,03	0,03	4,85	4,82
Osmancik-97,4%	98,00	3,15	4,45	51,00	74,41	0,03	0,03	4,76	4,67
Osmancik-97,6%	98,00	3,33	4,45	50,35	74,63	0,03	0,03	4,71	4,55
Osmancik-97,8%	97,00	3,23	4,41	51,36	75,81	0,03	0,03	4,76	4,56
Baldo,0	88,00	3,96	4,00	52,13	74,71	0,03	0,03	4,76	4,68
Baldo,2%	93,33	3,79	4,24	51,75	74,48	0,03	0,03	4,76	4,67
Baldo,4%	90,00	3,76	4,09	51,84	74,67	0,03	0,03	4,77	4,68
Baldo,6%	89,33	3,96	4,06	51,40	74,79	0,03	0,03	4,75	4,63
Baldo,8%	92,00	3,95	4,18	51,53	74,87	0,03	0,03	4,75	4,63
CV (%)	0,03	0,04	1,00	0,12	0,09	0,17	0,32	0,08	0,15

(\*\*p<0.01, \*p<0.05, n.s.: not significant). **G.R.:** Germination rate (Power) (%); **M.G.T.:** Mean germination time (days); **G.I.:** Germination index; **S.L.:** Shoot length (mm); **R.L.:** Root length (mm); **S.F.W.:** Shoot fresh weight (mg.); **R.F.W.:** Root fresh weight (mg.); **S.D.W.:** Shoot dry weight (mg), **R.D.W.:** Root dry weight (mg). **CV (%)**: Coefficient of mass variation



**Figures 3.** Effect of interactions on shoot length (mm)

As can be seen from the table-1 and figures, germination rates were determined between 88.00%-100.00%. The effect of paddy varieties on germination rate was found to be statistically very significant. Germination rate of the varieties varied between 90.53%-99.07%. The highest germination rate was determined from Aslı variety, followed by Osmancık-97 and Baldo. Aslı and Osmancık-97 varieties were in the same statistical group.

The effect of vermicompost doses and variety\*vermicompost dose interaction on germination rate was not statistically significant. Germination rates of different paddy cultivars were generally determined as; Ruttanaruangboworn et al., (2017), 93.25-97.38%; Chatchavanthatri et al., (2020); 96-98%; Billah et al., (2021); 89.75%. The difference in varietal trait between seeds can only be recognized if the germination environment provides optimum physical conditions and is equal in all seeds. In this study, the variety trait had different values in terms of germination rate (Table-2).

In terms of germination time; statistically very significant differences between paddy varieties and significant differences between vermicompost doses were found. The average germination time of the varieties differentiated between 3.22-3.89 days. The shortest germination time was obtained from Osmancık-97 variety and the longest germination time was obtained from Baldo variety. The effect of vermicompost doses on germination times varied between 3.42-3.61 days and the shortest germination time was obtained from 4% vermicompost dose application and the longest germination time was obtained from 8% vermicompost dose (Table: 1, Figure: 1). The vermicompost dose application which decreased the germination time the most was 4% dose, and the doses more than 4% increased the germination time. It is not desirable to prolong the germination time in plants. Likewise, if the germination time is prolonged, the seed can be negatively affected by many

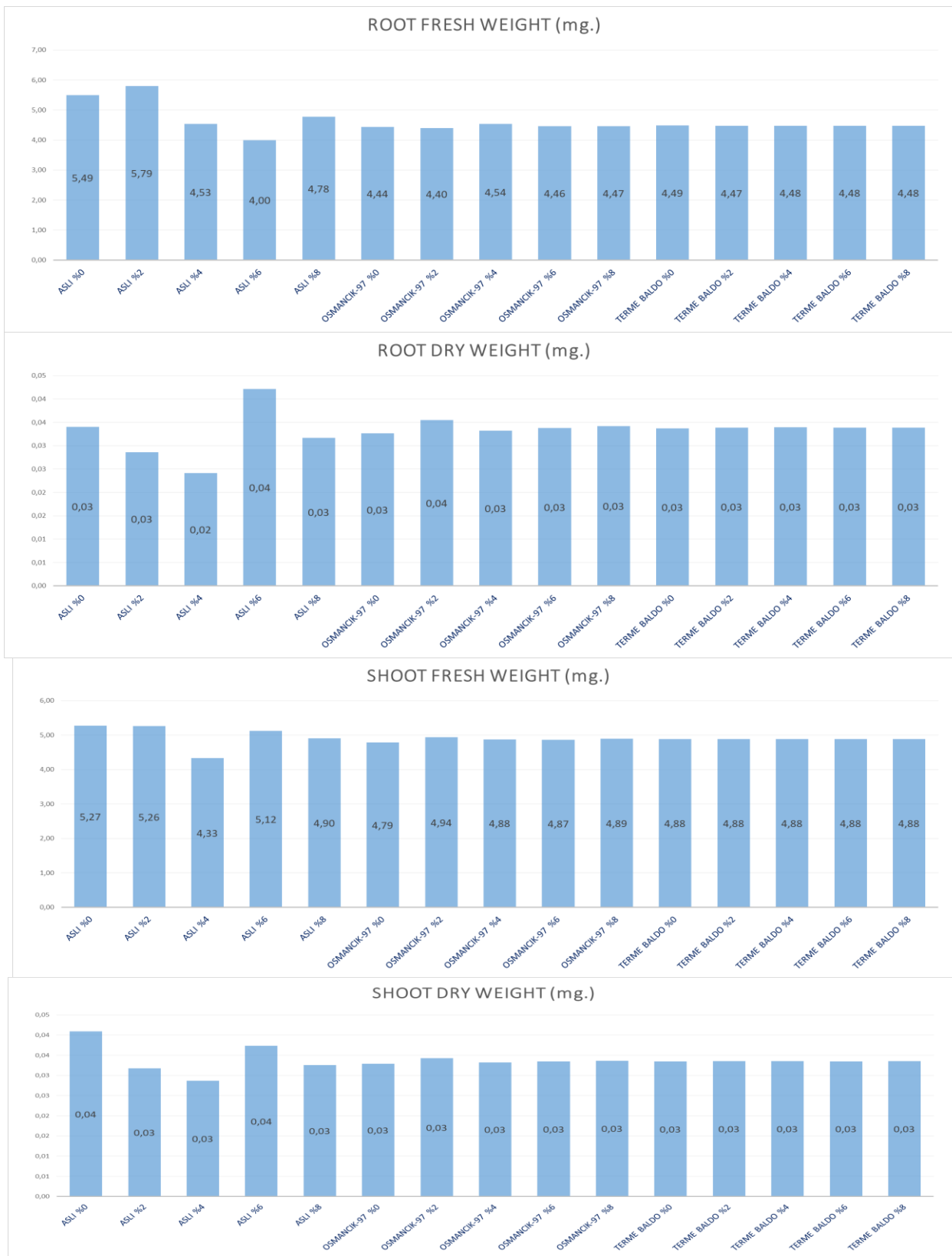
environmental conditions. This decreases the germination rate. For this reason, Osmancık-97 variety and 4% vermicompost dose application seems to be more advantageous in terms of germination time. In some studies, the effect of vermicompost applications on germination time was found to be significant similar to our findings and it was determined that vermicompost application decreased the germination time (Dhanalakshmi et al. 2014; Başay et al., 2019).

As can be seen in Table: 1 and Figure: 1, germination index values were determined between 4.00%-4.55%. The effect of paddy varieties on germination index was found to be statistically very significant. Germination index of the varieties differentiated between 4.11%-4.49%. The highest germination index was determined from Aslı variety, followed by Osmancık-97 and Baldo. Aslı and Osmancık-97 varieties were in the same statistical group. The effect of vermicompost doses and cultivar\*vermicompost dose interaction on germination index was not statistically significant. Related to the subject, Kaya et al. (2020) reported that vermicompost increased the germination index on plants belonging to different species in their studies, which is different from our findings. It is believed that this is due to the cultural differences applied in the trials.

The effect of experimental factors on shoot length was found to be significant in vermicompost treatments and insignificant in cultivars and cultivar\*vermicompost doses. The effect of vermicompost doses on shoot length varied between 48.69-57.83 mm. The longest shoot length was obtained from plots without vermicomposting and the shortest shoot length was obtained from plots with 4% vermicomposting. Vermicompost application of doses up to 4% shortened shoot elongation while the doses after 4% increased it compared to controlled plots (Table: 1 and Figure: 1). Najar and Khan (2013) reported that vermicompost applied at different doses (2t/ha, 4t/ha and 6t/ha) had significant effects on vegetative growth parameters (shoot length, root length, leaf area, shoot dry weight, root dry weight and leaf dry weight) in tomato cultivation. In a study on strawberry, plant growth and yield characteristics of different fertilizer and vermicompost applications in the upper 10 cm depth of the soil in strawberry were examined, and it was reported that a significant increase in growth and yield was observed, 37% increase in plant shoot biomass and 36% increase in stolon ratio was observed (Yaviç, 2019). In a study conducted by Arancon et al. (2003); vermicompost application was made on tomato, pepper and strawberry. According to the results of the study, vermicompost increased shoot length and leaf area in tomato and pepper (Abacıoğlu et al., 2020). These results similarly support the results obtained in our study.



Figures 4. Effect of interactions on germination rate, germination index and average germination time



**Figures 5.** Effect of interactions on shoot-root dry weight (mg.) and shoot-root fresh weight (mg)

The effects of paddy varieties, vermicompost treatments and variety\*vermicompost dose interaction on root length, shoot wet weight, root wet weight, shoot dry weight, and root dry weight were not statistically significant (Table-2). According to the results obtained from our study, shoot wet weight was 4.16-5.27 mg, shoot dry weight was 0.03-0.04 mg, root wet weight was 4.00-5.79 mg, root dry weight was 0.03-0.04 mg and root length was 64.62-85.03 mm. Erşahin et al. (2017) investigated the effect of vermicompost and cattle manure obtained from kitchen waste on seedling growth of tomato plants. Vermicompost rates were determined as 0%, 10%, 20%, 30%. They stated that high pH and EC values of vermicompost negatively affected the growth parameters of the plant such as root length, number of leaves and shoot diameter. Therefore, the researchers stated that the feeding stock of the worm should be determined well in vermicompost production and the best dose for plant growth was 20%. These results are compatible with our study. Yılmaz et al. (2017) investigated the effect of tomato seedlings grown in different growing mediums on yield and quality. In the study, they prepared different media with vermicompost, zeolite, peat and their different ratios. In the study, parameters such as seed germination percentage, seedling height, seedling stem diameter, shoot fresh weight, root length, root weight and plant nutrient content (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn and Cu) were determined. In the experiment, it was determined that M5 medium (peat 65% + zeolite 15% + vermicompost 20%) gave the best results in the parameters of germination percentage, root length, seedling height, seedling fresh weight and root weight of tomato seedlings (Benek 2022). Considering the fresh and dry weight results we found, it was not found to be compatible with our study.

#### **4. Conclusion and Recommendations**

This study was carried out to determine the effects of different concentrations of vermicompost applied through soil on some germination characteristics of three different paddy varieties. According to the results obtained from the study; statistically very significant differences were obtained between the paddy varieties used in the experiment in terms of germination rate, germination time and germination index. There were no significant differences between the varieties in terms of the other parameters examined.

Vermicompost doses had statistically significant effects on germination time and shoot length. Vermicompost application of doses up to 4% decreased the germination time, while the doses higher than 4% increased the germination time. On the other hand, vermicompost application of does up to

4% shortened shoot elongation while doses more than that increased it compared to controlled plots. The effect of vermicompost treatments on other parameters examined was not significant.

In conclusion, soil applied vermicompost partially affects germination parameters in paddy varieties. The effects of soil applied vermicompost on different paddy varieties are quite different from each other. In addition, it is recommended that new studies should be established with varying doses and fertilizer content with different ratios in accordance with the variety characteristics. Considering the damages caused by many chemicals used today to both nature and living tissues, this and similar studies are considered to be promising.

### **Contribution of the Authors**

Both authors contributed equally to the study.

### **Conflict of Interest Statement**

There is no conflict of interest between the authors.

### **Statement of Research and Publication Ethics**

In the study, research and publication ethics were complied with.

### **References**

- Abacıoğlu, E., Yatgın, S., Tokel, E., and Yücesoy, P. (2020). Production of vermicompost (worm fertilizer) and its importance in plant nutrition. *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, 3(1), 1-10. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1228350>.
- Akinci, İ. E., and 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.
- Arancon N.Q., Edwards C.A., Bierman P., Metzger J.D., Lee S., and Welch C. (2003). Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiologia* 47: 731-735.
- Balasubramanian, A. (2019). Effect of integrated nutrient management on growth and yield of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(4), 1047–1049.
- Başay, S., and Alpsoy, H. C. (2019). Effect of pretreatments with vermicompost tea applied to pepper seeds (*Capsicum annum* L. var. Sürmeli) on the germination parameters and seedling quality Characteristics. *Alatırım*, 18(1), 23-29.
- Benek, S. N. (2022). Effects of vermicompost and humic acid applications on quality of pepper seedling (Unpublished doctoral dissertation). *Harran University, Institute of Natural and Applied Sciences, Harran*.
- Billah, M., Karmakar, S., Mina, F. B., Haque, M. N., Rashid, M. M., Hasan, M. F., and Talukder, M. R. (2021). Investigation of mechanisms involved in seed germination enhancement, enzymatic activity and seedling growth of rice (*Oryza Sativa* L.) using LPDBD (Ar+Air) plasma. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 698, 108726. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2020.108726>.



- Chatchavanthatri, N., Junyusen, T., Moolkaew, P., Arjharn, W., and Junyusen, P. (2020). Effect of soaking and sprouting treatment on germination rate of paddy. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 187, p. 04016).
- Dhanalakshmi, V., Remia, K. M., Shanmugapriyan, R., and Shanthi, K., (2014). Impact of addition of vermicompost on vegetable plant growth. *International Research Journal of Biological Sciences*, 3(12), 56-61, December. www.isca.in, www.isca.me.
- Ellis R. H., and Roberts E. H., (1980). Towards a rational basis for seed testing seed quality. (P. Hebblethwaitei Editör). In: *Seed Production*. Butterworths, London, pp.605-635.
- Erşahin, Ş. Y., Ece, A., And Karnez, E., 2017. Differential effects of a vermicompost fertilizer on emergence and seedling growth of tomato plants. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(11): 1360-1364.
- Kant, C., Aydın, A., and Barik, K. (2006). Effect of N-Fertilizer Applied to Daphan and Pasinler Plain Soil Samples Under Saturated Conditions on Plant Growth, Mineral Composition, Uptake and Leaching of Nutrient. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 37(2), 145–152.
- Kaya, A. R., and Erdönmez, H. K. (2020). Effect of Different Fertilizer Forms and Doses on Seed Germination and Seedling Development of Soybean (*Glycine max.* (L.) Merrill). *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 9 (Özel Sayı), 73-79.
- Khobragade, S. S., Gajbhiye, B. R., Yadav, A. N., Palkar, J. J., Patil, K. D., Vanve, P. B., Agriculture, C., Vidyapeeth, V. N. M. K., and Parbhani, M. S. (2017). Effect of cereal crop residues and earthworm species on micro-nutrient content of vermicompost. *International Journal of Emerging Technologies in Engineering Research (IJETER)*. 5(4), 33–38.
- Kumar, A. R., and Balusamy, M. (2017). Integrated use of organic and inorganic sources of nutrients on growth and yield of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 6(6), 1416–1419.
- Najar, I. A., and Khan, A. B. (2013). Management of fresh water weeds (macrophytes) by vermicomposting using *Eisenia fetida*. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(9), 6406-6417.
- Naneli, İ., Bağ, F., Kondak, S., and Özgen, Y. (2020). Response of some rice varieties (*Oryza sativa* L.) to salinity. *Journal of Agricultural Biotechnology (JOINABT)*, 1(1), 1–5.
- Ruttanaruangboworn, A., Chanprasert, W., Tobunluepop, P., and Onwimol, D. (2017). Effect of seed priming with different concentrations of potassium nitrate on the pattern of seed imbibition and germination of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Integrative Agriculture*, 16(3), 605-613.
- Singh, A., Karmegam, N., Singh, G. S., Bhadauria, T., Chang, S. W., Awasthi, M. K., Sudhakar, S., Arunachalam, K. D., Biruntha, M., and Ravindran, B. (2020). Earthworms and vermicompost: an eco-friendly approach for repaying nature's debt. *Environmental Geochemistry and Health*, 42(6), 1617–1642. <https://doi.org/10.1007/s10653-019-00510-4>.
- Taşlıgil, N., and Şahin, G. (2011). Rice (*Oryza sativa* L.) cultivation and its geographical distribution in Türkiye. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 4(6).
- Tüfekçi, Ş., Yerlikaya, D. Ü., Polat, P. Ö. K., and Yağdı, K. (2017). Effects of pre-sowing chemical seed treatments on germination characteristics and seedling growth of bread wheat (*Triticum aestivum* var. *aestivum* L.) varieties. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 87, 79–87.
- Unan, R., Yılmaz, S., and Enginsu, M. (2020). Rice (*Oryza sativa* L.) breeding research in blacksea region. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30–37.
- URL-1: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi: 07.05.2023)
- URL-2: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111> (Erişim Tarihi: 07.05.2023)
- URL-3: <https://sarikoytarim.com.tr/services/osmancik-97/> (Erişim Tarihi: 07.05.2023)
- Varma, A., Prasad, R., and Tuteja, N. (2017). *Mycorrhiza-nutrient uptake, biocontrol, ecorestoration* (4th ed.). Springer, Cham.
- Widajati, E. (2013). *Metode Pengujian Benih (Dasar Ilmu dan Teknologi Benih)*. IPB Press, 174, Bogor.
- Yaviç Ş., Demir, S. and Boyno G. (2020). Determination of effects of worm manure (vermicompost) application to root rot disease caused by *sclerotinia sclerotiorum* (lib.) de bary on tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(1), 13-20.
- Yazlık, A., Bör, A. R., and Eroğlu, E. (2020). Evaluation of Weed Status in Rice Production in Turkey, Black Sea Journal of Agriculture 3(4): 290-300 (2020), 3(4), 290–300.

- Yıldız, M., and Özgen, M. (2004). The effect of media sucrose concentration on total phenolics content and adventitious shoot regeneration from sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) leaf and petiole explants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 77, 111-115.
- Yılmaz, E., Ozen, N., and Ozen, M., (2017). Determination of changes in yield and quality of tomato seedlings (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) in Different Soilless Growing Media. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(2): 163-168.
- 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.



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 5(1), 90-125, 2023  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Araştırma Makalesi / *Reserch Article*

Doi: [10.47898/ijeased.1246631](https://doi.org/10.47898/ijeased.1246631)




## Difficulties Experienced by Vocational Teachers and High School Students in Applied Lessons in Distance Education

Mehlika KOCABAŞ AKAY <sup>1\*</sup>, Murat YÜCEL <sup>2</sup>, Meral ŞAHİN GÜNKUT <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Izmit,41100, Kocaeli-Turkey.

<sup>2</sup>MEB, Hacı Rahime Ulusoy Vocational and Technical Anatolian High School, 34100, Istanbul-Turkey.

<sup>3</sup>Körfez Milangaz Hacer Demiröen Vocational and Technical Anatolian High School Körfez , 41900, Kocaeli-Turkey.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
* Corresponding author : <a href="mailto:mehlika.kocabas@kocaeli.edu.tr">mehlika.kocabas@kocaeli.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0003-0564-4625">https://orcid.org/0000-0003-0564-4625</a> , M. Kocabaş Akay  <a href="https://orcid.org/0000-0001-7563-1219">https://orcid.org/0000-0001-7563-1219</a> , M. Yucel  <a href="https://orcid.org/0000-0001-7023-0803">https://orcid.org/0000-0001-7023-0803</a> , M. Şahin	Geliş Tarihi / Received Date : 02.02.2023 Revizyon Tarihi / Revision Date : 24.05.2023 Kabul Tarihi / Accepted Date : 30.05.2023 Yayım Tarihi / Published Date : 15.07.2023
<b>Cite:</b> Kocabaş Akay, M., Yücel, M., Günkut Şahin M. (2023). Difficulties Experienced by Vocational Teachers and High School Students in Applied Lessons in Distance Education, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 5(1), 90-125.	

### Abstract

The aim of this study, in distance education, is to identify the difficulties experienced by vocational high school teachers and students in the applied courses. This research using a phenomenological approach is important in that it reveals the challenges of distance education that teachers and students face in the processing of applied courses. Eight teachers, including four ship machinery teachers and four deck management teachers, who experienced distance education for the first time and our machine lesson students, four deck lesson students, in totally eight students are the study group of this research. An interview form consisting of semi-structured open-ended questions was preferred as a data collection tool in the study. in order to ensure the credibility, the questions were checked by an expert. the data obtained at the end of the study were analyzed by content analysis and the results were shared under the title of findings. When looked at the results of this study, teachers and students generally find Distance Education useful. However, it 's expressed that distance education is not particularly suitable for the structure of applied courses of vocational high schools and they are not efficient due to the lack of adequate student participation in the courses.

**Keywords:** AHP, Covid-19, Teacher-Student Satisfaction, Applied Courses, Distance Education.

## **Uzaktan Eğitimde Uygulamalı Derslerde Meslek Öğretmenlerinin ve Lise Öğrencilerinin Yaşadıkları Zorluklar**

### **Özet**

Türkiye’de Covid-19 Pandemi Salgınıyla 15 Mart 2020 tarihinde yüz yüze eğitim durdurulmuş ve uzaktan eğitim yöntemiyle eğitim öğretim yapılmıştır. Bu araştırmadaki amaç meslek lisesi öğretmenlerinin ve öğrencilerinin uzaktan eğitim sürecinde uygulamalı derslerde yaşadıkları zorlukları ortaya çıkarmaktır. Uzaktan eğitim sürecinde, Fenomenolojik yaklaşım kullanılarak yapılan bu araştırma, öğretmen ve öğrencilerin uygulamalı derslerde karşılaştıkları zorluklarını ortaya çıkarması açısından önemlidir. Araştırmada çalışma grubu olarak ilk defa canlı ders deneyimi yaşayan Gemi Makineleri branşından rastgele seçilmiş dört meslek öğretmeniyle Güverte İşletme Bölümü branşından rastgele seçilmiş dört güverte işletme öğretmeni olan üzere sekiz öğretmen ve rastgele seçilmiş dört makine dersi gören öğrenciyle dört güverte dersi gören öğrenci olan sekiz öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış açık uçlu sorulardan oluşan görüşme formu kullanılmıştır. Açık uçlu soruların hazırlanmasında uzman desteğine başvurulmuştur. Çalışma sonunda elde edilen veriler içerik analizi yapılarak çözümlenmiştir. Ayrıca çalışmanın sonunda AHP yöntemi kullanılarak hangi eğitim sisteminin daha verimli olduğu ortaya konmaya çalışılmıştır. Sonuçlara bakıldığında öğretmen ve öğrenciler genel anlamıyla uzaktan eğitimi faydalı bulmakta ancak uzaktan eğitimin özellikle meslek liselerinin uygulamalı derslerinin yapısına uygun olmadığı, derslere yeterli öğrenci katılımının olmaması nedeniyle verimli geçmediği ifade edilmektedir. AHP uygulaması sonuçlarına göre de yüz yüze eğitimin lise öğrencilerine uzaktan eğitime göre daha faydalı olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** AHP, Covid-19, Öğretmen-Öğrenci Memnuniyeti, Uygulamalı Dersler, Uzaktan Eğitim.

### **1. Introduction**

The Corona Virus infection, which started in China-based and Wuhan city in December 2019 , was officially reported to the World Health Organization (WHO). The Pandemic process, called the Covid-19 Outbreak, showed its effect in more than 160 countries in January 2020, and although the countries took Covid-19 measures, the number of cases continued to increase, especially in the USA and European countries. The first case in Turkey was reported on March 11, 2020, and since then, measures have been taken by various institutions and organizations and are still being taken. Whether the educational activities of educational institutions, which have the potential of students from all levels, will continue or not has been the first agenda item. Subsequently, as of March 16, education was suspended for a limited period in pre-school, secondary and higher education institutions. In addition, with a circular published by YÖK, it was announced that internship, internship and practice courses would be suspended.

With the increase in the number of cases, YÖK has decided to carry out associate, undergraduate and graduate programs with distance education as of March 18. In the 2020-2021 academic year, universities continued to carry out their education activities using various distance education platforms (Güler, Anadolu Ajansı, 2021) Ministry of National Education (MEB) Weekly course programs were structured, through the internet with EBA, via TRT and television. Provided educational support to students. In addition, all kinds of scenarios have been prepared so that students will not be victimized in any way, including their exams, by providing free 3 GB internet access from

all operators in the use of the Education Information Network. The database was expanded by adding materials to the EBA Academic Support platform, which was in effect until that date, by adding materials that can be trained in other grade levels, except for grades 11 and 12. It has been decided that teachers will not be present in schools for professional development activities during the break. The fact that the first case was seen late in Turkey compared to other countries allowed education institutions time to prepare for distance education (Millî Eğitim Bakanlığı, 2021).

Distance Learning; In cases where it is not possible to carry out in-class activities due to the limitations of traditional learning-teaching methods, it is a teaching method from a specific center through specially prepared teaching units and various environments of communication and interaction between the planners of educational activities and students (Kaya, 2002). Distance education is an education system model in which students and teachers in different environments carry out their learning-teaching activities with communication technologies and postal services (İşman, 2005). Distance education, on the other hand, describes the course development process of a remote institution that prepares learning materials for learners. Distance education is a planned and systematic activity with great flexibility, especially in terms of "learning time". There is no limitation in terms of "learning place". However, it provides great flexibility in terms of "learning speed" (Uşun, 2006). The main assumptions on which distance education is based are; Individuals are in need of different educational opportunities, existing applications cannot meet this, new opportunities are added to existing applications and individual-independent learning and mass education are provided. These new options, which have been created, eliminate the inadequacy of traditional education and training practices and ensure that all individuals benefit from education and training equally. In many countries in the world, distance education method is used to solve different kinds of education problems (Dündar, Candemir, Demiray, Genç Kumtepe, Öztürk, Sağlık Terlemez, & Ulutak, 2017). Distance education has some benefits and limitations. According to (Kaya, 2002) the benefits of distance education are; Providing different education options to people, minimizing the inequality of opportunity, reducing the cost and increasing the quality of education, providing freedom to the student and providing a rich educational environment, providing individual and independent learning, giving the individual responsibility for learning, and the necessity of being in a certain indoor space at a certain time. can be summarized as elimination (Kaya, 2002). Its limitations are; Failed to establish face-to-face education relations easily, prevent students from socializing, not being able to provide enough help to students who are unaided and who do not have the habit of self-learning, taking rest time for working students, not being able to benefit from practical lessons sufficiently, not being effective in the realization of behaviors related to skills and attitudes, being dependent on

transportation facilities and communication technologies. can be summarized as (İşman, 2005) states that despite the limitations of distance education, it should be further expanded in the Turkish education system (İşman, 2005). When the literature is scanned, the attitudes of teachers, students, teacher candidates and university staff towards distance education are few (Ağır, 2007; Ateş & Altun, 2008; Birişçi, 2013; Barış, 2015; Yıldız, 2016; Dündar et al., 2017; Yenilmez, Balbağ et al . Turgut, 2017) has been seen to be studied. Teachers' attitudes towards educational technologies, internet usage situations, administrators' views on distance education technologies, teachers' views on the applicability of distance education, students' perception of distance education (Demirli, 2002; Soft and Kıyıcı, 2004; Çelik & Bindak, 2005; Deniz, 2005; Sabancı , 2005; Turhan, 2005; Ağır and Okçu, 2006; Pala, 2006; Tırnovalı, 2012; Yalman and Kutluca, 2013; Gündüz, 2013; Özer and Kır, 2018). In addition, it is understood from the literature review that the studies in distance education are generally not based on the opinions of the teachers, but according to the opinions of the students (Kocayığıt, Ali and Uşun, Salih, 2020).

In the study, eight teachers and eight students working at Hacı Rahime Ulusoy Vocational and Technical Anatolian High School (Maritime School) in Üsküdar District of Istanbul were asked to give detailed answers to five questions asked with a semi-structured interview form. The answers are commented. According to these answer comments, it was tried to understand the difficulties experienced by teachers and students in applied courses in vocational high schools and it was desired to investigate whether distance education is suitable for the structure of applied courses. In addition, as a result of the answers given by making use of expert opinion, AHP application, which is a multi-criteria decision-making technique, was applied to secondary school students and which education system was better was revealed with numerical data. At the end of the study, it was concluded that face-to-face training would be more efficient.

### **1.1. Problem Status**

In this study, the difficulties experienced by teachers and students in practical lessons in distance education during the pandemic period were determined as the subject of research. When the literature on the subject is examined, it is stated that there are many studies related to distance education, but there is no existing research topic in terms of the difficulties experienced by teachers and students in applied courses in vocational high schools during the Pandemic period, and that the study carried out in this context will be a pioneer in the field and that teachers and teachers in the applied distance education courses that are put into practice for the first time in high schools. The

difficulties experienced by the students are an original study and it is thought that it will contribute to the literature.

### **1.2. Purpose of the research**

The aim of the present study is to reveal the difficulties experienced by the teachers and students in the applied courses in distance education carried out by the Vocational High School teachers working in the Üsküdar district of Istanbul. In addition, it is to determine whether the distance education system is efficient at secondary education and below, although it is important for the development of distance education with the developing technology by looking at both the phenomenological approach and the AHP application result.

### **1.3. Research Problem**

In line with the purpose of the research, answers were sought for the following sub-problems according to the opinions of teachers and students:

1. What are the teachers' thoughts on EBA practices in the distance education system?
2. What are the teachers' thoughts on the learning process in emergency distance education?
3. What kind of problems did teachers encounter in emergency distance education?
4. What are the problems faced by teachers in emergency distance education in applied workshop lessons?
5. What are the teachers' recommendations for improving the activities of distance education ?
6. What are the students' thoughts on EBA applications in the distance education system?
7. What are the students' thoughts on the learning process in emergency distance education?
8. What kind of problems did students encounter in emergency distance education?
9. What are the problems faced by students in applied workshop courses in emergency distance education?
10. What are the students' recommendations for improving distance education activities ?

## **2. METHOD**

### **2.1. Phenomenological Method**

The research was shaped by the phenomenological method, one of the qualitative research methods. The phenomenological research method reveals a concept and the experience of a few people, or the meaning of this experience in individuals. In the research, semi-structured interview forms with five open-ended questions for teachers and five questions for students were used as data collection tool. Content analysis was carried out in the light of the collected data. Content analysis,

books, articles, theses, historical documents, etc. within the rules. It is a systematic and renewable method in which a text is summarized as smaller contents (Canpolat, U. & Yıldırım, Y., 2012).

**Table 1.** Method Information

Research pattern	Identification of participants	Data collection	Analysis of data and credibility
Qualitative research	Sample	Semi-structured Interview form	Expert review
Phenomenology	8 teachers and 8 students studying at Maritime High School in Üsküdar District of Istanbul Province and engaged in distance education activities	Content analysis	Researcher function

## 2.2. Study Group/Cosmos and Sample

In the study, the study group consists of four randomly selected vocational teachers from the Marine Engineering branch, who experience live lessons for the first time, and eight teachers, four of which are randomly selected from the Department of Deck Operations, and eight students, four of whom are taking machine lessons and four students who are taking deck lessons .

Participants of this research are eight vocational teachers working in Vocational High Schools in Istanbul, Üsküdar District, actively participating in distance education activities, and eight students studying in the same school, who took courses in distance education activities. Participants in the research were selected using the criterion sampling method (Canpolat, U. & Yıldırım, Y., 2012).

In the research, criteria were determined for teachers to be working in Üsküdar District vocational high school and to conduct distance education activities and to give both practical and theoretical lessons.

**Table 2.** Characteristics of the Participants

Participating teacher	Gender	Code	Branch	Seniority	Educational Status
1.Teacher	Male	BC1	Marine/Ship Machinery	5	Bachelor's degree
2.Teacher	Male	BC2	Marine/Ship Machinery	10	Bachelor's degree
3.Teacher	Male	BC3	Marine/Ship Machinery	26	Bachelor's degree/ (Expert Teacher)
4.Teacher	Male	BC4	Marine/Ship Machinery	35	Bachelor's degree
5.Teacher	Male	GO1	Marine/Deck Management	7	Graduate graduate
6.Teacher	Male	GO2	Marine/Deck Management	8	Graduate graduate
7.Teacher	Male	GO3	Marine/Deck Management	11th	Bachelor's degree
8.Teacher	Male	GO4	Marine/Deck Management	19	Graduate graduate



For the students, the criterion sample was determined as being a vocational high school student, taking courses through distance education, and being in the applied courses in the courses they have taken.

**Table 3.** Characteristics of the Participants

Participating teacher	Gender	Age	Department	Code	Grade level
1.Student	Girl	15	Basic Den.Guv .	KÖ1	9th grade
2. Student	Girl	16	Basic Den.Guv .	KÖ2	10th grade
3. Student	Girl	17	Deck Management	KÖ3	11th grade
4. Student	Girl	17	Ship Machinery	KÖ4	12th Grade
5. Student	Male	15	Basic Den.Mak .	IE1	9th grade
6. Student	Male	15	Basic Den.Mak .	IE2	10th grade
7. Student	Male	16	Ship Machinery	EÖ3	11th grade
8. Student	Male	19	Deck Management	IE4	12th Grade

A semi-structured interview form was created in accordance with the purpose of the research. Semi-structured interview forms were sent to teachers and students. Before sending the interview forms to the teachers and students, they were called one by one and detailed information about the study was given, and the purpose of this research was mentioned. Teachers and students were told that they could answer the questions with their free will as they wished, and they acted in accordance with research ethics. In addition, they are assured that their personal information and answers to the research questions will only be used for the research and will not be used for any other purpose that will not be mentioned in the research. The research was conducted between March 2021 and May 2021 with eight teachers and eight students who had volunteered participation.

### **2.3. Findings**

Ask following questions to Students and Teachers,

\*What are their thoughts on EBA applications in the distance education system?

\* What was the approach of students and teachers to the distance education process during the epidemic?

The problem question was examined in the light of the data collected in line with the technology acceptance theory. At the end of the research, it was determined that students had positive and negative thoughts about distance education processes.

**Table 4.** Teachers' views on the EBA distance education system and tools

Opinions	f
<b>A. Positive opinions of teachers</b>	
Providing uninterrupted education	6
Reaching all students	5
Content is free	5
Technologically, teachers and students have the opportunity to develop themselves.	4
Having a TV support that can be watched	one
Offering an alternative to education	one
Providing open access to students regardless of time and place	2
Easy to use technological interface	one
Easy and convenient to use lesson tools	one
<b>B. Negative opinions of teachers</b>	
Deprivation of students who do not have access to the system	4
Lack of content for every branch	2
Not enough support units	2
Insufficient infrastructure	4

BC4: "I think that having an education platform like EBA during the Covid-19 epidemic is a chance in terms of not interrupting education completely." He stated that education is not interrupted with his opinion. Similarly, GÖ4: "EBA is an application that allows education to be done remotely during the pandemic process.

Although it is not as efficient as face-to-face education, it has benefited the students especially in terms of allowing them to see the theoretical courses." He used his expressions.

GÖ1: "Providing the opportunity to continue education without interruption, providing the content free of charge, improving the technology usage competence of teachers and students, providing open access to students regardless of time and place." He talks about many positive aspects with his expressions.

On the other hand, the fact that the live lesson tools are easy to use is GÖ3: "The advantage of the system is that the live lesson applications are easy to use, camera support, and the possibility of using a blackboard". He used expressions as

GÖ2's views on the contents of the courses are as follows: "There are positive aspects such as being rich in terms of content related to the courses, suitable course durations for education, and improving students' research skills." He commented that the course times are good and that distance education directs students to research.

When Table 4 is examined, it is seen that teachers' negative opinions are: Students who do not have access to benefit from distance education, insufficient content, insufficient support services, and insufficient infrastructure.

Students who do not have access to benefit from distance education BC3: “Since there must be separate equipment according to the number of siblings in a house, in some houses, students were able to access their courses in order.

Since the school environment could not be formed, the students could not give the necessary attention to the lessons. “By expressing it with his expressions, he mentioned that the students could not focus their attention on distance education.

Similarly, GO1: “The inability of the students without access to benefit from distance education and the inadequacy of infrastructure are the negative aspects of the system. “In addition to his statements, he also drew attention to the lack of infrastructure.

**Table 5.** Students' thoughts on the EBA distance education system and EBA applications

Opinions	f
<b>A. Positive comments</b>	
Providing uninterrupted education	6
Reaching all students	5
Content is free	5
Technologically, teachers and students have the opportunity to develop themselves.	one
Offering an alternative to education	one
Easy to use technological interface	one
<b>B. Negative comments</b>	
Lack of helpful support service	4
Insufficient infrastructure	3

When Table 5 is examined, it can be said that students look at the emergency distance education system both positively and negatively. The students expressed their opinions in cases where the education continues without a break, reaches every student, provides free content, provides the opportunity for technological self-development, is an alternative to formal education, and is easy to use the interface. EÖ4, who expressed his thoughts about the free content presentation, said: “There are enough course materials to teach the courses. There are many resources such as subject screening tests, summary information, videos, pictures, subject repetitions. Thanks to EBA, they can easily access the resources that most places sell for a certain fee, free of charge. They are satisfied with this situation.” He stated that free content is available and easy to access. “He had the opportunity to reach

every student.” EÖ1: “I am pleased that EBA provides us with more accurate and more accessible information.” expressed as. KÖ2: “EBA has been very useful in distance education, it is a nice platform.” expressed in his words.

When Table 5 is examined, it is seen that students complain about the EBA system about support services and infrastructure problems . KÖ3 on infrastructure problems: “We often have problems in the EBA application and therefore we cannot attend the course. It's also a very slow app.” Similarly, KÖ4: “Due to the insufficient EBA applications, there is a tendency to turn to other applications (zoom, microsoft teams).” expressed their problems in the system. In addition, EBA has made both positive and negative views on the distance education system and EBA applications: “I find the EBA application generally sufficient and useful, the courses are taught from there and fall into my program as soon as I am appointed. Homework is also a problem. The same convenience is provided for the online exam. But sometimes it doesn't open, crashes and I can't log in. There are people who miss the classes, or the instructors can't teach the lessons, and in general, we can't work very quickly because it is a slow application.” And EÖ3: “In this process, the system completely turned to distance education. The homework given by the EBA is quite sufficient for students to repeat the study subject, but since the lessons are lively, it is very difficult for the student to adapt to the lesson during the lesson. For this reason, many students start the lesson and focus on other things and do not listen to the lesson.” have made statements. If the opinions of teachers and students are evaluated together, it is seen that they have negative thoughts about the fact that the education continues uninterrupted, the content is free, the positive support services such as the ease of use of the interface are insufficient and there are infrastructure problems.

#### **2.4. Teachers' thoughts on learning processes in emergency distance education**

With this title, an examination has been made in line with the principles of teachers' and students' satisfaction theory and innovation theory. The advantages and disadvantages of the system have been examined to what extent the needs in student-centered education can be met.

**Table 6.** Opinions of teachers on learning processes in emergency distance education

Opinion Titles	f
<b>A. Positive opinions of teachers</b>	
Giving students the opportunity to progress on their own	2
Opportunity to repeat the content on my site as much as desired	3
Rich in content	2
<b>B. Negative opinions of teachers</b>	
Little attendance at classes	7
Low motivation of students	4
Insufficient EBA TV for metacognitive learning	one
Low achievement in applied courses	5
Failure to implement an individualized education plan for mainstreaming students	one
Insufficient content in the system	2
Attendance and absence from the course	6
Failure to complete given work assignments and performance assignments	5

When Table 6 is examined, it is seen that it is rich in content for culture lessons, it has the opportunity to repeat as much as it wants and it has positive features such as learning at its own pace. The main features that teachers see as negative can be listed as low student participation, low student motivation, inadequacy of the content presented, especially the profession, and not doing the homework given. While GÖ3 stated that the content of culture courses is sufficient and there are also resources on EBA TV to help 12th grade students preparing for the exam, he also stated that there is not enough content for vocational courses, students are mostly not successful in applied courses, and the participation in the courses is decreasing day by day due to absenteeism has done.

“Contents for culture lessons in learning processes are quite rich. Students can watch the content they want as much as they want and can do the activities. In addition, the EBA Academy service provided for senior high school students has become a different alternative for students preparing for university. It is a successful result that the system creates study plans according to the student's wishes and gives appropriate guidance according to the success situation.

However, the lack of rich content, especially for vocational courses, creates a disadvantage for vocational high school students. Although this deficit is tried to be eliminated by shooting EBA course videos, the deficit is too much in this regard. In addition, since vocational courses are generally applied practically, they cannot be carried out very well with the distance education process. In some areas, this is almost impossible. In addition, not counting absenteeism in the distance education

process causes students not to attend the course over time. Especially, most of the senior students do not attend the classes on the pretext that we are preparing for the university exams.”

While PT2 stated that the system is rich in content and that he can repeat it as much as he wishes, he said that the participation in the course was low and the inclusion students could not get efficiency in the process. But the lack of student participation and the inability to implement an individualized education plan for mainstreaming students.” expressed in his words.

Student participation and student motivation for BC4 EBA live lessons and EBA TV “We also had difficulties in motivating students. Some of the students did not attend the live classes regularly due to computer and internet problems, some of them had to work to support their families, and some of them did not have to attend the live classes. Since our students did not want to open their cameras while the live lesson was being held, we could not regularly monitor whether they were watching the lesson or not. Most of the time, we lectured without being sure whether there was a student listening to us or not. We did not get immediate answers to our questions.” He also stated that he could not get answers to the questions he posed to the students.

GÖ4 stated with the following statements that the measurement can be made through EBA in the lessons, but the homework given does not return.

“Learning level of the courses can be measured with study questions and assignments sent over Eba, but the return level of these questions by the students at the class-group level is low.”

BC1 from a different point of view said that the students could not adapt to the process and that as a technical teacher, the students could not be successful in the applied lessons because of the demonstration method in the applied lessons and the instant corrections could not be made. I think that concepts such as demonstration and correction of behavior by providing feedback when mistakes are made and improving the hand eye coordination and psychomotor skills of the student, which are used in applied lessons, are not fully provided by distance education .” expressed in their own words.

**Table 7.** Students' views on learning processes in emergency distance education

<i>Opinion Titles</i>	f
<i>A. Positive opinions of students</i>	
Giving students the opportunity to progress on their own	one
Opportunity to repeat the content on my site as much as desired	
Reinforcing the content by repeating it as much as it wants	
Achieving the objectives of the lesson	
Rich in content	
Considering students with different learning styles	

Statistical control of learning	
Access to content appropriate to the level	
<b>B. Negative opinions of students</b>	
Little attendance at classes	6
Low motivation of students	6
Insufficient EBA TV for metacognitive learning	one
Anxiety about falling behind in education in students who cannot access	one
EBA TV broadcasts do not offer content that will appeal to the metacognitive learning level	
Insufficient duration of EBA live lessons and lessons offered on EBA TV	
Intense course content offered on EBA TV	
Failure to implement an individualized education plan for mainstreaming students	
Low digital literacy of students	
Insufficient vocational course content offered	2
Less intelligibility in vocational courses	4
The repulsiveness of the compulsory realization of distance education	one
Attendance-absence does not affect grade retention	one

When the students' opinions are examined in general terms, it is seen that the negative features of emergency distance education for the students studying in vocational high schools come to the fore. When Table 7. is examined, it is seen that six students stated that their participation was low and their motivation was low. Likewise, the low level of intelligibility in vocational courses was marked by four students. Looking at Table 5, it is understood that the students did not characterize this situation negatively, by marking a student that it was not used for absenteeism or passing, which is a negative situation. Some student comments are given below.

EÖ4: “Because we faced such a situation, first of all, there was a process of getting used to it, both on the teacher's side and on the student's side. Students were inclined to learn something from a distance due to watching lesson videos on the internet, but they had difficulty in adapting to this subject completely because they could not interact with a teacher face-to-face by staying away from the school environment in the classroom environment. It is not possible to get as much efficiency as the face-to-face lessons at school. Because in the school environment, students have the opportunity to socialize with each other. By doing activities during recess, they can clear their heads and adapt to the lessons more. They can find the opportunity to have private face-to-face meetings with the teachers and solve their problems more easily, but in distance education, it is not possible to get enough efficiency by always staying in front of the screen until the end of the day. Unfortunately, there is not much to do in between classes, unfortunately, in the home environment. After a while,

the student gets bored with this situation and never attends the classes.” He stated that he could not get as much efficiency from the lessons as at school, that the contents were not adequately examined by the students, and that there was nothing more to do than the lack of movement opportunities at home.

EÖ4: “Distance education is insufficient for me, the department I studied mainly includes application activities and I understand only the theoretical part of the course I want to do in distance education and I cannot put it into practice. These and similar problems make it difficult for me to learn this profession.” He stated that he could not learn his profession because of the fact that there was no practice in the courses for the department based mainly on practice in distance education.

KÖ3: “There is no problem for me in general, we teach in an understandable way with our teachers who are trying very hard. Prolonging the process is not suitable for me because I do not understand how the course will be taught when the topics are over.” He stated that he attended the classes with his words and did not have many complaints, and that the teachers tried to be useful to the students in this process. He then said that he had no idea what the lessons would be like if the process continued to prolong.

EÖ2: “I can't say that I think very positively about their education. I never understand the efficiency of the lessons taught in the classroom. I think being able to move freely is an advantage.” While expressing that he did not understand the lessons at the class level he was in, they were in front of the screen for hours and could not understand the lessons, he stated that being at home in emergency distance education allowed them to attend classes without wasting time on the road.

When the opinions of teachers and students are considered together, the difficulties in applied lessons appear more and more because of the reasons such as the teachers complaining about the emergency distance education in general, not being efficient enough in the lessons, the students' lack of motivation and absenteeism, etc. What kind of problems did teachers and students face in emergency distance education In this section, the difficulties experienced by teachers and students in emergency distance education are discussed.

The problems experienced by teachers and students were examined. Obtained results are grouped under five headings.



**Table 8.** Problems faced by teachers in the emergency distance education process

<i>Problem Titles</i>	f
<b><i>A. Problems caused by the teacher</i></b>	
Lack of necessary knowledge and skills of teachers in distance education lectures	one
Using lecture method in live lessons	3
Teachers' lack of professional satisfaction	2
<b><i>B. Problems caused by the student</i></b>	
Less participation in class	8
Student reluctance to lessons	6
Students being passive in lessons	4
Psychological problems experienced by students	one
<b><i>C. Problems with access and infrastructure</i></b>	
internet shortage	6
Lack of necessary tools for the lesson (tablet, computer, phone)	7
Dropping out of class for various reasons	5
Not being able to benefit from EBA TV	one
<b><i>D. Problems arising from EBA, EBA TV and EBA live course environments</i></b>	
Limited student-teacher interaction	3
Unable to watch after live lessons	5
Conflict of live classes held in EBA TV and EBA	2
<b><i>E. Management related problems</i></b>	
No effect of distance education on course grades	3
No obligation to attend class	3

When Table 8 is examined, it is clearly seen that teachers experience many difficulties in distance education. Teachers have used many methods in order to carry out the emergency distance education process in a healthy way and to motivate their students. In Table 5.a, the problems experienced by teachers are discussed under five headings. When the table is examined, it is seen that all teachers agree on the lack of student participation in the lessons. 87.5% of the teachers marked the item not having the necessary equipment for participation in the lesson. Internet access problem and student reluctance item was marked by 75% of the teachers. Not being able to watch again after the live lessons and being disconnected from the lesson due to internet connection were marked by 62.5% of the teachers. By looking at the table, the opinions that can represent the general teacher's views are given below. According to BC4, “Many of our students did not have computers and tablets, and many of the teachers had computer and internet problems. Especially the teachers who had to do live lessons with their own child(s) at the same time had computer problems. Many teachers had to buy computers.

Many teachers had to do their lessons from mobile phones. Internet spending of teachers has increased. We had difficulties in getting our students to attend live classes. We could not get enough support from the parents to ensure that our students participate in live lessons.” While GO3 expressed his views, “When the system was first used, there were some difficulties due to using the system. But these problems were quickly resolved. However, the lack of interaction in the classroom in distance education has led the teacher to the lecture method. The excuses from the students that most of the time they did not get an answer even though they were promised, my camera is broken or my microphone is broken, has led the teacher to the straight lecture method over time. This causes the teacher to perform an action such as presenting a news rather than giving a lecture. The system also has disadvantages. First of all, the infrastructure problem has not yet been fully resolved. Problems such as frequent breaks in EBA and inability to process due to density can still be experienced. In addition, EBA's transfer of students and teachers to a different platform other than the EBA system when the live lessons will be held is a separate problem. Not being able to attend classes due to data consumption due to intensive internet use is another problem. In addition, the fact that not every student has the necessary device to enter the classes has caused the students to break away from education in this process. “Denotes with expressions.

**Table 9.** Problems faced by students in the emergency distance education process

Problems	f
<b>A. Problems caused by the teacher</b>	
Lack of necessary knowledge and skills of teachers in distance education lectures	
Using lecture method in live lessons	one
Teachers' lack of professional satisfaction	
<b>B. Problems caused by the student</b>	
Less participation in class	one
Student reluctance to lessons	4
Students being passive in lessons	4
Psychological problems experienced by students	2
<b>C. Problems with access and infrastructure</b>	
Internet shortage	8
Lack of necessary tools for the lesson (tablet, computer, phone)	2
Dropping out of class for various reasons	5
Not being able to benefit from EBA TV	
<b>D. Problems arising from EBA, EBA TV and EBA live course environments</b>	
Limited student-teacher interaction	5
Unable to watch after live lessons	

Conflict of live classes held in EBA TV and EBA	
E. Management related problems	
No effect of distance education on course grades	
No obligation to attend class	

When Table 9 is examined, it is seen that the situation that all students complain about is internet access problem. 62.5% of the students stated that they complained about being disconnected from the course due to limited interaction and power cuts or internet problems. Table 6.b. When examined, 50% of the students stated that they had to be passive in the lessons and this situation caused them to be reluctant to attend the lesson over time. Some of the problems faced by the students in the emergency distance education written by their own words are given.

EÖ4: “Even though most of the students have internet, computer and phone, some of them do not have them at all. Those who do are not able to attend the classes. Because there are families with more than one child. In this case, one computer or one tablet was not enough. There were those who did not enter knowingly, because the majority of distance education was not understood. Reasons such as connection problems caused by the teacher or student, inadequate teaching opportunities, or loss of time until the visual or sound problems that occur during the lesson are resolved can be written as pioneers.

The male student, with his explanation of four, states that the computers at home are not enough because some families have many children, and that as a result of this, the attendance to the lessons is low, and he also states that the most common problem he encounters is the connection problems of emergency distance education.

EÖ3: “Since this process is newer, corrections are made in the system, but despite this, we sometimes encounter various problems in the lessons. The most common of these problems is the sound problem. In some cases, the sound is very low and we cannot listen to the lesson because we cannot hear the teacher clearly.

We drop out of the course due to the internet and we are having difficulty connecting to the course again. Such problems can be eliminated, but I do not think that it will be a useful and useful course like face-to-face training.

Three male students stated that they encountered a lot of problems in distance education, most often they had sound problems during the lesson, could not hear what the teacher said, and as a result, he did not understand the distance education lessons, and mentioned that the process was inefficient for him.

He also emphasized that it is difficult to connect when they experience falling out during the lesson. In his statements, he stated that he thought that distance education, which is his personal opinion, would never support face-to-face education and would not be beneficial.

KÖ1: “The number of courses and the fact that all these courses are at the head of the technological device are the things that tire me the most. In addition, the fact that all vocational courses are taught in one day makes it difficult for me to concentrate and throws us in the waiting room when we enter the course, and sometimes we stay in the waiting room for a long time because our teachers do not see it.

A female student has to wait in the waiting room for long periods of time because the program used by the teachers is defined in the waiting room when she has a technical problem in entering the class or when she is late. means staying.

When the opinions of the teachers and students are evaluated together, the other items of the students that they gave similar answers to the items such as Internet access problem, Student reluctance, Low student participation, Being disconnected from the course due to electricity or internet connection, Limited interaction and lack of tools such as computers, tablets, smartphones necessary for participation in the course. It is understood that they only look at the process as a student, not in general.

What are the problems you encounter in applied workshop lessons? With this title, an examination has been made in line with the principles of teachers' and students' satisfaction theory and innovation theory. To what extent the needs in student-centered education can be met, what kind of problems are encountered in the 80% practice-oriented department courses, their perspectives on the courses and the advantages and disadvantages of the system are examined.

**Table 10.** Problems faced by teachers in applied workshop lessons

thoughts	f
<b>A. Teachers' positive thoughts about applied courses in emergency distance education</b>	
It was ensured that the education continued with the distance education that we had to go through.	8
In the hybrid system, the theoretical knowledge can be given remotely and the application can be realized face-to-face.	4
<b>B. Negative thoughts of teachers about applied courses in emergency distance education</b>	
Skill acquisitions of applied workshop lessons could not be achieved in remote live lessons.	8
The part planned to be processed in the face-to-face workshop was not sufficient.	4
It is not possible to hold hands-on workshop lessons remotely.	8
The equipment and mechanisms in the workshop should be used by the students.	5
Since the show-and-make method cannot be applied, only distance education is insufficient.	5

Practical workshop lessons should be held face to face and in a workshop environment, except for mandatory cases.	8
Videos and animations in emergency distance education did not make the lesson understandable	7
The subjects of working according to the order of operation, clean working habits, complying with occupational safety could not be achieved.	7
It cannot be said that the EBA system is suitable for applied courses.	6
If it was possible to give theoretical courses remotely, it cannot be said for applied courses.	8

When we look at Table 10, it is seen that the teachers agree that it is almost impossible to provide permanent learning unless the student is involved in the implementation process, and that it is not possible to conduct the workshop lessons, which are obligatory in general terms . As a red-skinned proverb says: "If you tell me, I can forget, if you show me I can remember, if you involve me, I will never forget."

Although all teachers are of the opinion that education continues without interruption during the Covid-19 Pandemic process, skill acquisition of applied workshop lessons in remote live lessons could not be achieved 100% with the opinion of teachers, It is not possible to conduct practical workshop lessons remotely, Except for mandatory cases, practical workshop lessons are face-to-face and workshop It is seen that the teachers agree with the topics that should be done in the environment. 87.5% of them stated that videos and animations in emergency distance education could not be understood and the subjects of working according to the order of operation, clean working habits, complying with work safety were not provided. 75% said that the EBA system was not suitable for applied courses, while 67.5% said that they state that since the show-and-make method cannot be applied, only distance education is insufficient, and that the lesson will not reach the target behaviors unless the equipment and mechanisms in the workshop are used one-on-one by the students. During the pandemic, during the period when the practice of face-to-face education in vocational courses in vocational high schools was introduced from time to time, 50% of the teachers who filled out the interview form stated that the part reserved for face-to-face in the planning of vocational lessons was not sufficient. In addition, 50% of the teachers are of the opinion that they can benefit from the hybrid education system in applied courses. Some of the teacher's views on the Covid-19 Pandemic process are as follows.

MÖ4 stated that the gains in distance education could not be achieved in the applied workshop courses, and that the time allocated for applied courses in vocational high schools was not sufficient at the time of the transition to face-to-face education: Skill acquisitions remained incomplete due to insufficient time, low student participation, interruption of face-to-face education, and insufficient

training materials in our workshops in the processes where the workshop lessons were taught face-to-face.” expressed as.

MÖ2, who said that it is not possible to conduct applied courses remotely, and that if necessary, the remote application part of the toric part can be done face-to-face by using the hybrid education model, BC2 “It is not possible to conduct applied workshop lessons remotely. However, in the hybrid system, the theoretical knowledge must be given remotely and the application must be done face to face. The equipment and mechanisms in the workshop should be used by the students one-on-one. Distance education alone is insufficient, as it is an indispensable teaching method in the workshop environment. Practical workshop lessons should be conducted face-to-face and in a workshop environment, except for obligatory cases. expressed his thoughts.

MÖ3 stated that occupational safety rules and practices, which are indispensable for individuals working in technical business lines, cannot be assimilated: “Workshop practices should be done one-on-one with students. While the student is doing the work, the teacher should observe the mistake and immediately correct it. In the distance education, the education continued with videos and animations. In the distance trainings, it was not possible to develop the habit of improving dexterity, acquiring the habit of working according to the order of operations, acquiring the habit of working cleanly, and complying with the occupational safety. The availability of materials and the absence of special teams at home weakened the practical training.”

MÖ1 stated that many modules written to explain the lessons can be accessed through SVET, but there are no videos and visuals that we can use to show them for practical lessons : The learning environment was affected due to the lack of availability and low suitability for the student. He expressed his thoughts.

GÖ3: “Applied workshop lessons are the lessons that should be done face-to-face in a workshop environment, basically. It is not suitable for the distance education system. Because many applications in many areas are impossible to do in the home environment. Many applications that can be done cannot be done due to occupational health and safety. For this reason, most of the applications are tried to be closed by explaining the application or by making the videos about the application to be watched. However, this affects the learning processes negatively.” He expressed it in detail with his statements.

Expressing that students have learning difficulties when we teach practical courses via distance education, GÖ4: “It is even more difficult to give applied courses in distance education compared to theoretical courses. Especially giving vocational courses remotely creates learning difficulties for students.” It is clearly understood that the teachers could not achieve the target

behaviors in the applied courses in distance education and that they did not receive professional satisfaction from the process in general terms.

In general, it is seen that distance education is beneficial and even suitable for some course structures in order to prevent students from being completely disconnected from education life in the Covid-19 Pandemic epidemic. However, it is seen that distance education is not useful in vocational and workshop courses that require technical explanation, demonstration and immediate feedback and correction. Only the theoretical part of the lectures was given, and the application parts were tried to be assimilated with videos and visuals.

In the week after any applied lesson, no answers were received to the questions about the target behaviors of the students.

These and similar results show us that distance education is not suitable for the general structure of applied courses. What are the problems students encounter in applied workshop lessons? Under this topic, it has been examined whether vocational high school students can understand the lesson and the subjects in the applied courses.

**Table 11.** Problems faced by students in applied workshop lessons

thoughts	f
<b>A. Positive thoughts of students about applied courses in emergency distance education</b>	
It was ensured that the education continued with the distance education that we had to go through.	3
In the hybrid system, the theoretical knowledge can be given remotely and the application can be realized face-to-face.	5
<b>B. Negative thoughts of students about applied courses in emergency distance education</b>	
Skill acquisitions of applied workshop lessons could not be achieved in remote live lessons.	5
The part planned to be processed in the face-to-face workshop was not sufficient.	3
It is not possible to hold hands-on workshop lessons remotely.	7
The equipment and mechanisms in the workshop should be used by the students.	3
Since the show-and-make method cannot be applied, only distance education is insufficient.	5
Practical workshop lessons should be held face to face and in a workshop environment, except for mandatory cases.	6
Videos and animations in emergency distance education did not make the lesson understandable	6
The subjects of working according to the order of operation, clean working habits, complying with occupational safety could not be achieved.	4
It cannot be said that the EBA system is suitable for applied courses.	one
If it was possible to give theoretical courses remotely, it cannot be said for applied courses.	6

When Table 11. is examined, it is understood from the student interview form answers that 87.5% of the students are not satisfied with the applied courses and do not attend the face-to-face education, although the students do not give as detailed answers as the teachers. While it is 87.5% that it is not possible to conduct applied workshop lessons remotely, it is the first with 87.5%, although it is possible to give theoretical lessons remotely, it cannot be said for applied lessons.

Videos and animations in emergency distance education do not make the lesson understandable, Applied workshop lessons should be done face-to-face and in the workshop environment, except for mandatory cases 75%, Only distance education is insufficient because the show-and-show method cannot be applied, It is seen that the subjects of working in order of 5, clean working habits, complying with occupational safety were not achieved 50%, The equipment and mechanisms in the workshop should be used by the students one-to-one, The part planned to be processed in the face-to-face workshop was not enough.

EÖ4, who mentioned that it would be beneficial by touching and using the tools and making the work and operations live, said: "Since there is an interaction with some tools and equipment by touching and seeing in the workshop lessons, the topics covered are more memorable than the lessons taught in a normal classroom. However, since there is no such opportunity in distance education, informative videos about the topics covered are watched and pictures are shown on the internet, but of course these are insufficient. It would be better if the workshop lessons were taught face to face." expressed his thoughts.

KÖ1, on the other hand, said that in some lessons in distance education, the teacher tried to practice in front of the camera, but the sound and image disappeared from the screen freezes, and the teacher could show one-to-one in the face-to-face workshop lessons. "In the lessons where the camera must be turned on, the camera being blurry, the internet connection being disconnected or the teacher's camera not being seen clearly makes it difficult for me to understand the lesson better. When we learn face-to-face, the teacher explains and applies it one by one, while in distance education, when a student cannot understand something, the teacher cannot explain it to that student in detail because the time is not enough, so that student can fall behind in the lesson." explained as.

EÖ3 tried to emphasize the extent of the application in the department he studied by giving examples about the field he studied in distance education. EÖ3: "Even though the maritime profession sounds good, it is a very dangerous profession that requires great responsibility and never forgives mistakes. For this reason, the first lesson taught to students in maritime schools is "Marine safety and security". In this course, students learn how to intervene in case of possible problems on the ship and learn how to use the emergency equipment on the ship. This issue is so important that a seafarer who



embarks on the ship re-enacts these unusual problems while the ship is cruising, and the worst-case scenario that can safely occur on the ship is reenacted. The crew on board intervenes in this worst-case scenario and the saddle is ready if such a situation is encountered in the future. We call this worst case scenario “ROLE DRESSING”. Role drills are held at periodic intervals on the ship to prepare the sailor's muscle memory for the disaster response phase. We could not see any of these trainings in distance education and we could not implement them. In the same way, since we cannot disassemble and install machine parts in practice courses such as ship machinery course, we have always seen such topics in theory as the protection of the part after disassembly, how the welding is done, the electrode angle while welding, and how we should tighten it and how it should be disassembled. No matter how much a person says that he has read and studied and understood, his dexterity will never develop without practical training.” expressed with examples.

When we look at the views of both teachers and students, there is a general idea that distance education cannot be successful in applied courses. Teachers, who are one-to-one practitioners of the subject, express that they cannot get efficiency in the applied lessons and that the lessons are understood to a certain extent on the subjects with theoretical weight, while the general thoughts of the students are in line with the teachers and they cannot understand the lessons and therefore they cannot learn. While teachers state that distance education and its tools may be suitable for positive sciences, social sciences and language teaching, students state that the subject is not fully settled since they do not do the procedures themselves when the applied lesson is taught through video and pictures in applied lessons.

The teachers' recommendations for improving the activities of distance education ? In this section, the solutions of teachers for education-teaching activities in emergency distance education are examined. The collected data were written in four sub-headings.

**Table 12.** Recommendations of teachers to improve distance education activities

Suggestions	f
<b>A. Recommendations for the professional development of teachers</b>	
Teachers should be given in-service training on how to do distance education.	3
Teachers should be given in-service training on using distance education technologies.	7
Teachers should receive in-service training for effective communication	one
Volunteer teachers can be given in-service training to produce e-content.	2
<b>B. Recommendations to increase class participation</b>	
Support service should be provided to all stakeholders	4
Before the lesson, videos on the use of distance education tools should be shared.	one

Students should be given individual feedback	one
Learners who actively participate should be rewarded	3
Teacher should be able to communicate well with students	2
<b>C. Suggestions to increase engagement in the lesson</b>	
Students should be asked to comment on the subject.	one
A discussion environment should be created in live lessons.	one
<b>D. Management recommendations</b>	
Free and unlimited internet support should be provided to teachers and learners.	6
Social justice and equality of opportunity and opportunity should be ensured in distance education.	6
Content should be updated and improved	4
Tablets etc. for students to use the internet. tools should be given free of charge	4
A technical support unit should be established for technical problems experienced.	2
Live lesson hours should be made flexible and the opportunity to watch again should be given.	one
Service points should be given to distance education teachers.	3
Additional tuition fees should be given to distance education teachers.	2
EBA contents should be collected on separate servers as primary, secondary and high school	one
Local and national live lesson tools should be used for security problems.	one

Free internet should be provided to both teachers and students in live lessons, which are lesson applications. 50% of them think that 87.5% of them should be given training on the use of distance education technologies in order not to experience system-related problems in emergency distance education. In general, when we look at the opinions of the teachers, they state that the idea that it is possible to be successful in distance education in theoretical courses is dominant, but for applied courses, distance education is not suitable for applied courses in distance education, both in terms of distance education content and because it is very difficult to understand the subjects without doing one-on-one. Some teacher opinions;

Simulations to ensure at least some of the skill acquisition in applied courses, to make it compulsory to attend classes, to make it difficult to pass the class, to create an infrastructure where exams can be conducted remotely.” Providing computers and internet to four students and teachers without exception, allocating sufficient budget for distance education to schools, having simulation applications at school to increase the quality of teaching in applied courses, establishing the infrastructure of exam applications to measure students, and making it difficult to pass classes and courses to increase the quality of teaching means necessary.

GÖ3: “The financial situation of teachers who prepare content for applied education should be formally regulated. Since this situation is imposed on teachers in schools as an act they are obliged

to do, it is not efficient because teachers try to spare time both for the lessons in the school and to produce these extra contents. Teachers who produce content should only be assigned to this subject in this process and should not lose additional lessons. Otherwise, there will be reluctance from the start. The problem of absenteeism in distance education should be resolved and should not be left to the initiative of the student or parent. For this, internet and device problems must be solved first.” Three deck teachers stated that there is an extra increase in the burden of distance education, this situation is imposed as if they have to do it, and distance education content regulations should be formally regulated. He is of the opinion that in order to continue the lessons in distance education, the necessary tools should be provided to the students, and the internet problems should be solved and then the absenteeism problem should be resolved and the students should be able to continue the lessons.

BC3: “It seems inevitable that education should be done in a hybrid way from school and distance. At the end of the training given, students must take the exam and receive a training certificate. These certificates should be requested from them at the time of employment. The order of passing and failing a class should be changed. Students should rate the teacher they have trained and the teacher should earn income at the rate of this score.” In his sentences, he states that hybrid education is inevitable in the coming years, the importance of regulating the pass-fail system and that students should be given certificates after the courses they take.

BC2: “First of all, a system that can be accessed by every student without exception should be established and equipment support should be provided to students. Technological investments must be made. Teacher training should be continued and increased. Teachers should be provided with resources for the purchase of distance education equipment or tax exemption should be brought (Computer, microphone, camera, etc.)” thinks that a system where transportation will not be interrupted, teachers should be provided with a separate source for distance education equipment or, if not, tax exemption should be provided to relieve teacher budgets . The deck teacher who had a different point of view; In addition to system improvements such as easy and free transportation, strong infrastructure, easy interface, augmented reality has been proposed.

When we look at the opinions of teachers in general, it is understood from the general thoughts that distance education contains many problems and the reason for this is that it has to be put into practice urgently due to the Covid-19 Pandemic. The practice of distance education in vocational high schools appears to be the general opinion of teachers that they cannot be productive in lessons. Although some success can be achieved in theoretical courses in vocational high schools, they argue that simulation applications, which are difficult to achieve in applied courses, will only increase the

intelligibility a little bit. Another issue is the increase in the workload of the teachers who participated in the interview. The fact that vocational high schools have to do both face-to-face and distance lessons during the pandemic process has worn out the vocational teachers in the process.

**Table 13** . Recommendations of students to improve their distance education activities

Suggestions	f
<b>A. Recommendations for the professional development of teachers</b>	
Teachers should be given in-service training on how to do distance education.	
Teachers should be given in-service training on using distance education technologies.	
Teachers should receive in-service training for effective communication	
Volunteer teachers can be given in-service training to produce e-content.	
<b>B. Recommendations to increase class participation</b>	
Support service should be provided to all stakeholders	
Before the lesson, videos on the use of distance education tools should be shared.	
Students should be given individual feedback	one
Learners who actively participate should be rewarded	one
Teacher should be able to communicate well with students	2
<b>C. Suggestions to increase engagement in the lesson</b>	
Students should be asked to comment on the subject.	one
A discussion environment should be created in live lessons.	one
<b>D. Management recommendations</b>	
Free and unlimited internet support should be provided to teachers and learners.	6
Social justice and equality of opportunity and opportunity should be ensured in distance education.	4
Content should be updated and improved	4
Tablets etc. for students and teachers to use the internet. tools should be given free of charge	2
A technical support unit should be established for technical problems experienced.	2
Live lesson hours should be made flexible and the opportunity to watch again should be given.	2
Service points should be given to distance education teachers.	
Additional tuition fees should be given to distance education teachers.	
EBA contents should be collected on separate servers as primary, secondary and high school	
Local and national live lesson tools should be used for security problems.	

Table 13. When we look at the recommendations of the students to improve distance education activities, it is seen that 75% of them say that the internet, which is of great importance in our lives, should be assured to teachers and students free of charge. It is seen that 50% of the participating students have the idea that social justice and equality of opportunity and opportunity should be provided in distance education and the contents should be updated and developed. Students also stated

that they do not have the chance to watch the live lessons again, that free tablets and tools should be given to both the teacher and the student, and that it would be advantageous to establish a support unit for the problems they experienced. Opinions about improving emergency distance education who filled out the semi-structured interview form;

Teachers should be provided with equipment such as pens, touchpads, which are necessary for teachers to explain the lessons more easily and without difficulty, so that teachers can better explain their lessons in a more understandable way and focus the students' attention on the lesson. In addition, students who actively participate should be rewarded in order to encourage students to the lessons.” In his words, he thinks that both the teacher and the students have difficulties in obtaining the necessary tools in distance education and that a solution should be found, and he also explains that this is necessary in order to focus the student on the lesson.

EÖ3: “First of all , all students who are involved in distance education should be identified and students who do not have internet at home or who cannot get internet at home should be provided with internet and a mobile device where they can enter the course. Vocational students should be provided with opportunities for practical training. Videos related to practice lessons should be uploaded to the EBA platform.” In his explanation, he stated above his views on identifying the students who do not have the opportunity, providing the necessary tools and internet to these students, improving the eba platform and making it more efficient, and creating opportunities for vocational practice courses.

KÖ3: “EBA application needs to be updated and improved, opening schools within the possibilities , providing useful internet for our friends who do not have enough internet, making exams easier.” The female student stated that it would be good to open three schools within the possibilities, to solve the problems of students with internet problems, and to improve the system for size problems.

KÖ1: “The fact that the breaks are short distracts me when I go to class and I have to look at the time all the time. I think to solve this problem, if we do a break for 20-25 minutes, at least we will have a break to eat, and if we start the lessons at 08:10 as before, we will finish earlier. I also think that we should remove the waiting room when we enter the class because sometimes there are many times when the teachers can't take the students because they are too busy, and lastly, if we can record the lesson so that you can watch the lesson later, it would be very helpful in studying for the exams.” With his thoughts, he expressed that he could not get enough rest between lessons, the lessons ended late, they passed the lesson in the waiting room if the teacher did not notice, and he could not watch

the live lessons later in the EBA system, if the recording was made, the students would be able to understand the lessons better, based on their experiences in the process.

Again, the thoughts of a male student who has a different opinion; Let the course subjects be lighter and they should add our summer vacation to the school and reduce the course hours.” is in the form.

Looking at the general student comments above, it is understood that the internet problem is frequently experienced in the EBA platform, the infrastructure services are not good enough, the students do not have enough equipment or internet to attend the classes, and the students have difficulties in the distance education process.

The issues that both teachers and students meet on a common denominator by looking at tables 8 and 9 . It can be said that increasing the incentive to the lesson by taking attendance and absenteeism is the common opinion of the teachers and students.

### **3.2. Analytical Hierarchy Process**

In this study, it has been tried to determine which of the distance education and face-to-face education that we have had the most during the pandemic period is more beneficial and beneficial to the students by using the AHP method. In this, distance education and face-to-face education were compared by using five criteria determined by taking expert opinions. Which education system can be more beneficial to students? answer to the question searched. The implementation phase was carried out step by step as follows.

### **3.3. Evaluation of Education Systems with Semi-Structured Interview Form**

This evaluation, The semi-structured interview form questions, which were prepared by taking expert opinion, were filled out by eight teachers and eight students, and the five criteria that are important in the comparison of education systems were taken into consideration and the education system was determined from the AHP application. Evaluation with Analytical Hierarchy Process Model by Creating Evaluation Criteria : This at the stage, 5 question evaluation criteria to create purpose with classified and five main criteria were determined. The importance of these criteria for the education system to determine for in education and training active duty making 8 A semi-structured interview form study was conducted with the participation of an expert and the participation of eight students who were affected in the education-teaching process, with the contribution of an expert psychologist experienced in the education system. Significance levels according to the results of the semi-structured interview form / criteria weights as indicated in Table 14 determined.

**Table 14.** Criterion Weights

<b>criteria</b>	Criterion Weights
Learning Level	7
Access to the System	9
Teacher Satisfaction	3
Training Cost	5
Social development and Interaction	7

The scoring of alternative systems in terms of criteria is also the scoring created in the first study, each One criterion taking expert opinion for found and It is given in Table15.

**Table 15.** Criterion Weights Remote/Face to Face

<b>Criteria</b>	Criterion Weights	
	Afar	Face to face
Learning Level	3.00	5.00
Access to the System	2.70	3.00
Teacher Satisfaction	2.00	4.00
Training Cost	5.00	3.00
Social development and Interaction	2.30	4.50

These obtained data were evaluated with the Analytical Hierarchy Process Model.

My name one: Decision of your problem definition, Hierarchical structure Establishment:  
 Aim, main and sub-criteria and solution alternatives Decision Problem: “What education system  
 Is it more beneficial to students?

Purpose: What training to use system will be more efficient. decision to give

Alternatives: Face-to-face education – Distance education

**Table 16.** Main Criteria:

Learning Level
Access to the System
Teacher Satisfaction
Training Cost
Social development and Interaction

Step 2: Comparison matrix between criteria is created as in Table 17:

**Table 17.** Comparison Matrix between Criteria

		A1	A2	A3	A4	A5
		Learning Level	Access to the System	Teacher Satisfaction	Training Cost	Social development and Interaction
A1	Learning Level	1.00	0.78	2.33	1.40	1.00
A2	Access to the System	1.29	1.00	3.00	1.80	1.29
A3	Teacher Satisfaction	0.43	0.33	1.00	0.60	0.43
A4	Training Cost	0.71	0.56	1.67	1.00	0.71
A5	Social development and Interaction	1.00	0.78	2.33	1.40	1.00
<b>TOTAL</b>		4.43	3.44	10.33	6.20	4.43

Step 3: The importance values of the criteria were determined as percentages, and the normalization of the matrix was provided as in Table 18. Column values are divided by the column total. The average criterion weight is found for each row . And Tablo 19 shows the normalization post lower criterion weights.

**Table 18.** Average Criterion Weight Matrix

					W
0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23

**Table 19.** Normalization Post Lower Criterion Weight Table

Learning Level						
	Afar	Face to face		Afar	Face to face	W
Afar	1.00	0.60		0.38	0.38	0.38
Face to face	1.67	1.00		0.63	0.63	0.63
	2.67	1.60				
Access						
	Afar	Face to face		Afar	Face to face	W
Afar	1.00	0.90		0.47	0.47	0.47
Face to face	1.11	1.00		0.53	0.53	0.53
	2.11	1.90				



Teacher's Satisfaction						
	Afar	Face to face		Afar	Face to face	W
Afar	1.00	0.50		0.33	0.33	0.33
Face to face	2.00	1.00		0.67	0.67	0.67
	3.00	1.50				
Education cost						
	Afar	Face to face		Afar	Face to face	W
Afar	1.00	1.67		0.63	0.63	0.63
Face to face	0.60	1.00		0.38	0.38	0.38
	1.60	2.67				
Social Development						
	Afar	Face to face		Afar	Face to face	W
Afar	1.00	0.51		0.34	0.34	0.34
Face to face	1.96	1.00		0.66	0.66	0.66
	2.96	1.51				

The final weight ratios that will inform us for the decision by multiplying the weight ratios of the main criteria with the weight ratios of the alternatives are shown in Table 20 was obtained as follows :

**Table 20.** Final Weight Ratios Table

	W1	W2	W3	W4	W5		
	0.23	0.29	0.10	0.16	0.23		
	A1	A2	A3	A4	A5		W
						--	
Remote Eg.	0,3750	0,473	0,3333	0,6200	0,3382	>	0.40
						--	
Face to face Eg.	0,6250	0,526	0,6667	0,3800	0,6618	>	0.60

Distance education system yielded 40% and Face-to-face education system yielded 60% results. It is seen that Face-to-face education should be chosen in the selection of the education system.

#### **4. Conclusion, Discussion and Suggestions**

Considering both the phenomangological approach and the AHP application result, it is seen that the face-to-face education system is a system that ensures permanent learning and higher efficiency from education. can be said as a result.

As a result of the application studies, it was seen that the students expressed themselves more easily in face-to-face education, and the students remained more silent in distance education. Although distance education is necessary for some courses and for some situations, it is seen once again with the AHP application that face-to-face education is important so that the quality and efficiency of education does not decrease and the motivation of students does not decrease. When comparing the two education systems, it is understood that the students do not have difficulty in expressing themselves as in the distance education system, where it is important to be able to ask questions face-to-face, interact with the teacher and interact with their friends, socialize and gain target behaviors.

Face- to-face education is important in terms of acquiring target behaviors at secondary and lower levels. Distance education is more suitable for in-service training, adult courses, courses suitable for undergraduate education, and postgraduate education. In terms of both studies carried out in applied courses in vocational high schools, it is seen that face-to-face education is especially important in applied courses.

As a result of the studies and based on professional experience, it is seen that the learning is permanent and the motivation of the students towards the lesson is provided more easily with face-to-face education. However, considering the developing technology and the conditions of Turkey, it should not be forgotten that the distance education system is a good alternative for the continuation of education and training when necessary.

##### **4.1. Suggestions**

This research was created by conducting a semi-interview form with the participation of eight vocational teachers in applied courses in vocational high schools, two students from each grade level and eight students among the educational institutions that switched to distance education during the Covid-19 Pandemic epidemic period. The research was conducted in a vocational high school in Istanbul. In order to generalize the results, it can be done again by increasing the number of schools and the number of people participating in the research.

In order to ensure that the data obtained by looking at the results of the research are healthier, an in-depth and comprehensive research can be applied to many participants, together with

quantitative research methods and test methods whose reliability is calculated by including them in schools across the province or in schools across the country.

A new original study, named Perspectives of teachers and students, on the teaching of applied and cultural courses in distance education in high schools can be created. General recommendations in the light of literature review and research results;

- Teachers who teach live lessons may also be given additional lesson fees.
- Teachers who are doing emergency distance education can also be given a service point.
- Flexibility can be provided by leaving the live lesson program to the teacher.
- In order to increase student participation in the live lesson, the number of students who attend the lessons can be increased by taking attendance and absenteeism.
- Domestic national internet tools and programs can be used to prevent security vulnerabilities.
- Instead of the EBA platform being a whole, its servers can be gathered on separate servers, such as primary school, secondary school, and high school.
- Efforts can be made to ensure social justice, equality of opportunity and opportunity so that everyone can benefit from distance education equally.
- Trainings that introduce the comprehensive system can be given to those who will meet with distance education for the first time. By expanding the EBA platform, the scope of educational content and educational social activities can be increased.
- Vocational course contents and training videos prepared according to the order of attainment can be made in which the EBA platform can be used effectively in applied courses.
- Augmented reality can be used to increase the quality and understanding of the applied lessons by the student.
- Simulators that can be used in situations where it is dangerous to practice or face to face .
- The live lessons can be recorded for students to watch again.
- Free internet can be provided to teachers and students, which are indispensable parts of the education system, in order to continue their education without interruption.
- Students and even teachers can be provided with tools for live distance education free of charge.
- When the Pandemic Period is over, the hybrid education system, which includes both face-to-face and distance education, can be used.
- Course contents and gains can be rearranged and made suitable for distance education.
- It can be an alternative for courses that can be done with distance education by making course analysis.

- By making the necessary legal arrangements, distance education systems can be established for high school students who cannot continue formal education for any reason.
- Receiving the ideas of teachers, who are the managers of the process, for new technologies related to the implementation of distance education systems
- On days when face-to-face education is held, teachers should not be given distance education courses separately.
- Implementation of the same applications in the whole country, not at the discretion of the people in emergency distance education applications.
- In the periods or days when distance education is applied, teachers should not fill in the class book.
- In live lessons taught over the EBA system, the system should be able to take attendance by itself.

### **Statement of Research and Publication Ethics**

The authors have prepared the study in accordance with publication ethics and all responsibility belongs to them.

### **Authors' Contribution Rates**

The authors contributed equally to the study.

### **Thanks**

To the valuable teachers and dear students of Hacı Rahime Ulusoy Vocational and Technical Anatolian High School, who voluntarily participated in the study, and provided the data to be formed, our valuable teacher, Uzm. We would like to thank the psychologist Esen YILDIRIM USTA.

### **Statement of Interest**

Researchers, while preparing the research; They confirm that there is no conflict of interest during the data collection, interpretation of the results and writing of the article.

### **References**

- Ağır, F. & Okçu, A., (2006). İlköğretimde Çalışan Öğretmenlerin İnternet Kullanımına Karşı Tutumlarının Belirlenmesi., *7. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Özetler Kitabı*,288, Gazi Üniversitesi, Ankara

- Ağır, F., (2007). “*Özel Okullarda ve Devlet Okullarında Çalışan İlköğretim Öğretmenlerinin Uzaktan Eğitime Karşı Tutumlarının Belirlenmesi*”, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir
- Ateş, A. & Altun, E., (2008), Bilgisayar Öğretmeni Adaylarının Uzaktan Eğitime Yönelik Tutumlarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi, *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3, 125-145.
- Birişçi, S., (2013), Video Konferans Tabanlı Uzaktan Eğitime İlişkin Öğrenci Tutumları ve Görüşleri, *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 2, 24-40.
- Barış, M. F., (2015), Üniversite Öğrencilerinin Uzaktan Öğretime Yönelik Tutumlarının İncelenmesi: Namık Kemal Üniversitesi Örneği. *Sakarya University Journal of Education*, 2, 36-46.
- Canpolat, U., & Yıldırım, Y. (2012).Ortaokul öğretmenlerinin COVID-19 salgın sürecinde uzaktan eğitim deneyimlerinin incelenmesi. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 7,74-109.
- Çelik, H.C. & Bindak, R. (2005), İlköğretim Okullarında Görev Yapan Öğretmenlerin Bilgisayara Yönelik Tutumlarının Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi, *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10, 27–38.
- Demirli, C., (2002), Web Tabanlı Öğretim Uygulamalarına İlişkin Öğrenci Görüşleri, *Açık Ve Uzaktan Eğitim Sempozyumu*, Eskişehir.
- Dündar, S. & Candemir, Ö. & Demiray, E., Genç Kumtepe, E. & Öztürk, S., Sağlık Terlemez, M. & Ulutak, İ., (2017), Anadolu Üniversitesi Çalışanlarının Açık Ve Uzaktan Öğretime İlişkin Tutumları, *Açıköğretim Uygulamaları Ve Araştırma Dergisi*, 4, 187-227.
- Güler, A.Y., Anadolu Ajansı, Ankara, <https://www.aa.com.tr/tr/koronavirus/turkiye-koronavirus-icin-etkinetkinicin-onlemler-aldi/1765471> adresinden 18.05.2021 tarihinde ulaşılmıştır.
- Gündüz, A.Y. (2013), “*Öğretmen Adaylarının Uzaktan Eğitim Algısı*”, Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.
- İşman, A.(2005), *Uzaktan Eğitim* (Genişletilmiş 2. Baskı), Ankara: Öğreti Pegem A Yayınları.
- Kaya, Z., (2002), *Uzaktan Eğitim* (1. Baskı), Ankara. Pegem A Yayıncılık.
- Kocayiğit, A. & Uşun, S.,(2020), Milli Eğitim Bakanlığına Bağlı Okullarda Görev Yapan Öğretmenlerin Uzaktan Eğitime Yönelik Tutumları1 (Burdur İli Örneği), *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*,23,285-299
- Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara, <https://www.meb.gov.tr/Bakan-Selcuk-Koronaviruse-Karsi-Egitim-Alaninda-Alinan-Tedbirleri-Acıkladi/Haber/20497/Tr-2> 18.05.2021 tarihinde ulaşılmıştır.
- Özer, N. & Kır, Ş., (2018), Halk Eğitim Merkezinde Görev Yapan Öğretmenlerin Yetişkin Eğitiminde Uzaktan Eğitimin Uygulanabilirliğine İlişkin Görüşleri, *Açıköğretim Uygulamaları Ve Araştırmaları Dergisi*, 4, 69-86.
- Pala, A., (2006), İlköğretim Birinci Kademe Öğretmenlerinin Eğitim Teknolojilerine Yönelik Tutumları, *Sosyal Bilimler Dergisi*, 16, 177-188.

- Sabancı, B., (2005), *İlköğretimde Görev Yapan Branş Öğretmenlerinin İnternet Kullanma Durumları*, Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- Tırnovalı, A., (2012), *Uzaktan Eğitimde İnternet Tabanlı Eğitim Programlarının Temel Boyutlarına Yönelik Öğrenci Ve Öğretim Elemanlarının Görüşleri Ve Öneriler*, Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Mersin.
- Turhan, E., (2005), *Okul Yöneticilerinin Geliştirilmeye İhtiyaç Duydukları Yönetmelere ve Uzaktan Eğitim Teknolojilerine İlişkin Görüşleri. Eskişehir Örneği*, Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Eskişehir.
- Uşun, S., (2006), *Uzaktan Eğitim* (1. Basım), Ankara: Nobel Yayın Dağıtım
- Yalman, M. & Kutluca, T., (2013), *Matematik Öğretmeni Adaylarının Bölüm Dersleri İçin Kullanılan Uzaktan Eğitim Sistemi Hakkındaki Yaklaşımları*, *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 197-208.
- Yenilmez, K. & Balbağ, M. Z. & Turgut, M. (2017), *Öğretmen Adaylarının Uzaktan Eğitime Yönelik Tutumlarının Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi*, *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 91-107.
- Yıldız, S., (2016), *Pedagojik Formasyon Eğitimi Alan Öğrencilerin Uzaktan Eğitime Yönelik Tutumları*, *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1, 301-329.


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

ISSN: 2667-8764 , 5(1), 126-142, 2023

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>Derleme Makalesi / *Review Article*Doi: [10.47898/ijeased.1232358](https://doi.org/10.47898/ijeased.1232358)

## Production Methods and Energy Applications of Borophene

Halil EKİCİ<sup>1\*</sup><sup>1</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı, Kilis, 79000, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author: <a href="mailto:halilekici@kilis.edu.tr">halilekici@kilis.edu.tr</a>  <a href="https://orcid.org/0000-0002-8750-5591">https://orcid.org/0000-0002-8750-5591</a> , H. Ekici	Geliş Tarihi / Received Date : 11.01.2023 Revizyon Tarihi / Revision Date : 15.04.2023 Kabul Tarihi / Accepted Date : 03.06.2023 Yayın Tarihi / Published Date : 15.07.2023
Alıntı / Cite : Ekici, H. (2023). Production Methods and Energy Applications of Borophene, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 5(1), 126-142.	

### Abstract

Two dimensional materials have unique physical, chemical and electrical properties. Many theoretical studies on borophene revealed important possible properties, such as metallicity, transparency, conductivity and chemical activity; due to vacancies present in its structure. It was first synthesized in 2015 and experimental studies on this new exciting 2D material is few in number. It was found that many of these studies still focus on expensive and sophisticated production methods such as Molecular Beam Epitaxy (MBE) and Chemical Vapor Deposition (CVD). Although graphene, first of these 2D materials, is being studied more than two decades, it could not do the expected impact on energy industry due to lack of production methods in industrial scale. In this review, it was intended to build a narrative on the experimental production methods and resulting structures of borophene rather than theoretical background. It was found that liquid phase exfoliation method to synthesize borophene sheets might be the most promising method to upscale borophene production. Theoretical, computational and experimental studies suggested that  $\beta_{12}$  and  $\chi_3$  borophene structures were stable and could be produced by sonochemical exfoliation method. In addition, possible uses in energy applications and some future prospects were also discussed. Borophene produced this way, might be used in batteries, supercapacitors hydrogen evolution (HER) and oxygen evolution (OER) reactions.

**Keywords:** Borophene, 2D materials, Energy storage.

## ***Borofen Üretim Teknikleri ve Enerji Uygulamaları***

### **Özet**

İki boyutlu malzemeler benzersiz fiziksel, kimyasal ve elektriksel özelliklere sahiptir. Borofen üzerine yapılan birçok teorik çalışma, yapısında bulunan boşluklar nedeniyle metaliklik, şeffaflık, iletkenlik ve kimyasal aktivite gibi önemli olası özellikleri ortaya çıkarmıştır. İlk olarak 2015 yılında sentezlenen bu yeni ve heyecan verici 2B malzeme üzerine yapılan deneysel çalışmaların sayısı oldukça azdır. Halihazırdaki çalışmaların çoğunun hala Moleküler Işın Epitaksi (MBE) ve Kimyasal Buhar Biriktirme (CVD) gibi pahalı ve sofistike üretim yöntemlerine odaklandığı görülmüştür. 2 boyutlu malzemelerden ilki olan grafen, yirmi yılı aşkın süredir üzerinde çalışılmasına rağmen, endüstriyel ölçekte üretim yöntemlerinin eksikliği nedeniyle enerji endüstrisinde beklenen etkiyi yapamamıştır. Bu derlemede, teorik arka plandan ziyade borofenin deneysel üretim yöntemleri ve ortaya çıkan yapıları üzerine bir anlatı oluşturulması amaçlanmıştır. Borofen tabakalarını sentezlemek için sıvı faz eksfoliyasyon yönteminin borofen üretimini endüstriyel ölçekte gerçekleştirmek için en umut verici yöntem olabileceği bulunmuştur. Teorik, hesaplamalı ve deneysel çalışmalar,  $\beta_{12}$  ve  $\chi_3$  borofen yapılarının kararlı olduğunu ve sonokimyasal eksfoliyasyon yöntemiyle üretilebileceğini göstermiştir. Ayrıca, enerji uygulamalarındaki olası kullanımları ve gelecekteki bazı beklentiler de tartışılmıştır. Bu şekilde üretilen borofen, bataryalarda, süperkapasitörlerde hidrojen evrimi (HER) ve oksijen evrimi (OER) reaksiyonlarında kullanılabileceği öngörülmüştür.

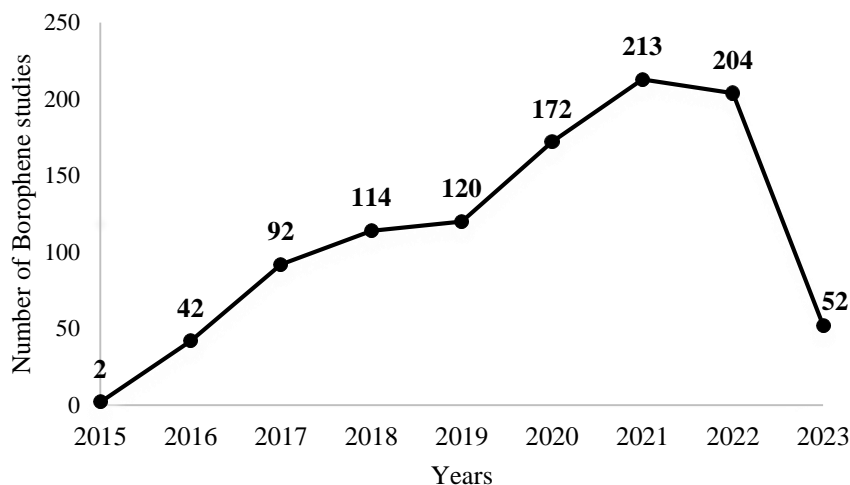
**Anahtar kelimeler:** Borofen, 2B malzemeler, Enerji depolama.

### **1. Introduction**

2D materials draw a great deal of interest from the researchers, due to their unique and promising chemical, physical and electrical properties. Graphene, which consists of a single layer of carbon atoms placed in a hexagonal manner, is the first one of these materials. (Razaq et al., 2022)- (A. Gupta et al., 2015) Various theoretical and experimental studies propose other 2D materials such as silicene, germanene, borophene, stanene, phosphorene, arsenene, antimonene, bismuthene, selenene and tellurene. (L. Zhang et al., 2021) In addition, similar polyatomic 2D materials, such as graphene oxide, boron nitride and two dimensional transition metal dichalcogenides (e.g. molybdenum disulfide, tungsten disulfide, molybdenum diselenide and tungsten diselenide) were also extensively studied. (Choi et al., 2017)

Borophene was first synthesized at 2015 on the Ag(111) substrate (Mannix et al., 2015). Since its materialization in the laboratory, interest on this fairly new material gradually increased throughout the years. The number of studies about borophene was given in Figure 1.

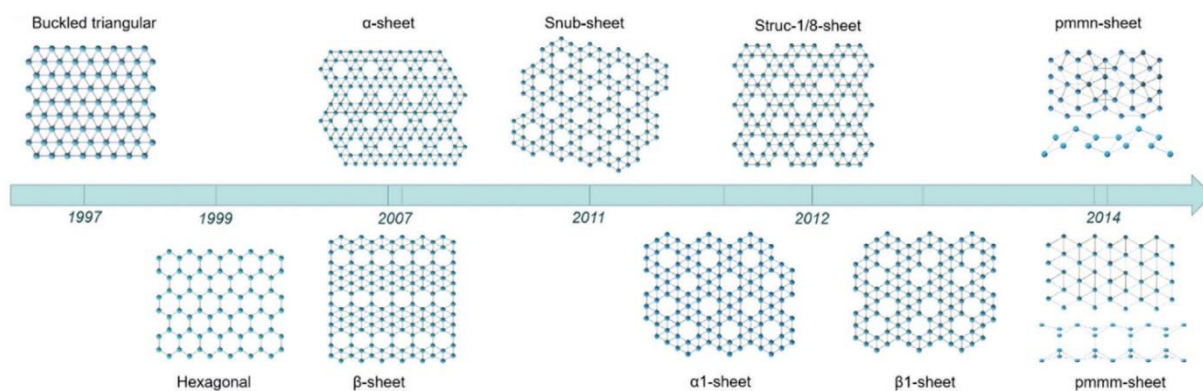




**Figure 1.** Number of borophene studies throughout the years; Data from Web of Science (Access date: April 2023).

Density functional theory (DFT) calculations and simulations on this subject point out it is possible to obtain various borophene sheet structures. Electron deficiency, different bonding situations and many compounds indicate that boron is a chemically active element. Basic structure of borophene is a  $\beta_{12}$  icosahedron and crystals are formed through different connections and bonding styles. (J. Jiang et al., 2018)-(Albert & Hillebrecht, 2009) The comprehensive review by Ou et al, (2021) on borophene and its biomedical applications presents a good summary of theoretical borophene structures throughout the years and were given in

Figure 2.(Ou et al., 2021)



**Figure 2.** Development of borophene structure models in theoretical studies throughout the years. Printed under creative commons license.(Ou et al., 2021)

Borophene forms a triangular structure unlike the hexagonal structure of graphene; however, unlike graphene, there are vacant locations present in borophene sheet. This special layout is also called hollow hexagons and due to their presence, borophene sheet exhibits unique physical and chemical properties such as anisotropy, flexibility, transparency, conductivity and polymorphism. The placement of vacancies determine the aforementioned properties of borophene.(Mannix et al., 2018) Highly anisotropic crystal structure of borophene may lead to metallic and semi metallic behavior. Occurrence of Dirac cones near or at the Fermi level leads to possibility of anisotropic conductivity due to their anisotropic bonding configuration.(Xie et al., 2020) Anisotropic borophene sheets have strong optical transparency and have less than 1% absorbance in the visible light spectrum. Conductivity and transparency properties make borophene possible to be used as a transparent electrode and a complement for optoelectronic devices. Theoretical study on borophene sheets with  $\chi_3$  and  $\beta_{12}$  structure suggest that anisotropic single gap superconductivity is possible between the temperature values of 27.0 and 33.0 K.(Zhao et al., 2018) In another study,  $\beta_{12}$  and  $\chi_3$  borophene sheets were grown on Ag(111) substrate through direct evaporation of a pure boron source. The superconducting transition temperatures were found to be 18.7 and 24.7 K respectively. Proposed values are higher than graphene, which exhibits superconductivity theoretically at 8.1 K and experimentally at 7.4 K.(Gao et al., 2017)

Due to borophene's multiple exciting and promising properties, plenty of theoretical and experimental studies were conducted and many reviews were written on this subject in recent years. Batteries, supercapacitors, hydrogen storage, gas sensing and biomedical applications were suggested as possible utilization fields for borophene. In this brief review, it was intended to build a narrative on the experimental production of borophene and inform about its possible uses in energy storage applications.

## **2. Experimental Production of Borophene**

### **2.1. Molecular Beam Epitaxy:**

Borophene was first experimentally produced by MBE method on Ag(111) substrate (Mannix et al., 2015). Feng et al.(Feng et al., 2016) deposited borophene on a clean Ag(111) substrate under ultrahigh vacuum( $6 \times 10^{-11}$  torr). Ag(111) substrate was cleaned by repeated argon ion sputtering. Pure (99.99%) boron was deposited by an electron-beam evaporator. Through high resolution scanning

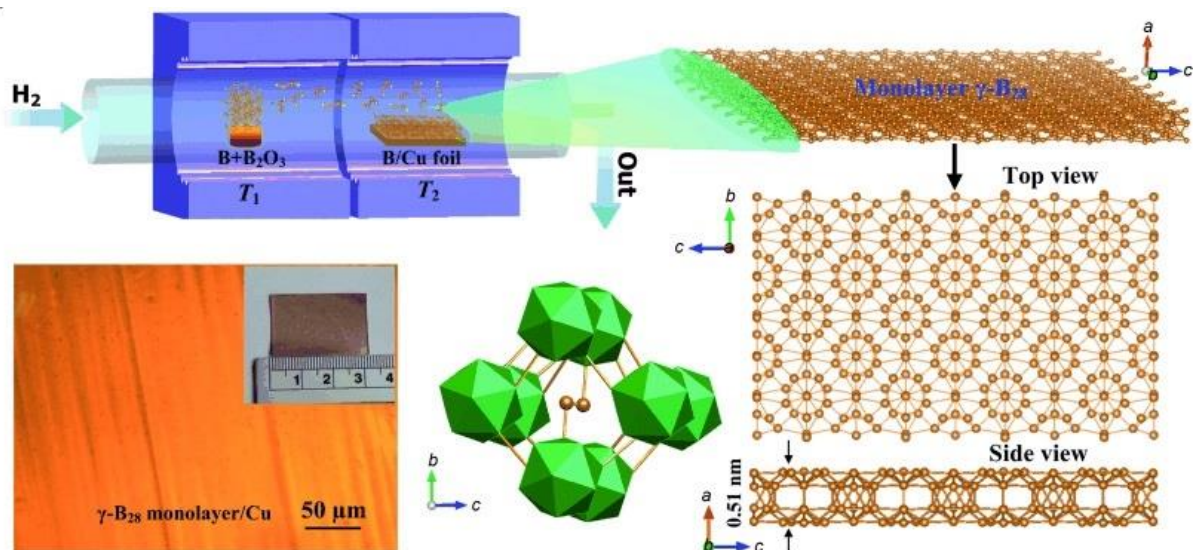
tunneling microscopy (STM), they observed  $\beta_{12}$  and  $\chi_3$  types of borophene sheets. Also, single atom thick borophene nanoribbons were successfully synthesized by Zhong et al. (Zhong et al., 2017) on Ag(110) substrate under the similar conditions. Li et al. (W. Li et al., 2018) synthesized single layer honeycomb borophene by using an Al(111) substrate. They reported that although honeycomb borophene exhibits superconducting abilities, it is also highly unstable. According to their theoretical calculations Li et al. argued that electron transfer from Al(111) substrate to each boron atom stabilized the borophene structure. They verified the realization of graphene like honeycomb borophene through scanning tunneling microscopy measurements. Kiraly et al. (Kiraly et al., 2019) considered that Au has a lower chemical reactivity than other metals and deposited boron atoms under ultrahigh vacuum at room temperature on an Au(111) surface, and found that boron atoms formed islands of  $1 \text{ nm}^2$  area. When they raised the temperature to  $550 \text{ }^\circ\text{C}$ , they observed that boron dissolves in substrate and segregates back to the surface as the medium temperature cools back to room temperature. Although Borophene was synthesized over various metals; the size of boron sheets ranged in nanometers. These dimensions were not acceptable for any practical use, therefore a more reactive substrate than Ag(111) metal was needed. For that purpose, Cu(111), which facilitated the borophene growth more than other metals but not too reactive to form metal borides, was used by Wu et al., as a substrate. (Wu et al., 2019) They maintained  $770 \text{ K}$  substrate temperature and utilized low energy electron microscopy (LEEM) to monitor the Dynamics of borophene growth. They combined the LEEM and STM results and proposed that  $\chi_3$  type of borophene sheets, with up to  $100 \text{ }\mu\text{m}^2$  area, were formed on Cu(111) surface. Ir(111) is another substrate that is used in borophene production. Vinogradov et al. (Vinogradov et al., 2019) deposited boron on Ir(111) surface in a temperature range from  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  to  $600 \text{ }^\circ\text{C}$ . Their STM images and DFT calculations indicated that  $\chi_6$  type of borophene sheets were formed.

Molecular Beam Epitaxy (MBE) is a powerful way to synthesize 2D materials. MBE process involves the deposition of atoms from a pure elemental vapor source on a suitable substrate, under a ultrahigh vacuum environment. Diffusion and deposition are adjusted by the temperatures of the elemental source and substrates respectively. It is theorized that catalytic effect of the substrate might suppress the formation of 3D clusters, even though energy levels favor them. MBE is also used to synthesize 2D silicene and germanene. (Vogt, 2018) Therefore, MBE is the preferred way to produce borophene, in many studies.

## 2.2. Chemical vapor deposition:

Bhowmik and Rajan.(Bhowmik & Govind Rajan, 2022) concluded that graphene, hexagonal boron nitride and hexagonal metal dichalcogenides and as well as silicene posphorene and borophene can be produced with chemical vapor deposition (CVD) method. Tai et al.(Tai et al., 2015) obtained atomically thin borophene sheets on copper films, with CVD method. They prepared boron source by mixing pure boron powder (99.99%) with boron oxide ( $B_2O_3$ ) powder at equal weight amounts. They placed boron mixture in heating zone and put a Cu foil ( $3 \times 2 \text{ cm}^2$ ,  $25 \mu\text{m}$ ) substrate in reaction zone. Initially, they produced boron vapor in the heating chamber at  $1100 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $T_1$ ) and transferred pure  $H_2$  carrier gas to the reaction chamber, where the temperature was at  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ ( $T_2$ ). They conducted the deposition process for one hour and obtained  $\gamma$ - $B_{28}$  borophene films. Schematic representation of their process was given in

Figure .



**Figure 3.**  $\gamma$ - $B_{28}$  borophene synthesis with CVD method. Printed with permission from John Wiley and Sons. (Tai et al., 2015)

Thermal decomposition of diborane is another approach to produce 2D borophene sheets via CVD method. For this process, Mazaheri et al.(Mazaheri et al., 2021) used Aluminum coated Silisium wafer as substrate in a single zone CVD system, where chamber pressure was set to  $10^{-3}$  mbar. They set the CVD chamber temperature to  $830 \text{ K}$  to anneal the substrate surface with  $H_2$ . They introduced

diborane ( $B_2H_6$ ) and carrier gas ( $H_2$ ) mixture to the deposition chamber, where  $B_2H_6$  decomposed to  $B_{(s)}$  and  $H_2$ . They obtained  $\chi_3$  borophene on the quasi-liquid Aluminum substrates, at the end of the process.

CVD reactors are comprised of a quartz cylinder with a diameter of 2-5 centimeters and placed in a heated furnace, which may contain one or more heated zones. The temperature at each zone is individually programmed and controlled. The reason why quartz is selected as a construction material for a CVD reactor chamber was to sustain higher temperatures that might reach up to more than a thousand Celsius degrees. The deposition process occurred in two ways: reactants were introduced to reaction chamber in gas phase or solid phase reactants were placed in the chamber and sublimated with a carrier gas. Either way, substrate material was placed in the chamber at an appropriate position. Generally atmospheric pressures are used in reactor chamber but it is also possible to attain low pressures with vacuum pumps.

### **2.3. Sonochemical exfoliation:**

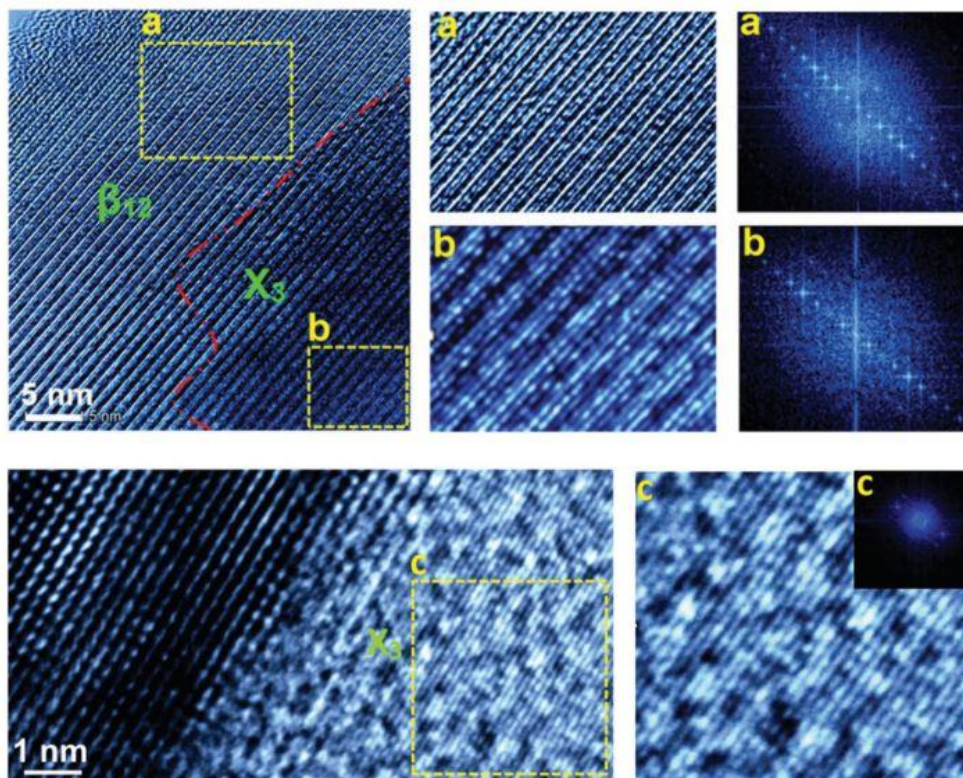
Coleman (2013) described the enthalpy of mixing for graphene flakes dispersed and exfoliated in solvents with the equation below (Coleman, 2013):

$$\frac{\Delta H_{mix}}{V} \approx \frac{2}{T_{NS}} (\sqrt{E_{S,S}} - \sqrt{E_{S,G}})^2 \phi_G$$

where,  $\Delta H_{mix}$  is mixing enthalpy,  $V$  is mixture volume,  $T_{NS}$  is nanosheet thickness and  $\phi_G$  is volume fraction of dispersed graphene.  $E_{S,S}$  and  $E_{S,G}$  represent the surface energies of solvent and graphene respectively. When the surface energies are close to each other, enthalpy of mixing gets smaller. Coleman's study was focused on solvents such as N-methyl-pyrrolidone (NMP) and dimethylformamide (DMF) that are used to exfoliate carbon nanotubes. Similarly, Ranjan et al. (Ranjan et al., 2019) studied the exfoliation of pure boron powder, boron nitride, molybdenum disulphide ( $MoS_2$ ) and polyvinylidene fluoride. They mixed 150 mg of boron in 40 mL of six different solvents; namely acetone, deionized water, isopropyl alcohol, di-methyl formamide and ethylene glycol. Mixtures were ultrasonicated with a 40 Khz ultrasonic bath up to 24 hours. Samples from each container was taken at regular intervals in order to examine borophene sheet formation. Mixtures were centrifuged afterwards. Characterization was made by obtaining High Resolution Tunnelling Electron Microscopy (HRTEM), Tunnelling Electron Microscopy (TEM) and scanned area electron

diffraction (SAED) with tunnelling electron microscopy. These measurements confirmed the presence of  $\beta_{12}$  and  $\chi_3$  borophene sheets. According to their findings, acetone and ethylene glycol yielded monolayer sheets after 12 and 20 hours respectively, meanwhile water and isopropyl alcohol were good at down to few monolayers however with small sheet sizes. HRTEM and Fast Fourier Transform images of borophene sheets in acetone were given in

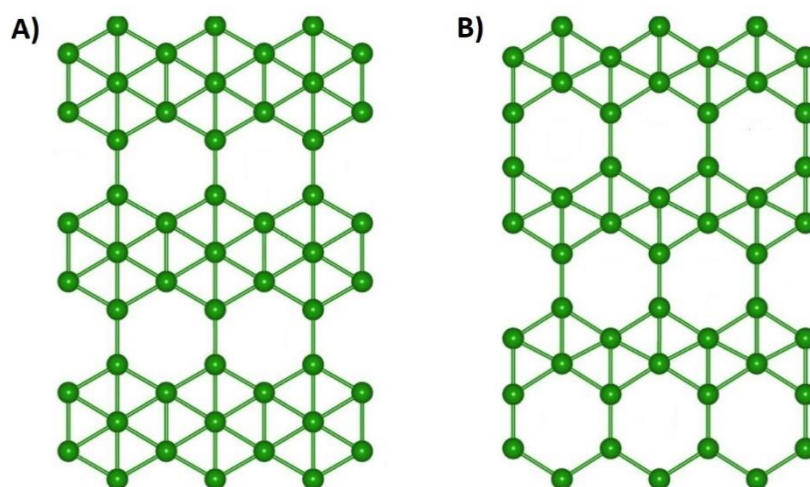
Figure . Fast Fourier Transform (FFT) images (top-right corner) exhibited three parallel rows of dot patterns, where brighter central row originates from atomic ridges while the other two rows represent atoms situated between the ridges. They argued that this was the proof for the formation of the  $\beta_{12}$  phase in synthesized borophene sheets. FFT image b showed a similar pattern. Image from another sheet (Figure 4c), showed boron atoms situated  $\approx 2.5$  Å apart and other part show narrowly positioned boron atoms  $\approx 1.8$  Å apart. They deduced that the left part was Moire's pattern and the right part resembled the  $\chi_3$  phase.



**Figure 4.** a)  $\beta_{12}$ , b) intermediate and c)  $\chi_3$ -like borophene phases. Yellow brackets indicate magnified visuals  
Printed with permission from John Wiley and Sons.(Ranjan et al., 2019)

Acetone was used by Zhang et al.(F. Zhang et al., 2020) as a solvent for exfoliation to obtain larger sheet sizes. Boron powder acetone mixture was solvothermally treated in teflon autoclaves at 200 °C for 24 hours. Following that, the suspension was sonicated at 225 W for 4 hours. They obtained four-layer thick borophene with an average lateral size of 5.05  $\mu\text{m}$ . Similar sonochemical exfoliation procedures using NMP or DMF as solvent were used in various studies that examine the different aspects of borophene. This method is not only used to synthesize borophene but other boron nanosheet related materials as well. Wang et al. (2020) initially synthesized borophene from boron powder with sonochemical exfoliation and created borophene-hydroxide with defined thickness, where surface functionalization was done by ice-bath sonication. Their aim was to determine the photo-electrochemical performance of semiconducting borophene-OH(Wang et al., 2020).

As a result, MBE and CVD methods for borophene production has disadvantages such as requirement of sophisticated equipment, very high process temperatures, vacuum environment and need for substrates. In addition, the amount of produced borophene and surface area was very small for practical uses. Although these methods are suitable for scientific studies, they are not scalable, sufficient nor efficient for large scale production. On the other hand, Ranjan et al.(Ranjan et al., 2020) concluded sonochemical exfoliation process might yield a monolayer or multilayer sheet based on the solvent used and sonication time during exfoliation process. If solvent-boron interaction occurs properly; laterally large and monolayer sheets can be obtained. However, when the interaction is not proper, large number of stacking layers are obtained. As the sonication time increased, tiny sheets (borophene dots) were formed due to fragmentation. Therefore, it is imperative to optimize the sonication process to obtain good quality borophene sheets.



**Figure 5.** Borophene structures. Green circles represent the boron atoms in the borophene sheet; a)  $\beta_{12}$  borophene b)  $\chi_3$  borophene

### 3. Borophene in Energy Storage Applications

#### 3.1. Batteries:

Batteries hold a significant place in modern electronics. They are extensively being used in communication, computation, transportation and renewable energy production. In order to make these operations cheaper and more accessible, issues in battery technology such as energy density, low performance under various environmental conditions and charge-discharge cycle life should be addressed. 2D materials offer promising solutions to energy density and battery lifecycle problems.

Mortazavi et al. (2016) employed a first-principles DFT calculations study in order to investigate the interaction of free-standing monolayer borophene with Ca, Mg, Na and Li ions. (Mortazavi et al., 2016) Their calculations predicted strong binding energies around 4.03 eV, 2.09 eV, 2.92 eV and 3.28 eV between borophene and adsorbed Ca, Mg, Na or Li ions, respectively. They also found that binding energy decreases by increasing the ion concentration. In addition, they acquired significant charge capacities of 800 mA hg<sup>-1</sup>, 1960 mA hg<sup>-1</sup>, 1380 mA hg<sup>-1</sup> and 1720 mA hg<sup>-1</sup> for Ca, Mg, Na and Li ion adsorption on borophene, respectively. They concluded that fast diffusion, low energy barriers between adsorbed ions and borophene and resistance to high temperatures up to 750 K makes borophene an excellent anode material in rechargeable ion batteries. Similar ab-initio molecular dynamics (AIMD) study by Jiang et al. (2016) determined that borophene has an adsorption energy of 1.12 eV. Their theoretical result for specific capacity for lithiated borophene was 1860 mAhg<sup>-1</sup>. They reported the energy barrier for diffusion as 2.6 meV and argued that this value is much lower than other anode materials such as Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub> and phosphorene. (H. R. Jiang et al., 2016) Another AIMD study about Na-ion batteries argued that the energy barrier for Na diffusion on monolayer borophene is lower than of graphene and MoS<sub>2</sub>; therefore a better choice to be used as an anode material in Na-ion batteries. (Liang et al., 2017) The AIMD study by Zhang et al. (2016) on stable borophene structures of  $\beta_{12}$  and  $\chi_3$  in Na-ion and Li-ion batteries proposed similar findings. Borophene structures maintained good electric conductivity before and after adsorption, had small energy barriers, low average open-circuit voltages.  $\beta_{12}$  and  $\chi_3$  have storage capacities up to 1984 mAhg<sup>-1</sup> in and 1240 mAhg<sup>-1</sup> respectively. (X. Zhang et al., 2016) Borophene sheets might find themselves in lithium sulfur batteries as well according to a study that investigated the electrocatalytic



activity of few-layer  $\beta_{12}$  crystalline sheets. Resulting Li-S battery had an areal capacity of 5.2 mAh  $\text{cm}^{-2}$  at a sulfur loading of 7.8 mg  $\text{cm}^{-2}$ . Capacity fading rate was found to be 0.039% in 1000 cycles, which means their battery outperformed other battery types in terms of charge-discharge life cycle (Lin et al., 2021).

### **3.2. Supercapacitors:**

Supercapacitors are another group of devices that are used to store energy. Although they are similar to batteries, there are several key differences in their working principle. Batteries use chemical reactions, mainly oxidation reduction; meanwhile supercapacitors store energy in an electrical field. Supercapacitors consist of two conductive plates, an electrolyte and an insulator. When a current, in other words, charging is applied, uniformly distributed positive and negative ions in the electrolyte are separated and adsorbed to the surface of the respective plates, therefore storing potential energy. Since there is not a chemical reaction, no surface wear, no side products that lead to dendrite or gas formation inside the device, supercapacitors have much longer charge-discharge cycle lives. Supercapacitors can be charged and discharged much faster than batteries, perform better at low and high temperatures but they are not without drawbacks. They have higher specific power W/kg but their specific energy Wh/kg is significantly lower than batteries. In addition they lose energy much faster when they are idle and can't supply constant voltage, they are used together with batteries or for power intensive applications like acceleration of an electric vehicle. 2D materials might significantly improve the supercapacitor performance if they are used on the conductive plates inside supercapacitors.

Li et al. (2018) investigated producing few-layer boron sheets by liquid-phase exfoliation and their supercapacitive performance. (H. Li et al., 2018) Electrode was prepared by mixing borophene nanosheets with active carbon and polytetrafluoroethylene and used 1-butyl-3-methylimidazolium hexafluorophosphate as electrolyte. Their device exhibited up to 46.1 Wh/kg and 478.5 W/kg energy and power densities respectively. They also reported the cycling stability as 88.7 % for 6000 charge-discharge cycles. Polyaniline (PANI) is another supercapacitor electrode that exhibits good capacitance. (V. Gupta & Miura, 2006) Goktuna and Tasaltın (2021) studied the performance of PANI  $\alpha$  borophene electrodes. They reported the specific capacitance as 960 F/g and capacitance retention as 95 % after 1000 cycles. (Göktuna & Taşaltın, 2021) Similarly, Türkmen et al. (2022) prepared a liquid phase exfoliated  $\beta_{12}$  borophene poly(3,4-ethylenedioxythiophene) polystyrene-sulfonate (PEDOT:PSS) electrode. They mixed borophene with (PEDOT:PPS) at different amounts and found

specific capacitances change from 230 to 853 F/g and capacitance retention as 95 % after 1000 cycles.(Türkmen et al., 2022)

### 3.3. Borophene as a catalyst:

Simple, active, stable and cost-effective catalysts are necessary for efficient hydrogen production via hydrogen evolution reaction(HER) in order to successfully deploy hydrogen based energy technologies.(Strmcnik et al., 2016) Several studies indicate that different borophene and related materials are efficient catalysts.  $\alpha$ -MoB<sub>2</sub>, simply a borophene-molybdene-molybdene structure that maintains high catalytic activity at high hydrogen coverage, can deliver large current densities and has excellent catalytic stability.(Chen et al., 2017) DFT study  $\alpha$ -borophene revealed that if Ni and Pd are doped with  $\alpha$ -borophene sheets, they display high catalytic activity towards oxygen evolution reaction and when Fe, Co, Cu, Ag and Pt doped with  $\alpha$ -borophene, they exhibit high catalytic activity towards HER. Therefore bimetal-doped  $\alpha$ -borophene might be an excellent catalyst to facilitate water splitting process.(P. Zhang et al., 2020) First principles study on Boron nanoribbons suggested that armchair borophene nanoribbons are energetically stable and highly active edge-dependent (catalytic activity on the edges) HER catalysts.(Wang et al., 2021) Computational study on transition metal borophene monolayer catalysts revealed that Ni doped  $\alpha$ ,  $\alpha_1$  and  $\beta_1$  borophene show remarkable bifunctional (HER/OER) catalytic activity.(Xu et al., 2020)

## 4. Conclusion

In this review, the experimental methods to produce borophene and its potential in energy applications were briefly summarized. Based on the given conclusions, free standing borophene has excellent chemical and physical properties due to its unique structure. Theoretical studies suggest many different borophene structures such as alfa, beta and pmmn are possible, however experiments coupled with electron microscopy views and DFT calculations,  $\beta_{12}$  and  $\chi_3$  structures of borophene (Figure 5) are stable, display the desired properties and can be readily produced. Borophene can be turned into battery anodes and supercapacitor electrodes, improving their performance significantly and in some cases out performing other 2D materials. Borophene can be used as a non-precious bifunctional HER and OER catalyst. In addition, it can be used in many other applications such as cancer treatment, drug delivery, bioimaging, gas sensing, CO<sub>2</sub> capture and hydrogen storage. Therefore, If this promising material ever to be produced in an industrial scale, further research should be conducted. MBE and CVD cannot be utilized since these methods are already too expensive in

laboratory scale. These methods require metal substrates, very high temperatures, sophisticated equipment and vacuum. Equipment and energy costs would be astronomical, thus unfeasible for industrial scale production. Sonochemical exfoliation on the other hand, is a much simpler and cheaper method. Sonochemical reactors are already working in the industrial applications. Many studies about borophene production by sonochemical methods suggested using different solvents, centrifuging times and temperatures to design mono or multilayer borophene. It is easier to fine tune a process at miligram levels however, when these milligrams wanted to be turned into kilograms, other different, unknown challenges will appear. From an engineering perspective, designing and optimizing a sonochemical reactor specific for liquid exfoliation of boron powders to obtain borophene might help to overcome these challenges. Focusing on cheaper and proven organic solvents such as acetone instead of DMF or NMP could help making the production of this wonder material industrially feasible. Despite being studied for several years, graphene could not deliver its expected impact on energy industry due to aforementioned challenges about large scale production. Borophene is a fairly new material and its experimental realization is just 7-8 years old. Thus, the possible use of borophene can be studied in other fields such as solid-state batteries (SSB), implementation of 3D printing into the production process of supercapacitors and SSB's. Graphene was thoroughly investigated but there isn't any study concerning the 3D printing application in the production and use of borophene in the literature.

### **Conflict of Interest:**

The authors declare no conflict of interest.

### **References**

- Albert, B., & Hillebrecht, H. (2009). Boron: Elementary Challenge for Experimenters and Theoreticians. *Angewandte Chemie International Edition*, 48(46), 8640–8668. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/anie.200903246>
- Bhowmik, S., & Govind Rajan, A. (2022). Chemical vapor deposition of 2D materials: A review of modeling, simulation, and machine learning studies. *IScience*, 25(3), 103832. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.103832>
- Chen, Y., Yu, G., Chen, W., Liu, Y., Li, G.-D., Zhu, P., Tao, Q., Li, Q., Liu, J., Shen, X., Li, H., Huang, X., Wang, D., Asefa, T., & Zou, X. (2017). Highly Active, Nonprecious Electrocatalyst Comprising Borophene Subunits for the Hydrogen Evolution Reaction. *Journal of the American Chemical Society*, 139(36), 12370–12373. <https://doi.org/10.1021/jacs.7b06337>
- Choi, W., Choudhary, N., Han, G. H., Park, J., Akinwande, D., & Lee, Y. H. (2017). Recent development of

- two-dimensional transition metal dichalcogenides and their applications. *Materials Today*, 20(3), 116–130. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mattod.2016.10.002>
- Coleman, J. N. (2013). Liquid Exfoliation of Defect-Free Graphene. *Accounts of Chemical Research*, 46(1), 14–22. <https://doi.org/10.1021/ar300009f>
- Feng, B., Zhang, J., Zhong, Q., Li, W., Li, S., Li, H., Cheng, P., Meng, S., Chen, L., & Wu, K. (2016). *Experimental realization of two-dimensional boron sheets*. <https://doi.org/10.1038/NCHEM.2491>
- Gao, M., Li, Q.-Z., Yan, X.-W., & Wang, J. (2017). Prediction of phonon-mediated superconductivity in borophene. *Physical Review B*, 95(2), 24505. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.95.024505>
- Göktuna, S., & Taştın, N. (2021). Preparation and characterization of PANI:  $\alpha$  borophene electrode for supercapacitors. *Physica E: Low-Dimensional Systems and Nanostructures*, 134, 114833.
- Gupta, A., Sakthivel, T., & Seal, S. (2015). Recent development in 2D materials beyond graphene. *Progress in Materials Science*, 73, 44–126. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2015.02.002>
- Gupta, V., & Miura, N. (2006). Polyaniline/single-wall carbon nanotube (PANI/SWCNT) composites for high performance supercapacitors. *Electrochimica Acta*, 52(4), 1721–1726. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.electacta.2006.01.074>
- Jiang, H. R., Lu, Z., Wu, M. C., Ciucci, F., & Zhao, T. S. (2016). Borophene: A promising anode material offering high specific capacity and high rate capability for lithium-ion batteries. *Nano Energy*, 23, 97–104. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2016.03.013>
- Jiang, J., Wang, X., & Song, Y. (2018). Tunable magnetic and electronic properties in 3d transition-metal adsorbed  $\beta$ 12 and  $\chi$ 3 borophene. *Computational Materials Science*, 153, 10–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2018.06.010>
- Kiraly, B., Liu, X., Wang, L., Zhang, Z., Mannix, A. J., Fisher, B. L., Yakobson, B. I., Hersam, M. C., & Guisinger, N. P. (2019). Borophene Synthesis on Au(111). *ACS Nano*, 13(4), 3816–3822. <https://doi.org/10.1021/acsnano.8b09339>
- Li, H., Jing, L., Liu, W., Lin, J., Tay, R. Y., Tsang, S. H., & Teo, E. H. T. (2018). Scalable Production of Few-Layer Boron Sheets by Liquid-Phase Exfoliation and Their Superior Supercapacitive Performance. *ACS Nano*, 12(2), 1262–1272. <https://doi.org/10.1021/acsnano.7b07444>
- Li, W., Kong, L., Chen, C., Gou, J., Sheng, S., Zhang, W., Li, H., Chen, L., Cheng, P., & Wu, K. (2018). Experimental realization of honeycomb borophene. *Science Bulletin*, 63(5), 282–286. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scib.2018.02.006>
- Liang, P., Cao, Y., Tai, B., Zhang, L., Shu, H., Li, F., Chao, D., & Du, X. (2017). Is borophene a suitable anode material for sodium ion battery? *Journal of Alloys and Compounds*, 704, 152–159. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2017.02.050>
- Lin, H., Shi, H., Wang, Z., Mu, Y., Li, S., Zhao, J., Guo, J., Yang, B., Wu, Z.-S., & Liu, F. (2021). Scalable Production of Freestanding Few-Layer  $\beta$ 12-Borophene Single Crystalline Sheets as Efficient

- Electrocatalysts for Lithium–Sulfur Batteries. *ACS Nano*, *15*(11), 17327–17336. <https://doi.org/10.1021/acsnano.1c04961>
- Mannix, A. J., Zhang, Z., Guisinger, N. P., Yakobson, B. I., & Hersam, M. C. (2018). Borophene as a prototype for synthetic 2D materials development. *Nature Nanotechnology*, *13*(6), 444–450. <https://doi.org/10.1038/s41565-018-0157-4>
- Mannix, A. J., Zhou, X.-F., Kiraly, B., Wood, J. D., Alducin, D., Myers, B. D., Liu, X., Fisher, B. L., Santiago, U., Guest, J. R., Yacaman, M. J., Ponce, A., Oganov, A. R., Hersam, M. C., & Guisinger, N. P. (2015). Synthesis of borophenes: Anisotropic, two-dimensional boron polymorphs. *Science*, *350*(6267), 1513–1516. <https://doi.org/10.1126/science.aad1080>
- Mazaheri, A., Javadi, M., & Abdi, Y. (2021). Chemical Vapor Deposition of Two-Dimensional Boron Sheets by Thermal Decomposition of Diborane. *ACS Applied Materials & Interfaces*, *13*(7), 8844–8850. <https://doi.org/10.1021/acscami.0c22580>
- Mortazavi, B., Dianat, A., Rahaman, O., Cuniberti, G., & Rabczuk, T. (2016). Borophene as an anode material for Ca, Mg, Na or Li ion storage: A first-principle study. *Journal of Power Sources*, *329*, 456–461. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2016.08.109>
- Ou, M., Wang, X., Yu, L., Liu, C., Tao, W., Ji, X., & Mei, L. (2021). The Emergence and Evolution of Borophene. *Advanced Science*, *8*(12), 2001801. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/advs.202001801>
- Ranjan, P., Lee, J. M., Kumar, P., & Vinu, A. (2020). Borophene: New Sensation in Flatland. *Advanced Materials*, *32*(34), 2000531. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/adma.202000531>
- Ranjan, P., Sahu, T. K., Bhushan, R., Yamijala, S. S., Late, D. J., Kumar, P., & Vinu, A. (2019). Freestanding Borophene and Its Hybrids. *Advanced Materials*, *31*(27), 1900353. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/adma.201900353>
- Razaq, A., Bibi, F., Zheng, X., Papadakis, R., Jafri, S. H. M., & Li, H. (2022). Review on Graphene-, Graphene Oxide-, Reduced Graphene Oxide-Based Flexible Composites: From Fabrication to Applications. *Materials*, *15*(3). <https://doi.org/10.3390/ma15031012>
- Strmcnik, D., Lopes, P. P., Genorio, B., Stamenkovic, V. R., & Markovic, N. M. (2016). Design principles for hydrogen evolution reaction catalyst materials. *Nano Energy*, *29*, 29–36. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2016.04.017>
- Tai, G., Hu, T., Zhou, Y., Wang, X., Kong, J., Zeng, T., You, Y., & Wang, Q. (2015). Synthesis of Atomically Thin Boron Films on Copper Foils. *Angewandte Chemie International Edition*, *54*(51), 15473–15477. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/anie.201509285>
- Türkmen, T. A., Taşaltın, N., Taşaltın, C., Baytemir, G., & Karakuş, S. (2022). PEDOT: PSS /  $\beta$ 12 borophene nanocomposites as an inorganic-organic hybrid electrode for high performance supercapacitors. *Inorganic Chemistry Communications*, *139*, 109329. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.inoche.2022.109329>

- Vinogradov, N. A., Lyalin, A., Taketsugu, T., Vinogradov, A. S., & Preobrajenski, A. (2019). Single-Phase Borophene on Ir(111): Formation, Structure, and Decoupling from the Support. *ACS Nano*, 13(12), 14511–14518. <https://doi.org/10.1021/acsnano.9b08296>
- Vogt, P. (2018). Silicene, germanene and other group IV 2D materials. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 9, 2665–2667. <https://doi.org/10.3762/bjnano.9.248>
- Wang, X., Liang, J., You, Q., Zhu, J., Fang, F., Xiang, Y., & Song, J. (2020). Bandgap Engineering of Hydroxy-Functionalized Borophene for Superior Photo-Electrochemical Performance. *Angewandte Chemie International Edition*, 59(52), 23559–23563. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/anie.202010723>
- Wang, X., Wu, R., Tian, P., Yan, Y., Gao, Y., & Xuan, F. (2021). Borophene Nanoribbons via Strain Engineering for the Hydrogen Evolution Reaction: A First-Principles Study. *The Journal of Physical Chemistry C*, 125(31), 16955–16962. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.1c02770>
- Wu, R., Drozdov, I. K., Eltinge, S., Zahl, P., Ismail-Beigi, S., Božović, I., & Gozar, A. (2019). Large-area single-crystal sheets of borophene on Cu(111) surfaces. *NATURE NANOTECHNOLOGY*, 14. <https://doi.org/10.1038/s41565-018-0317-6>
- Xie, Z., Meng, X., Li, X., Liang, W., Huang, W., Chen, K., Chen, J., Xing, C., Qiu, M., Zhang, B., Nie, G., Xie, N., Yan, X., & Zhang, H. (2020). Two-Dimensional Borophene: Properties, Fabrication, and Promising Applications. *Research*, 2020, 2624617. <https://doi.org/10.34133/2020/2624617>
- Xu, M., Zhang, X., Liu, Y., Zhao, X., Liu, Y., Wu, R., & Wang, J. (2020). Designed Single Atom Bifunctional Electrocatalysts for Overall Water Splitting: 3d Transition Metal Atoms Doped Borophene Nanosheets. *ChemPhysChem*, 21(24), 2651–2659. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cphc.202000692>
- Zhang, F., She, L., Jia, C., He, X., Li, Q., Sun, J., Lei, Z., & Liu, Z.-H. (2020). Few-layer and large flake size borophene: preparation with solvothermal-assisted liquid phase exfoliation †. <https://doi.org/10.1039/d0ra03492d>
- Zhang, L., Gong, T., Yu, Z., Dai, H., Yang, Z., Chen, G., Li, J., Pan, R., Wang, H., Guo, Z., Zhang, H., & Fu, X. (2021). Recent Advances in Hybridization, Doping, and Functionalization of 2D Xenos. *Advanced Functional Materials*, 31(1), 2005471. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/adfm.202005471>
- Zhang, P., Xu, X., Song, E., Hou, X., Yang, X., Mi, J., Huang, J., & Stampfl, C. (2020). Transition metal-doped  $\alpha$ -borophene as potential oxygen and hydrogen evolution electrocatalyst: A density functional theory study. *Catalysis Communications*, 144, 106090. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.catcom.2020.106090>
- Zhang, X., Hu, J., Cheng, Y., Yang, H. Y., Yao, Y., & Yang, S. A. (2016). Borophene as an extremely high capacity electrode material for Li-ion and Na-ion batteries. *Nanoscale*, 8(33), 15340–15347. <https://doi.org/10.1039/C6NR04186H>
- Zhao, Y., Zeng, S., Lian, C., Dai, Z., Meng, S., & Ni, J. (2018). Multigap anisotropic superconductivity in

borophenes. *Physical Review B*, 98(13), 134514. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.98.134514>

Zhong, Q., Kong, L., Gou, J., Li, W., Sheng, S., Yang, S., Cheng, P., Li, H., Wu, K., & Chen, L. (2017). Synthesis of borophene nanoribbons on Ag(110) surface. *Physical Review Materials*, 1(2), 21001. <https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.1.021001>



**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 uyarmalıdır.

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

- Herhangi bir potansiyel çıkar çatışması olması durumunda, hakem editörü veya alan editörünü uyarmalı 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 yayınlamak, 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 yayımlarında destek veren kişi, kurum veya kuruluşlar ile onların araştırmadaki katkılarını açık bir biçimde belirtmemek, insan ve hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda etik kurallara uymamak, yayımlarında hasta haklarına saygı göstermemek, hakem olarak incelemek üzere görevlendirildiği bir eserde yer alan bilgileri yayımlanmadan 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 **muh.semihtaskaya@gmail.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 içindikiler 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 yayım 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](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 (Temmuz 2023)

**ISSN: 2667-8764**

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

**Sayı / Issue: 1**

**Cilt / Volume: 5**

**Temmuz / July 2023**

**İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS**

<b>AYAR, A., ŞAHİN, B., MUTLU, D., ÖZEN, M., BELGE, A., KARACAOĞLAN, Ç.;</b> Fig ( <i>Ficus carica</i> var. <i>domestica</i> L.) Genetic Resources Conservation and Characterization / <i>Dişi İncir (Ficus carica</i> var. <i>domestica</i> L.) Genetik Kaynakları Muhafaza ve Karakterizasyonu	<b>1-19</b>
<b>BİÇER, A.;</b> Physical Properties and Evaluation of Some Geothermal Waters in Bitlis, Van and Bingöl provinces / <i>Bitlis, Van ve Bingöl İllerindeki Bazı Jeotermal Suların Fiziksel Özellikleri ve Değerlendirilmesi</i>	<b>20-30</b>
<b>BEKTAŞ, E., BAYINDIR, K. Ç., TERCİYANLI, A., TAN, A., CANBOLAT, H., YILMAZ, H.;</b> Mikro Şebekeler için Enerji Yönetimi ve Gerilim Kontrol Algoritmalarının Geliştirilmesi: Alçak Gerilim Seviyesinde Statik Voltaj Regülatörü Örneği / <i>Development of Energy Management and Voltage Control Algorithms for Microgrids: A Case Study with Static Voltage Regulator at Low Voltage Level</i>	<b>31-54</b>
<b>BİNGÖL, B., HOCAOĞLU, T.;</b> Futbol Sahalarında Oyun Alanı Çizgilerinin Önemi ve Çizgi İşaretleme Teknikleri / <i>Development of The Importance of Playing Field Lines and Line Marking Techniques on Football Pitches</i>	<b>55-75</b>
<b>YILDIRIM, G.H., YILMAZ, N.;</b> Effects of Vermicompost on Some Germination Parameters in Paddy ( <i>Oryza sativa</i> L.) / <i>Vermikompostun Çeltik (Oryza Sativa L.)'De Bazı Çimlenme Parametrelerine Etkileri</i>	<b>76-89</b>
<b>KOCABAŞ AKAY, M., YÜCEL, M., GÜNKUT ŞAHİN, M.;</b> Difficulties Experienced by Vocational Teachers and High School Students in Applied Lessons in Distance Education / <i>Uzaktan Eğitimde Uygulamalı Derslerde Meslek Öğretmenlerinin ve Lise Öğrencilerinin Yaşadıkları Zorluklar</i>	<b>90-125</b>
<b>EKİCİ, H.;</b> Production Methods and Energy Applications of Borophene / <i>Borofen Üretim Teknikleri ve Enerji Uygulamaları</i>	<b>126-142</b>