



# YALVAÇ AKADEMİ DERGİSİ

(Journal of Yalvaç Academy)

Yıl: 2022

Cilt: 7

Sayı: 1

## Sahibi

Prof. Dr. İbrahim DİLER  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

## Sorumlu Müdür

İbrahim GENÇ  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

## Baş Editör

Remzi GÜRFİDAN  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

## Editörler

Ömer ERDOĞAN  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

İsmail İlke KÖSE  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

## Editör Kurulu Sekreterleri

Arda ATMACA  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

## Yazışma Adresi

Yalvaç Akademi Dergisi  
Sekretarya Ofisi  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Yalvaç Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu  
Yalvaç / Isparta / Türkiye

## İletişim

Tel: +9 0246 441 43 34- 0246 441 70 16

E-mail: yalvacakademi@gmail.com

# YALVAÇ AKADEMİ DERGİSİ

(Journal of Yalvaç Academy)

Year: 2022

Volume: 7

Issue: 1

## Editör Kurulu (Editorial Board)

**Prof. Dr. Kamaruzzaman SEMAN** Sains Islam Malaysia University, MALAYSIAN

**Assoc. Prof Dr. Azni Haslizan AB HALİM**, Sains Islam Malaysia University, MALAYSIAN

**Assoc. Prof Dr. Halil ŞENOL**, Giresun University, TURKEY

**Asst. Prof. Dr. Chinmay Chakraborty**, Birla Institute of Technology, INDIA

**Asst. Prof. Dr. Mevlüt ERSOY**, Süleyman Demirel University, TURKEY

**Asst. Prof. Dr. Kemal Muhammet ERTEN**, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY

**Asst. Prof. Dr. Ömer ERDOĞAN**, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY

**Asst. Prof. Dr. Seda TÖZÜM AKGÜL**, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY

# JOURNAL OF YALVAÇ ACADEMY

## (YALVAÇ AKADEMİ DERGİSİ)

Year: 2022

Volume: 7

Issue: 1

### CONTENTS

PAGE

#### Araştırma Makaleleri

##### **ÜÇGEN VE HİLAL BAŞLIKLİ ÇELİK DÜZLEMSEL KAFES KİRİŞLERDE YÜKSEKLİĞİN AĞIRLIK ÜZERİNE ETKİLERİ**

Zeynep İPEKÇİ, Mustafa KAVRAZ..... 1-16

##### **ÇOCUK OYUN ALANLARINDAKİ KULLANICILARIN PANDEMİ ÖNCESİ VE PANDEMİ DÖNEMİNDEKİ TUTUM VE DAVRANIŞLARINDAKİ DEĞİŞİM**

Candan KUŞ ŞAHİN, Eda Nur MURATOĞLU ..... 17-25

##### **THE RATE OF ENTROPY GENERATION ON THE EARTH**

Emre Aşkın ELİBOL, Halil ŞENOL..... 26-45

##### **EĞİRDİR GÖLÜ'NDE YAŞAYAN BAŞAKLI SUCİVANPERÇEMİ (MYRIOPHYLLUM SPICATUM L.) BİTKİSİNDE BAZI AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

Emre Aşkın ELİBOL, Halil ŞENOL..... 46-57

##### **COVID-19 DÖNEMİ UZAKTAN EĞİTİMİNDE KULLANILAN BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİNİN ÖĞRENME VERİMLİLİĞİNE YÖNELİK ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ**

Gökhan AKDEN, Mustafa KOÇ..... 58-75

##### **PANDEMİ DÖNEMİNDE ÖĞRETMENLERİN UZAKTAN EĞİTİMDE KARŞILAŞTIKLARI SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Ali Osman GÜLLÜ, Ayşe ÜNAL DOĞAN, İbrahim KAYMAK, Uğur ERPOLAT..... 76-89

##### **ULUSAL TEZ MERKEZİ VERİLERİNE GÖRE YAPI MALZEMESİ BAŞLIĞI ALTINDA YAPILAN LİSANSÜSTÜ ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ**

Aslı ÇÜÇEN, Yusuf Tahir ALTUNCI..... 90-99

##### **TARİHİ SÜREÇ İÇİNDE ANKARA KENTİNİN DEĞİŞEN ROLLERİ: ULUS MEYDANI VE KIZILAY MEYDANI**

Demet YILMAZ YILDIRIM, Sema TOPALOĞLU.....100-110

##### **DİKDÖRTGEN MİKROŞERİT YAMA ANTENDE KISMİ TOPRAK DÜZLEM YAPININ BANT GENİŞLİĞİ VE ANTEN KAZANCINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Orhan ARMAĞAN.....111-119

##### **SÜCÜLLÜ VE KOZLUÇAY BARAJ GÖLLERİNİN (ISPARTA/YALVAÇ) PLANKTONU**

Ömer ERDOĞAN.....120-131



## ÜÇGEN VE HİLAL BAŞLIKLİ ÇELİK DÜZLEMSEL KAFES KİRİŞLERDE YÜKSEKLİĞİN AĞIRLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Zeynep İPEKÇİ<sup>1</sup>, Mustafa KAVRAZ<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 61080, Trabzon, mkavraz@ktu.edu.tr

### ÖZET

Özellikle 19.yy başlarından itibaren yapı sektöründe etkili şekilde kullanılmaya başlanan çelik, günümüzde her türlü yapı faaliyetinde yer alan bir malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır. Dayanıklı, ekonomik olmasının yanı sıra özellikle sürdürülebilir malzeme olması kullanım alanının geniş olmasında büyük etkiye sahiptir. Yapıların ana taşıyıcı sistemlerinin yanı sıra özellikle bina örtü sistemlerinin taşıyıcıları olarak da etkili şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında da çelik, çatı örtü sisteminin taşıyıcısı olarak kullanılmıştır. Bu kapsamda bir sanayi yapısının 30 m çatı açıklığını geçmek için, üçgen ve hilal başlık tiplerine sahip kafes kirişler seçilmiştir. İki başlık türünde de mekanın tavan yüksekliğine 0 cm, 40 cm, 80 cm, 120 cm, 160 cm, 200 cm ve 240 cm avantaj sağlayacak biçimler tasarlanmıştır. İki başlık türünün her biri için yedi farklı biçim oluşturularak toplam 14 adet düzlemsel kafes kiriş elde edilmiştir. Kirişlerin her biri SAP2000 programında optimum ağırlığın elde edilebileceği biçimde modellenmiştir. Daha sonra ağırlığa bağlı olarak her başlık tipi ve tavan yükseklik kazancı için en optimum sonucu veren düzlemsel kafes kirişler belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çelik, Kafes kiriş, Yükseklik Kazancı, Ağırlık

## EFFECTS OF HEIGHT ON WEIGHT OF LATTICE BEAMS WITH TRIANGULAR AND CRESCENT HEAD TYPES

### ABSTRACT

Especially since the beginning of the 19th century, steel, which has been used effectively in the building sector, is now a material that is involved in all kinds of construction activities. In addition to being durable and economical, the fact that steel is a sustainable material has a great effect on its wide usage area. In addition to the main bearing systems of buildings, it is also used effectively as bearing elements of roof systems. In this study, steel was used as a bearing element of the roof system. In this context, lattice beams with triangular and crescent head types were selected to pass the 30m roof span of an industrial building. In both types of caps, forms that will provide advantage 0 cm, 40 cm, 80 cm, 120 cm, 160 cm, 200 cm and 240 cm to the ceiling height of the space are designed. A total of 14 planar lattice beams were obtained by creating seven different shapes for each of the two cap types. Each beam was modeled in the SAP2000 program so that the optimum weight could be obtained. Then, depending on the weight, the planar lattice beams that give the optimum result for both each cap type and ceiling height gain were determined.

**Keywords:** Steel, Lattice beam, Height gain, Weight

## 1. GİRİŞ

Tarihi süreç boyunca inşa sürecinde önemli bir öge olan demirin mimaride ilk kullanımına Antik Yunan'da rastlanmaktadır. 16. yy'a kadar yapı malzemeleri arasında bağlantı elemanı ve pencere detaylarında kullanılan demir bu yüzyıldan itibaren strüktür olarak yapılarda yer almaya başlamıştır. Özellikle de kemer, tonoz gibi sistemlerin mesnet noktalarında yatay yükleri karşılayacak şekilde kullanılmıştır [1]. 18. yy'a gelindiğinde ise üretim ve uygulamalarda meydana gelen gelişmeler sonucunda, demir yapı alanında daha geniş kullanım imkânı bulmuştur.

Demirin temel yapı malzemesi olarak kullanılması 18 yy.'da İngiltere'de yüksek fırınların geliştirilmesiyle başlamıştır. Bu zamana kadar birçok gotik yapıda dökme demir kullanımına rağmen dökme demirin bütünde kullanıldığı ilk yapı İngiltere'de Severn Nehri üzerinde 1777-1779 yılları arasında inşa edilen Coalbrookdale Köprüsü olmuştur. Bu dönemde yapılan köprüler, font demirin çekme dayanımı düşük olduğundan kemer tarzında inşa edilmişlerdir. 1785 yılında pudralama yönteminin geliştirilmesiyle birlikte iyi kalitede dövme demir üretilmeye başlanmıştır. Dökme demire oranla daha az karbon oranına sahip olan dövme demirin işlenebilirlik özelliği ile çekme dayanımının daha yüksek oluşu yapı alanında kullanımının daha uygun olmasını sağlamıştır. Dövme çeliğin üretilmesiyle birlikte bu dönemde dolu gövdeli ana kirişli ve kafes ana kirişli köprüler ile ilk asma köprüler inşa edilmiştir [2]. 1851 yılında Joseph Paxton tarafından sergi binası olarak tasarlanan Crystal Palace getirdiği yeniliklerle mimarlık tarihinde önemli bir yere sahip olmuştur. Standart cam levhalar ile modüler dökme demir kolon ve kirişlerden oluşan yapı, standart yapı parçalarının prefabrikasyonu ve yapım süresinin örgütlenmesi gibi konularda önemli gelişmelere öncülük etmiştir [3]. 19. yy'ın ikinci yarısında Bessemer (1855), Siemens- Martin (1864) ve Thomas (1879) fırınlarının geliştirilmesiyle birlikte sıvı çelik arıtılabilmiş; yapısal olarak daha avantajlı, ekonomik ve hızlı bir şekilde çelik üretimi sağlanmıştır [2]. 20. yy başlarında çelik üretimindeki teknoloji daha da geliştirilerek haddeleme işlemi ile çelik profil elemanlar üretilmeye başlanmıştır [4]. 1930 yılında William Van Allen tarafından tasarlanan 319 m yüksekliğindeki Chrysler Binası ile 1931 yılında Shreve, Lamb & Harmon tarafından tasarlanan 381 m yüksekliğindeki Empire State Binası çelik kullanımı sayesinde gelişen yüksek katlı binaların 20yy.'da dikkat çeken ilk örnekleri arasında yer almıştır [5].

1939-1945 yılları arasında meydana gelen 2. Dünya Savaşı nedeniyle çelik ile ilgili gelişmeler yavaşlamış ancak savaş sonrası yapılanma sürecinin hızlı olabilmesi için sanayi, konut, okul vb. binaların yapımında çelik malzeme kullanılmıştır. Bu süreçte çelik sistemlere ait hesaplama yöntemleri ve tasarım esaslarında önemli gelişmeler kaydedilmiştir [6]. 20. yy'ın ikinci yarısında çok katlı yapılarda meydana gelen gelişmelerin yanı sıra 1960'lı yıllarda Alman mimar Frei Otto tarafından geliştirilen kablolü sistemler ve Rudolph Doernach tarafından geliştirilen pnömatik sistemler çelik malzemenin mimaride yeni bir boyut kazanmasını sağlamıştır [7]. 1970'li yıllara gelindiğinde ise tasarım ve üretim aşamasında yüksek teknoloji ürünlerinin kullanıldığı; standartlaşma, makineleşme ve seri üretimin ön plana çıktığı hi-tect akımı oluşmaya başlamıştır [8].

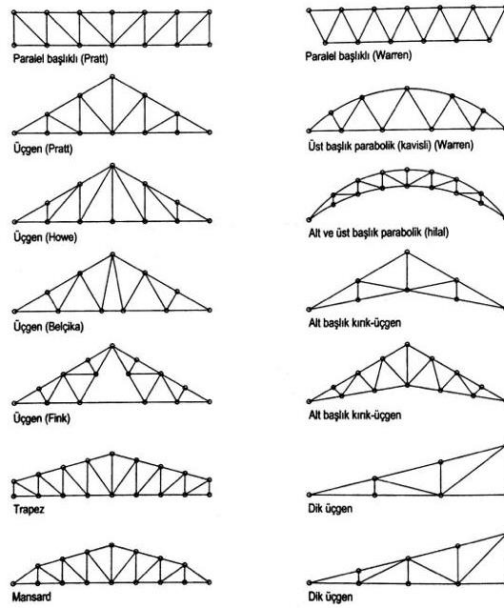
Yüksek dayanım özelliğine sahip olan çelik istenilen şekil, ölçü ve yapısal özellikte üretilebilmektedir. Çelik uzun ömürlü, bakım ve onarım masrafları düşük olmasının yanı sıra iş gücünden tasarruf sağlanması ile yapım sürecinin kısaltmasına da katkı sağladığı için genel süreç kapsamında ekonomik bir malzeme olarak değerlendirilebilir. Geri dönüşüm özelliğine sahip olan çelik aynı zamanda çevre duyarlılığı yüksek bir malzemedir.

Köprüler, kültürel yapılar, sanayi yapıları, spor yapıları, hangarlar gibi yapıların tasarımlarında ön plana çıkmaktadır. Geniş açıklıklı ve çok katlı yapılarda daha yaygın olarak kullanılan çelik genel yapı inşasında diğer malzemelere göre daha az kullanılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, çelik düzlem kafes kiriş sistemlerde kafes tipi ve yüksekliğindeki değişimlerin sistemin ağırlığına olan etkileri incelenmiştir.

Başlık ve örgü çubuklarının genellikle üçgen boşluklar oluşturacak şekilde birleştirilmesiyle elde edilen kirişlere düzlem kafes kiriş denilmektedir. Düğüm noktası olarak ifade edilen çubukların birleşim yerlerinde bağlantılar perçin, kaynak ya da bulon ile gerçekleştirilmektedir. Kafes kirişlerde başlık çubukları ve örgü (dolgu) çubukları yer almaktadır. Kirişlerin alt ve üst kısımlarında boyuna yerleşen bileşenler başlık çubukları olarak adlandırılırken başlık çubukları arasında yer alan bağlantı çubukları ise örgü (dolgu) çubukları olarak adlandırılmaktadır. Örgü çubuklarının düşey doğrultuda yerleşenler dikme, verev olarak yerleşenler ise diyagonal çubuklar olarak ifade edilmektedir [9].

Düzlem kafes sistemler başlık ve örgü elemanlarının biçim ve yerleşimlerine bağlı olarak değişik türlerde elde edilebilmektedir. Bu sistemlerden Warren, Pratt ve Howe mimaride yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 1. Düzlem kafes kiriş şema örnekleri [10].

Orbay ve Savaşır (2004) tarafından, tonoz biçimli çift katlı uzay kafes sistemlerin; geçilen açıklık, sistem yüksekliği ve doğuray şekli açısından etkinlikleri ile ağırlıkları üzerine bir inceleme yapılmıştır. Çalışma kapsamında yapının doğrultman uzunluğu 12 m, doğrultman bölünme sayısı 4, zemine mesnet sayısı 4, uzay kafes sistemin iki katmanı arasındaki yükseklik 2,5 m olarak belirlenmiştir. Değişkenlerden geçilen açıklık için, 30 m'den başlayarak 5'er metre aralıklarla 60 m'ye kadar 7 farklı değer; geometrik yükseklik için, 5 m yükseklikten başlayarak 2,5 metre aralıklarla 22,5 m'ye kadar 8 farklı değer ve doğuray yayı için, çember, parabol ve elips yay olmak üzere 3 farklı şekil belirlenmiştir. Sistemi oluşturmak için geliştirilen bilgisayar programında optimizasyon yöntemi bulunduğundan gerekli dayanımı sağlayan minimum ağırlıktaki elemanlar program tarafından saptanmıştır. Yapılan analizler sonucunda sistemin geometrik yüksekliği ile geçilen açıklık arasında 1/5 ila 1/6 aralığında bir oranın sağlanması gerektiği ve parabol yayın bu oranı sağlamada en iyi sonucu verdiği saptanmıştır. Ayrıca çok

basık sistemlerde yüksek iç gerilmeler olacağından en kesit alanının arttığı, çok yüksek sistemlerde yükseklikle birlikte yüzey alanının genişlemesinin sistem ağırlığını da etkilediği bu sebeple maliyetin yükseldiği belirtilmiştir [11].

Ata ve ark., (2005) tarafından yapılan çalışmada 15 m, 20 m, 25 m, 30 m, 35 m açıklıkta, 6 m ve 9 m yükseklikte olmak üzere 10 farklı hangar yapısı çelik ve prefabrik betonarme olarak tasarlanmıştır. Yapıların taşıyıcı sistem ile birlikte temel, kolon, makas ve bağlantı elemanları da dahil olmak üzere maliyet hesabı yapılarak bu veriler karşılaştırılmıştır. Hangar yapısının İzmir ilinde inşa edileceği kabul edilmiş, fiyatlandırma Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2004 birim fiyatları ve bu bölgedeki piyasa fiyatları dikkate alınarak yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda prefabrik betonarme taşıyıcı sistemin çelik sisteme oranla %16-36 daha ucuz olduğu saptanmış ancak yapıların ekonomik ömürleri, bakım masrafları ve deprem dayanımları da dikkate alındığında çelik sistemlerin bu tür yapılarda uzun vadede daha avantajlı olacağı belirtilmiştir [12].

Kozanoğlu ve Suk (2015) tarafından yapılan çalışmada; 22 m yüksekliğe ve 22 m konsol uzunluğuna sahip stadyum yapısının taşıyıcı elemanları makaslı ve dolu gövdeli olmak üzere iki farklı şekilde tasarlanmış, bu iki farklı sistem maliyet açısından karşılaştırılmıştır. Yapı yarım daire formunda ve her biri 8 m olan 5 açıklıktan oluşacak şekilde oluşturulmuştur. Tasarlanan stadyumun 1. derece Deprem Bölgesinde, Z3 tipi zemin üzerinde, deniz seviyesinden 300 m yükseklikte olduğu varsayılmış ve zati, kar, rüzgar yükleri TS498'den, deprem yükleri ise DBYBHY-2007'den yararlanarak belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda dolu gövdeli sistem maliyetinin makas sistemden 3 kat daha fazla olduğu saptanmıştır. Ayrıca çalışmada çıkan sonuçların bu yapı verileri açısından değerlendirilmesi gerektiği, dolu gövdeli sistemlerin farklı form ve arazi şartlarında ekonomik sonuçlar verebileceği de belirtilmiştir [13].

Işık ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada; aynı kalıp planına sahip üç katlı çelik bir yapının taşıyıcı elemanları farklı şekillerdeki profiller kullanılarak üç farklı biçimde tasarlanmış, her tasarımın x ve y doğrultusundaki tepe yer değiştirme değerleri hesaplanmıştır. Çalışmada tüm kolon ve kirişler aynı en kesit olacak şekilde kurgulanmıştır. 2 cm kesit genişliği, 3 cm kesit yüksekliği ve 0,15 cm kesit kalınlığı olan I, L ve kutu profiller kullanılmıştır. Yazılım programı kullanılarak yapılan analizler ile her profil için farklı taban kesme kuvvetleri ve tepe yer değiştirme değerleri hesaplanmıştır. Bu analizler sonucunda x ve y doğrultusunda aynı atalet moment değerine sahip olduğundan kutu profiller ön plana çıkmış, I ve L profillerin ise x ve y doğrultularındaki atalet momentleri farklı değerlere sahip olduğundan elde edilen değerler arasında farklılıklar bulunmuştur [14].

Çalışmada, düzlemsel çelik kafes kiriş çatı sistemlerinde kullanılan iki farklı başlık tipinin mekandaki yükseklik kazancına bağlı olarak ağırlık açısından değerlendirilmesi, belirlenen değişkenler üzerinden gerçekleştirilmektedir. Çalışma bu özelliği ile literatürdeki çelik kafes sistem optimizasyonu üzerine yapılan çalışmalardan farklılaşmaktadır.

## 2. MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında öncelikle büyük açıklıklı örnek bir yapı sistemi tasarlanmış ve bu yapının çatı sistemi çelik taşıyıcılı düzlemsel kafes kiriş olarak uygulanmıştır (Şekil 2). Çalışmada düzlemsel kafes kirişlerle geçilen 30 m açıklıkta farklı şekillerde uygulanan kafes tipi ve yüksekliğinin sistemin ağırlığı üzerine etkisi incelenmiştir. Sistemin ağırlığı ile kar yükü

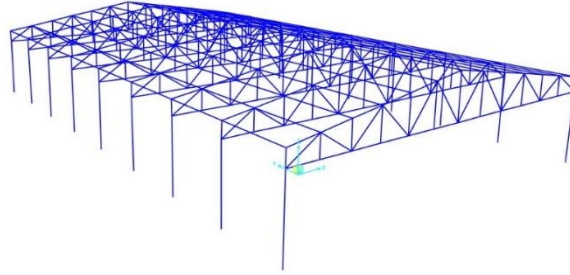


dikkate alınarak sistemi etkileyen hesap işlemleri gerçekleştirilmiştir. Deprem ve rüzgar yükleri çalışma kapsamında dikkate alınmamıştır.

Üçgen ve hilal kafes tipleri için alt başlığın 40'ar cm üst kota yükseltilmesiyle 40 cm, 80 cm, 120 cm, 160 cm, 200 cm, 240 cm yükseklik kazancı sağlanan ve yükseklik kazancının sağlanmadığı toplam 14 farklı kiriş biçimi elde edilmiştir. Daha sonra belirlenen biçimsel değişikliklerin her biri ile sistemin çalışmasını sağlayan en uygun profil kesitleri SAP2000 programı ile elde edilmiştir. Profillerin uzunluklarında ve kesitlerinde meydana gelen değişiklikler sistemin ağırlıklarının da değişimine neden olmuştur. Çalışma kapsamında öncelikle kabuller gerçekleştirilmiştir.

## 2.1 Örnek Yapı İçin Kabuller

Çalışma kapsamında öncelikli olarak üçgen ve hilal kafes tiplerinde ve farklı tavan yüksekliklerinde tasarlanan sistemin ağırlığa olan etkisini incelemek amacıyla Trabzon'da (Ortahisar) olduğu kabul edilen bir sanayi yapısı tasarlanmıştır. Boyutları 30 m x 48 m ve yüksekliği 6 m olarak tasarlanan bu yapıda kiriş aksları arasındaki mesafe ideal ölçü olması nedeniyle 6 m olarak kabul edilmiştir [2], (Şekil 2).



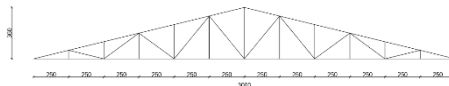
Şekil 2. Örnek yapının çatı taşıyıcı sistemi

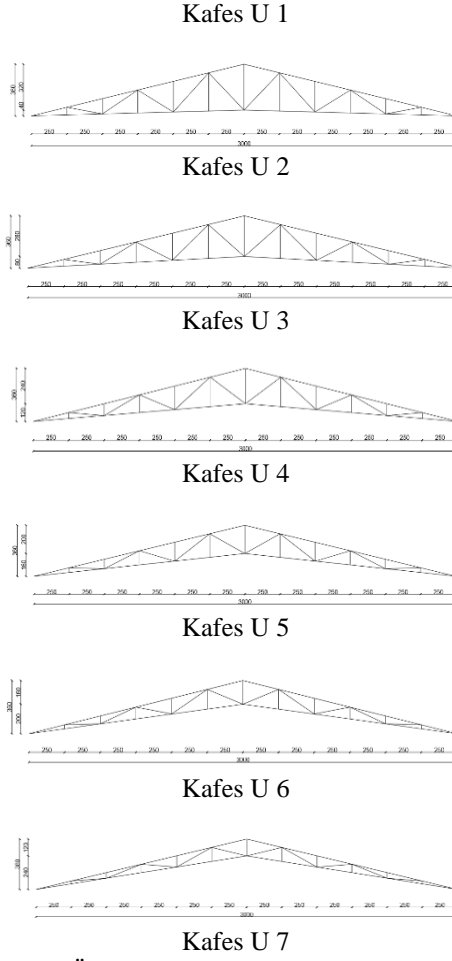
## 2.2 Düzlem Kafes Kirişler için Kabuller

Düzlem kafes sistemin yüksekliği açıklığa bağlı olarak (30 m açıklık) 3,6 m olarak belirlenmiştir. Bu yükseklik, açıklığa göre belirlenen optimum değerler aralığında ( $L/7$ -  $L/10$ ) yer almaktadır [2]. Üçgen ve hilal başlık tipi kafesler oluşturulmuş olup bağlantı tipi warren olarak belirlenmiştir. Dikmeler arasındaki mesafeler 2,5 m. olarak tasarlanmış, profiller birbirlerine kaynak ile birleştirilmiştir. Düzlem kafes kirişlerde tavan yüksekliğinin ağırlık üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla kafeslerin alt başlıkları orta noktalarından 40 cm yukarı kaydırılarak her kafes tipine ait 7 farklı şekil oluşturulmuştur.

### 2.2.1 Üçgen kafes tipi

Oluşturulan üçgen kafes tipinde kiriş yükseklikleri 3,6 m ve üst başlığın eğimi %24'tür. Alt başlığın orta noktasından yukarı kaydırılması ile oluşan kiriş şekilleri aşağıda sıralanmıştır. Oluşturulan şekiller çalışma içerisinde Kafes U olarak adlandırılmaktadır (Şekil 3). Ayrıca üçgen kafes tipinde oluşturulan kirişlerde yükseklik kazancı arttıkça profil boyutları küçüldüğünden uygulama açısından zorluklarla karşılaşılabilir. Ancak çalışmada bu durum göz ardı edilmektedir.

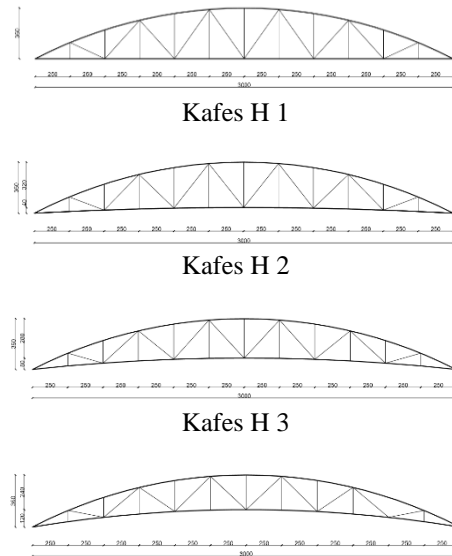


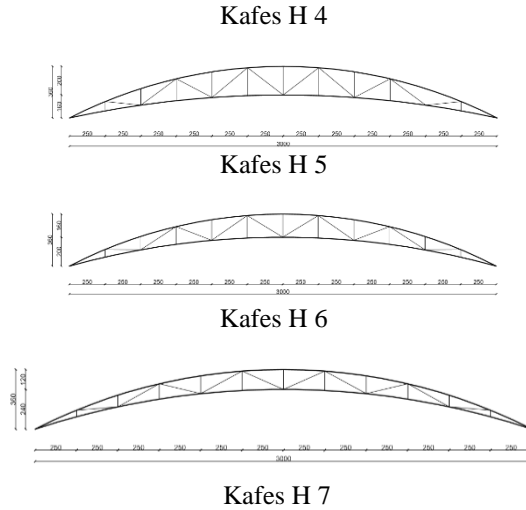


**Şekil 3.** Üçgen kafes tipinde oluşturulan kirişler

### 2.2.2 Hilal kafes tipi

Oluşturulan hilal kafes tipinde kiriş yükseklikleri 3,6 m'dir. Parabolik başlıktan farklı olarak hilal kafes tipinde yan dikmeler bulunmamaktadır. Alt başlığın orta noktasından yukarı kaydırılması ile oluşan kiriş şekilleri aşağıda sıralanmıştır. Oluşturulan şekiller çalışma içerisinde Kafes H olarak adlandırılmaktadır (Şekil 4).





Şekil 4. Hilal kafes tipinde oluşturulan kirişler

Sisteme Etkiyen Yükler için Kabuller: Sisteme etkiyen yükler için yapılan hesaplamalarda rüzgar ve deprem yükü dikkate alınmamıştır. Çalışma kapsamında sistemin kendi ağırlığı ve kar yükü dikkate alınmıştır. Sistemin ağırlığı SAP2000 programında hesaplanmıştır. Yapının Trabzon İlinde (Ortahisar) tasarlandığı dikkate alınmış olup kar yükü TS498'deki standartlar göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır [15].

Orta düğüm noktalarına etkiyen yük;  $750 \times 6 \times 2,5=11250 \text{ N}$

Köşe düğüm noktalarına etkiyen kar yükü;  $750 \times 6 \times 1,25=5625 \text{ N}$ , olarak elde edilmiştir.

### 2.3 SAP2000 Programı İçin Kabuller

Tasarlanan düzlemsel kafes kirişlerin statik çözümlenmeleri SAP2000 programında gerçekleştirilmiştir. Kafes sistemleri oluşturan çelik malzeme olarak S235 atanmıştır. Bu malzemenin özellikleri program içerisinde yer almaktadır. Kafes sistemlerde bağlantı elemanı ile birleştirilen çift köşebent kullanılmıştır. Bu köşebentler için; 2L 40x4/6, 2L 50x5/6, 2L 60x6/6, 2L 70x7/6, 2L 80x8/6, 2L 90x9/6, 2L 100x10/6, 2L 110x12/6, 2L 120x12/6, 2L 130x12/6, 2L 150x15/6, 2L 200x150x18/6, 2L 200x20/6, 2L 200x25/6 kesitleri belirlenmiştir. Bu sayede program kapsamında, sistemde taşıyıcılığın gerçekleştirilebileceği en düşük ağırlıktaki profil elde edilmiştir. Tasarlanan kafes sistemin alt ve üst başlıkları kendi aralarında gruplandırılmış ve her biri tek bir profil olarak düzenlenmiştir. Dikme ve diyagonallerde moment aktarmayan birleşim bağlantıları kullanılmıştır. Kafes sistemin taşıyıcı sistemle bağlantı noktalarında sabit ve kayıcı mesnet davranışları beraber tanımlanmıştır. Verilerin girilmesinden sonra sistem analizleri gerçekleştirilmiştir.

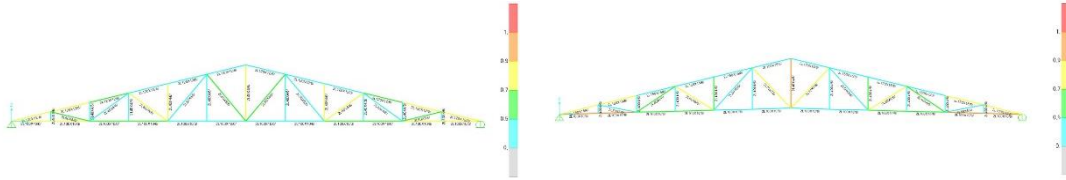
## 3. BULGULAR

Çalışma kapsamında, kar yükü ve kendi ağırlıkları dikkate alınarak düzlem kafes sistemlerin çözümlenmeleri gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda sistemler için SAP2000 programı ile minimum ağırlığı sağlayan kesitler elde edilmiştir. Sisteme ait kesit ölçüleri LME Demir

firması tarafından üretilen köşebent ürünlerden seçilmiştir. Sistemi oluşturan minimum ağırlıklı profillerin atanması SAP2000 programı tarafından gerçekleştirilmiştir. Sisteme ait toplam ağırlığın hesaplanmasında LME Demir firmasının internet sitesinde yer alan her profil kesitinin uzunluk ve ağırlığı dikkate alınmıştır. Hesaplar tek bir kiriş üzerinden yapılmış olup, bu kapsamda orta akslarındaki kirişler dikkate alınmıştır [16].

**Üçgen Kafes Tipi:** Üçgen kafes tipinde oluşturulan ve alt başlığın zemin düzlemine paralel olarak şekillendirildiği Kafes U 1'e ait her profil için SAP2000 programında en hafif sistemi sağlayan profiller belirlenmiş ve yapılan çözümler sonucunda üst başlık için 2L 120x12/6, alt başlık için 2L 100x10/6, dikmeler için 2L 40x4/6, diyagonaller için 2L 40x4/6, 2L 50x5/6, 2L 60x6/6 ve 2L 80x8/6 kesitlerinde profiller atanmıştır (Şekil 5).

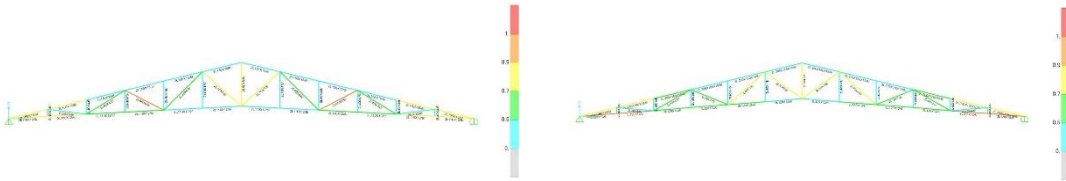
Üçgen kafes tipinde alt başlığın orta noktasının 40 cm yukarı kaydırılmasıyla oluşturulan Kafes U 2'ye ait her profil için SAP2000 programında en hafif sistemi sağlayan profiller belirlenmiş ve yapılan çözümler sonucunda üst başlık için 2L 150x15/6, alt başlık için 2L 100x10/6, dikmeler için 2L 40x4/6, diyagonaller için 2L 40x4/6, 2L 50x5/6, 2L 60x6/6 ve 2L 70x7/6 kesitlerinde profiller atanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Kafes U 1 ve U 2 profil kesitleri.

Üçgen kafes tipinde, alt başlığın orta noktasının 80 cm yukarı kaydırılmasıyla oluşturulan Kafes U 3'e ait her profil için SAP2000 programında en hafif sistemi sağlayan profiller belirlenmiş ve yapılan çözümler sonucunda üst başlık için 2L 150x15/6, alt başlık için 2L 110x12/6, dikmeler için 2L 40x4/6 ve 2L 50x5/6 diyagonaller için 2L 40x4/6, 2L 50x5/6, 2L 60x6/6 ve 2L 70x7/6 kesitlerinde profiller atanmıştır (Şekil 6).

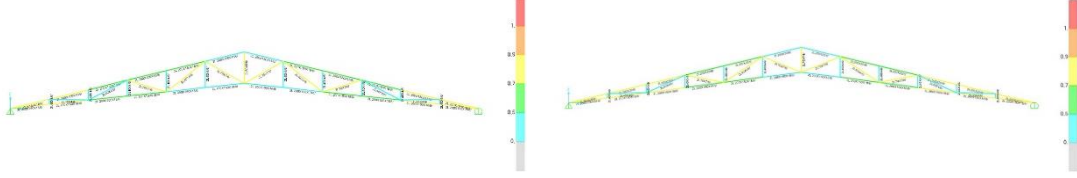
Üçgen kafes tipinde, alt başlığın orta noktasının 120 cm yukarı kaldırılması ile oluşturulan Kafes U 4'e ait her profil için SAP2000 programında en hafif sistemi sağlayan profiller belirlenmiş ve yapılan çözümler sonucunda üst başlık için 2L 200x150x18/6, alt başlık için 2L 120x12/6, dikmeler için 2L 40x4/6 ve 2L 50x5/6, diyagonaller için 2L 40x4/6 ve 2L 70x7/6 kesitlerinde profiller atanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Kafes U 3 ve U 4 profil kesitleri.

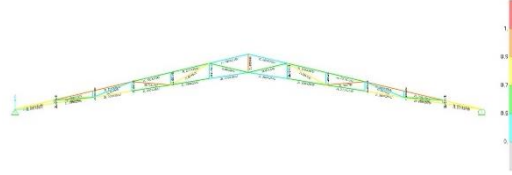
Üçgen kafes tipinde, alt başlığın orta noktasının 160 cm yukarı kaldırılması ile oluşturulan Kafes U 5'e ait her profil için SAP2000 programında en hafif sistemi sağlayan profiller belirlenmiş ve yapılan çözümler sonucunda üst başlık ve alt başlık için 2L 200x150/18/6, dikmeler için 2L 40x4/6 ve 2L 60x6/6, diyagonaller için 2L 40x4/6 ve 2L 70x7/6 kesitlerinde profiller atanmıştır (Şekil 7).

Üçgen kafes tipinde, alt başlığın orta noktasının 200 cm yukarı kaldırılması ile oluşturulan Kafes U 6'ya ait her profil için SAP2000 programında en hafif sistemi sağlayan profiller belirlenmiş ve yapılan çözümler sonucunda üst başlık için 2L 200x20/6, alt başlık için 2L 200x150x18/6, dikme ve diyagonaller için 2L 40x4/6 ve 2L 70x7/6 kesitlerinde profiller atanmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Kafes U 5 ve U 6 profil kesitleri

Üçgen kafes tipinde, alt başlığın orta noktasının 240 cm yukarı kaldırılması ile oluşturulan Kafes U 7'ye ait her profil için SAP2000 programında en hafif sistemi sağlayan profiller belirlenmiş ve yapılan çözümler sonucunda üst başlık ve alt başlık için 2L 200x25/6, dikmeler için 2L 40x4/6 ve 2L 80x8/6, diyagonaller için 2L 40x4/6, 2L 50x5/6, 2L 70x7/6, 2L 80x8/6 ve 2L 90x9/6 kesitlerinde profiller atanmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Kafes U 7 profil kesitleri

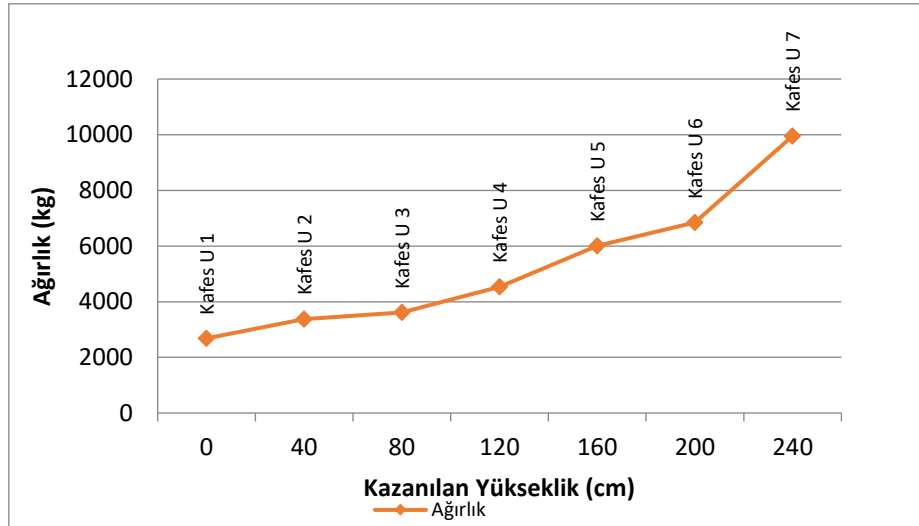
Üçgen başlıklı kirişlere ait tavan yüksekliğine bağlı ağırlık bilgileri Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Üçgen başlıklı kirişlere ait tavan yüksekliğine bağlı ağırlık bilgileri

		Ağırlık Bilgileri (kg)	Toplam Ağırlık (kg)	Kazanılan yükseklik (cm)
Kafes U 1	Üst Başlık	1332,72	2681,84	0
	Alt Başlık	900,00		
	Dikme ve Diyagonaller	449,12		
Kafes U 2	Üst Başlık	2085,46	3371,77	40
	Alt Başlık	900,30		
	Dikme ve Diyagonaller	386,01		
Kafes U 3	Üst Başlık	2085,46	3611,50	80
	Alt Başlık	1183,58		
	Dikme ve Diyagonaller	342,46		
Kafes U 4	Üst Başlık	2906,07	4537,02	120
	Alt Başlık	1300,32		
	Dikme ve Diyagonaller	330,63		
Kafes U 5	Üst Başlık	2906,07	6006,18	160
	Alt Başlık	2842,01		
	Dikme ve Diyagonaller	258,10		

Kafes U 6	Üst Başlık	3695,83	6842,81	200
	Alt Başlık	2850,49		
	Dikme ve Diyagonaller	296,49		
Kafes U 7	Üst Başlık	4726,22	9952,24	240
	Alt Başlık	4654,22		
	Dikme ve Diyagonaller	571,80		

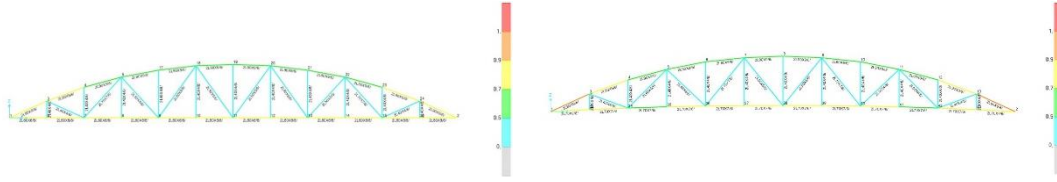
Üçgen başlıklı kafes tipleri incelendiğinde, en hafif sistemin üst başlığı 120x12/6, alt başlığı 100x10/6 profil kesitleri ile sağlandığı 8805,16 kg ağırlığa sahip Kafes U 1 olduğu görülmektedir. Üçgen kafes tipinde kazanılan yükseklik arttıkça üst ve alt başlıklardan en az birinin kesiti arttığından sistemler giderek ağırlaşmaktadır. Kafes U 2 için üst başlık 150x15/6, alt başlık 100x10/6, ağırlık 11088,24 kg; Kafes U 3 için üst başlık 150x15/6, alt başlık 110x12/6, ağırlık 11942,87 kg; Kafes U 4 için üst başlık 200x150x15/6, alt başlık 120x12/6, ağırlık 15520,30 kg; Kafes U 5 için üst başlık ve alt başlıklar 200x150x15/6, ağırlık 20944,21 kg; Kafes U 6 için üst başlık 200x20/6, alt başlık 200x150x15/6 ağırlık 23860,89 kg; Kafes U 7 için ise üst ve alt başlıklar 200x25/6, ağırlık 35599,33 kg'dır (Şekil 9). Üçgen başlıklı kafes sistemlere bakıldığında dikme ve diyagonal ağırlıklarında çok etkili bir değişim olmadığı, ağırlığı etkileyen asıl faktörlerin üst ve alt başlıklar olduğu görülmüştür. Kazanılan yükseklik arttıkça alt ve üst başlık profil kesit kalınlıkları sürekli olarak arttığından sistemler giderek ağırlaşmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Üçgen başlıklı kafesler için kazanılan yükseklik-ağırlık grafiği.

Hilal Kafes Tipi: Hilal kafes tipinde oluşturulan ve alt başlığın zemin düzlemine paralel olarak şekillendirildiği Kafes H 1'e ait her profil için SAP2000 programında en hafif sistemi sağlayan profiller belirlenmiş ve yapılan çözümler sonucunda üst başlık için 2L 90x9/6, alt başlık için 2L 60x6/6, dikmeler için 2L 40x4/6, diyagonaller için 2L 40x4/6, 2L 50x5/6, 2L 70x7/6 ve 2L 80x8/6 kesitlerinde profiller atanmıştır (Şekil 10).

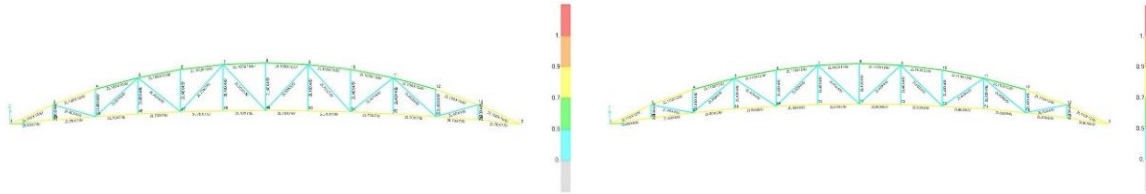
Hilal kafes tipinde alt başlığın orta noktasının 40 cm yukarı kaydırılmasıyla oluşturulan Kafes H 2'ye ait her profil için SAP2000 programında en hafif sistemi sağlayan profiller belirlenmiş ve yapılan çözümler sonucunda üst başlık için 2L 90x9/6, alt başlık için 2L 70x7/6, dikmeler için 2L 40x4/6, diyagonaller için 2L 40x4/6, 2L 50x5/6, 2L 60x6/6 ve 2L 70x7/6 kesitlerinde profiller atanmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Kafes H 1 ve H 2 profil kesitleri

Hilal kafes tipinde, alt başlığın orta noktasının 80 cm yukarı kaldırılmasıyla oluşturulan Kafes H 3'e ait her profil için SAP2000 programında en hafif sistemi sağlayan profiller belirlenmiş ve yapılan çözümler sonucunda üst başlık için 2L 100x10/6, alt başlık için 2L 70x7/6 dikmeler için 2L 40x4/6, diyagonaller için 2L 40x4/6, 2L 50x5/6, 2L 60x6/6 ve 2L 70x7/6 kesitlerinde profiller atanmıştır (Şekil 11).

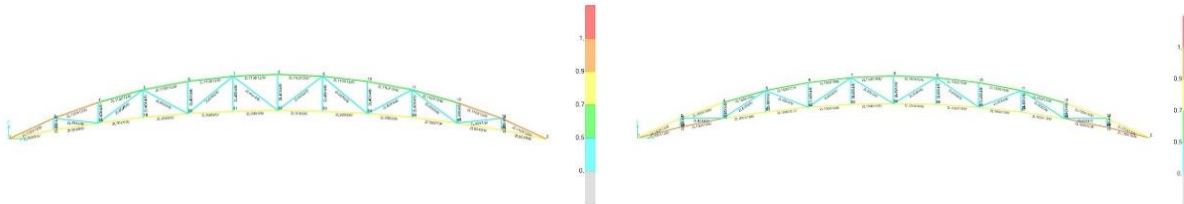
Hilal kafes tipinde, alt başlığın orta noktasından 120 cm yukarı kaldırılması ile oluşturulan Kafes H 4'e ait her profil için SAP2000 programında en hafif sistemi sağlayan profiller belirlenmiş ve yapılan çözümler sonucunda üst başlık için 2L 110x12/6, alt başlık için 2L 80x8/6, dikmeler için 2L 40x4/6, diyagonaller için 2L 40x4/6 ve 2L 60x6/6 kesitlerinde profiller atanmıştır (Şekil 11).



Şekil 11. Kafes H 3 ve H 4 profil kesitleri

Hilal kafes tipinde, alt başlığın orta noktasının 160 cm yukarı kaldırılması ile oluşturulan Kafes H 5'e ait her profil için SAP2000 programında en hafif sistemi sağlayan profiller belirlenmiş ve yapılan çözümler üst başlık için 2L 110x12/6, alt başlık için 2L 90x9/6, dikmeler için 2L 40x4/6, diyagonaller için 2L 40x4/6 ve 2L 60x6/6 kesitlerinde profiller atanmıştır (Şekil 12).

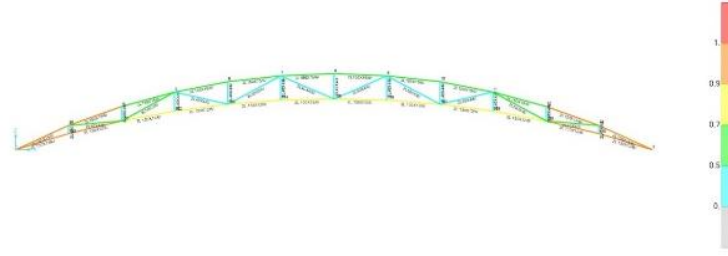
Hilal kafes tipinde, alt başlığın orta noktasının 200 cm yukarı kaldırılması ile oluşturulan Kafes H 6'ya ait her profil için SAP2000 programında en hafif sistemi sağlayan profiller belirlenmiş ve yapılan çözümler sonucunda üst başlık için 2L 150x15/6, alt başlık için 2L 100x10/6, dikmeler için 2L 40x4/6, diyagonaller için 2L 40x4/6, 2L 50x5/6, 2L 60x6/6 kesitlerinde profiller atanmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Kafes H 5 ve H 6 profil kesitleri

Hilal kafes tipinde, alt başlığın orta noktasından 240 cm yukarı kaldırılması ile oluşturulan Kafes H 7'ye ait her profil için SAP2000 programında en hafif sistemi sağlayan profiller belirlenmiş ve yapılan çözümler sonucunda üst başlık için 2L 150x15/6, alt başlık için 2L

130x12/6, dikmeler için 2L 40x4/6, diyagonaller için 2L 40x4/6 ve 2L 50x5/6 kesitlerinde profiller atanmıştır (Şekil 13).



Şekil 13. Kafes H 7 profil kesitleri

Hilal başlıklı kirişlere ait tavan yüksekliğine bağlı ağırlık bilgileri Tablo 2’de yer almaktadır.

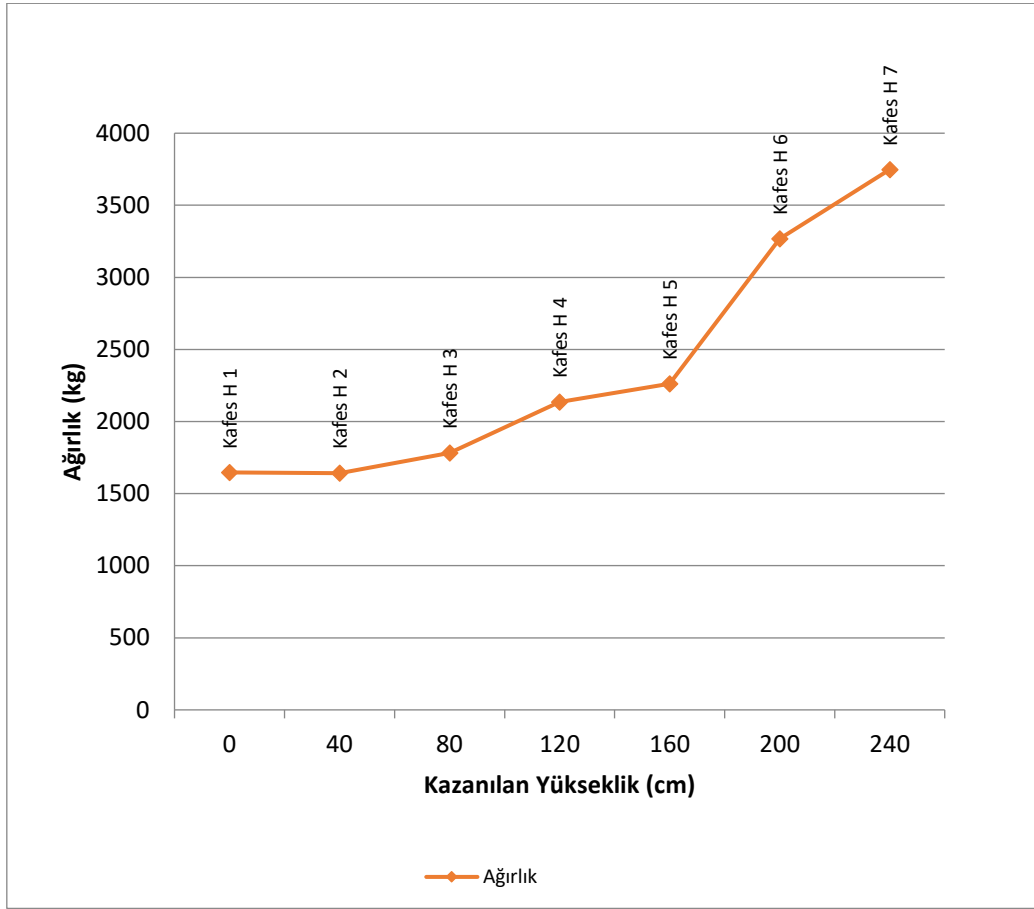
**Tablo 2.** Hilal başlıklı kirişlere ait tavan yüksekliğine bağlı ağırlık ve maliyet bilgileri

		Ağırlık Bilgileri (kg)	Toplam Ağırlık (kg)	Kazanılan yükseklik (cm)
Kafes H 1	Üst Başlık	759,82	1646,10	0
	Alt Başlık	325,20		
	Dikme ve Diyagonaller	561,08		
Kafes H 2	Üst Başlık	759,82	1641,81	40
	Alt Başlık	442,95		
	Dikme ve Diyagonaller	439,04		
Kafes H 3	Üst Başlık	934,20	1782,81	80
	Alt Başlık	443,69		
	Dikme ve Diyagonaller	404,94		
Kafes H 4	Üst Başlık	1226,92	2135,20	120
	Alt Başlık	582,23		
	Dikme ve Diyagonaller	326,05		
Kafes H 5	Üst Başlık	1226,92	2262,21	160
	Alt Başlık	737,61		
	Dikme ve Diyagonaller	297,68		
Kafes H 6	Üst Başlık	2105,06	3267,13	200
	Alt Başlık	910,50		
	Dikme ve Diyagonaller	251,57		
Kafes H 7	Üst Başlık	2105,06	3747,78	240
	Alt Başlık	1433,97		
	Dikme ve Diyagonaller	208,75		

Hilal başlıklı kafes tipleri incelendiğinde Kafes H 1 için üst başlıklar 90x9/6, alt başlık 60x6/6; ağırlık 1646,10 kg’dır. Üst başlığı 90x9/6, alt başlığı 70x7/6 olan Kafes H 2’de diğer tüm başlık tiplerinden farklı olarak, alt başlık kesiti artmasına karşın dikme ve diyagonal profil ağırlıklarının etkisi ile Kafes H 1’e oranla daha hafif bir sistem oluşmuştur. Diğer Hilal başlıklı kafes tipleri için kazanılan yükseklik arttıkça üst ve alt başlıklardan en az birinin kesiti arttığından sistemler giderek ağırlaşmaktadır. Kafes H 3 için üst başlık 100x10/6, alt başlık 70x70/6, ağırlık 1782,81 kg; Kafes H 4 için üst başlık 110x12/6, alt başlık 80x8/6, ağırlık



2135,20 kg; Kafes H 5 için üst başlık 110x12/6; alt başlık 90x9/6, ağırlık 2262,21; Kafes H 6 için üst başlık 150x15/6, alt başlık 100x10/6, ağırlık 3267,13 kg; Kafes H 7 için üst başlık 150x15/6; alt başlık 130x12/6, ağırlık 3747,78 kg'dır (Şekil 14).



Şekil 14. Hilal başlıklı kafesler için kazanılan yükseklik-ağırlık grafiği

Başlık tiplerine ait yükseklik kazancı olmayan kafes kirişler incelendiğinde: Optimum çözümü sunan sistemin hilal kafes tipi olduğu görülmektedir. Bu kafes tipinde ağırlık 1646,10 kg'dır. Alt ve üst başlık kesitleri fazla olan üçgen kafes tipi ağırlık bakımından dezavantajlı sistemdir. Bu kafes tipinde ağırlık hilal kafes tipine oranla % 62 artmıştır. Sistemin ağırlığı 2681,84 kg'dır (Şekil 15).

40 cm yükseklik kazancı olan kafes kirişler incelendiğinde: Hilal kafes tipinde ağırlık 1641,81 kg'dır. Üçgen kafes sistem ağırlık bakımından dezavantajlı olan sistem tipidir. Bu kafes tipinde ağırlık 3371,77 kg'dır (Şekil 15).

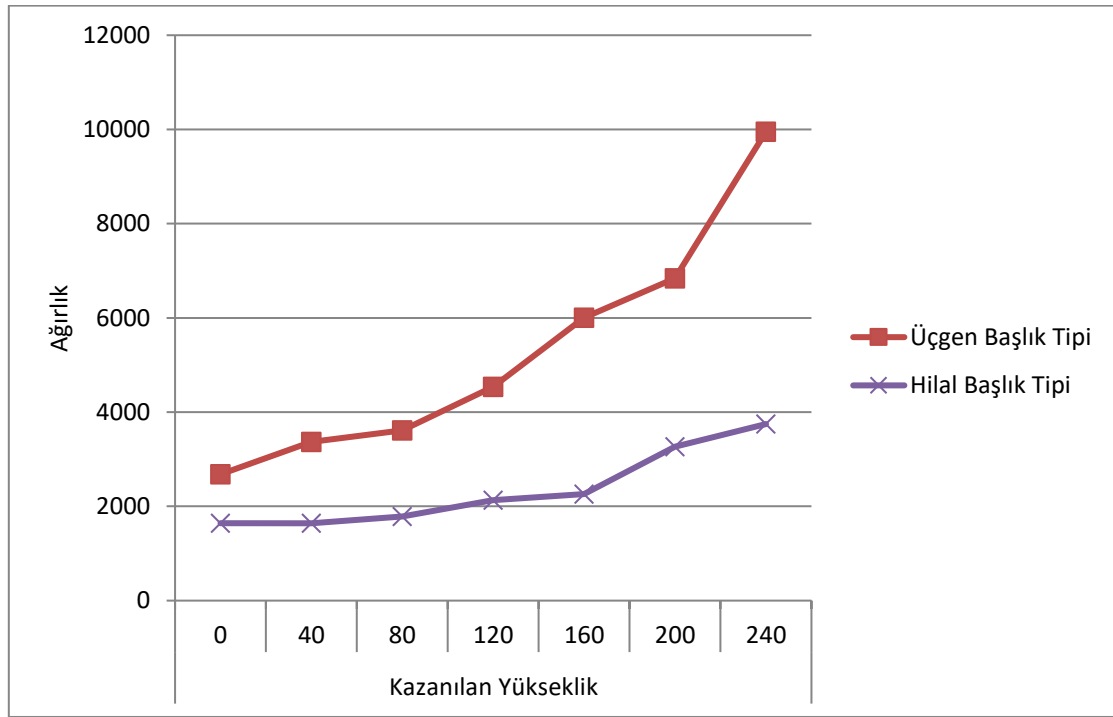
80 cm yükseklik kazancı olan kafes kirişler incelendiğinde: Hilal kafes tipinin ağırlığı 1782,81 kg'dır. Hilal başlık tipine göre ağırlık bakımından dezavantajlı sistem olan üçgen kafes tipinin ağırlığı ise 3611,50 kg'dır (Şekil 15).

120 cm yükseklik kazancı olan kafes kirişler incelendiğinde: Hilal kafes tipi 2135,20 kg ağırlığında elde edilmiştir. Hilal kafes tipine göre ağırlık bakımından dezavantajlı olan üçgen kafes tipinin ağırlığı ise 4537,02 kg'dır (Şekil 15).

160 cm yükseklik kazancı olan kafes kirişler incelendiğinde: Hilal kafes tipinde ağırlık 2262,21 kg olarak elde edilmiştir. Hilal kafes tipinde göre ağırlık bakımından dezavantajlı olan üçgen kafes tipinin ağırlığı ise 6006,18 kg'dır (Şekil 15).

200 cm yükseklik kazancı olan kafes kirişler incelendiğinde: Hilal kafes tipinde ağırlık 3267,13 kg olarak elde edilmiştir. Hilal kafes tipine göre ağırlık bakımından dezavantajlı olan üçgen kafes tipinin ağırlığı ise 6842,81 kg'dır (Şekil 15).

240 cm yükseklik kazancı olan kafes kirişler incelendiğinde: Hilal kafes tipi 3747,78 kg ağırlığında elde edilmiştir. Hilal kafes tipine göre ağırlık bakımından dezavantajlı olan üçgen kafes tipinin ağırlığı ise 9952,24 kg'dır (Şekil 15).



Şekil 15. Üçgen ve hilal tiplerine ait kazanılan yükseklik-ağırlık grafiği

#### 4. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında 30x48 m boyutlarında örnek bir sanayi yapısı tasarlanmıştır. Yapının düzlemsel çelik kafes kiriş çatı sistemi için üçgen ve hilal başlık tipleri seçilmiştir. Bu başlık tipleri ile mekana iç yükseklik kazancı sağlamayan ve 40 cm, 80 cm, 120 cm, 160 cm, 200 cm ve 240 cm yükseklik kazancı sağlayan 7 farklı tasarım gerçekleştirilmiştir. Daha sonra düzlemsel kafes kiriş tipi ve yükseklik kazancına bağlı olarak ağırlık durumları karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir. Araştırma, yapının orta kirişlerin bir tanesi üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Üçgen ve hilal başlık tiplerinden oluşan düzlemsel kafes kirişler için ağırlıklar Tablo 3'de yer almaktadır. Tabloda her kafes tipine ait en uygun çözüm \* ile gösterilmiştir. Yüksekliklere bağlı olarak en uygun kafes tipi ise koyu yazı tipi ile gösterilmiştir.

Tablo 3. Üçgen ve hilal başlıklı kafes tiplerine ait ağırlık bilgileri

		Kafes tipi	
		Üçgen Başlık	Hilal Başlık
		Ağırlık (kg)	
Kazanılan Yükseklik	0	2681,84*	<b>1646,10</b>
	40	3371,77	1641,81*
	80	3611,50	1782,81
	120	4537,02	2135,20
	160	6006,18	2262,21
	200	6842,81	3267,13
	240	9952,24	3747,78

Üçgen kafes tipinde yükseklik kazancı olmayan Kafes U1 tipi en optimum sonucu sağlamakta birlikte ağırlık olarak yükseklik kazancı sağlayan tiplere oranla hafif durumdadır. Hilal kafes tipinde Kafes H1 ve Kafes H2 yakın sonuçlara sahip olmasına karşın Kafes H2 daha optimum bir sonuç sunmaktadır. Yükseklik kazancına ihtiyaç duyulmadığı durumlarda hilal kafes tipi daha hafif şartlar sağlamaktadır. Üçgen kafes tipinin özellikle üst ve alt başlıklarına ait kesit ölçülerinin hilal sisteme oranla fazla olması sebebiyle daha ağır sistemleri oluşturmaktadır.

Çalışma, düzlemsel çelik kafes kiriş çatı sistemlerinde farklı başlık tiplerinin yükseklik kazancına bağlı olarak ağırlık açısından, dolayısıyla da maliyet açısından değerlendirilmesini örneklem bir tasarım üzerinden ortaya koymaktadır. Tasarımcı yükseklik kazancını da göz önünde bulundurup hangi durumun kendisi açısından avantaj sağlayacağını dikkate alarak tercihte bulunabilecektir.

Not: Bu çalışma “Çelik Düzlemsel Kafes Kirişlerde Kafes Tipi ve Yüksekliğinin Ağırlık ve Maliyete Etkileri Üzerine Bir Çalışma” başlıklı Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

## 5. KAYNAKLAR

[1] Kurtay, C., Badem, M. (2004). Avrupa Ülkeleri ve Türkiye’deki Çelik Yapı Uygulama Olanak ve Kısıtlarının İncelenmesi, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 19 (4), 351-363.

[2] Deren H., Uzgider E., Piroğlu, F. (2003). *Çelik Yapılar*, 1. Baskı, Çağlayan Kitapevi, İstanbul.

[3] Roth, L., M. (2006). *Mimarlığın Öyküsü*, Çev. Ergün Akça, 3. Baskı, Kabcacı Yayınevi, İstanbul.

[4] Eyyübov, C. (2004). *Çelik Yapılar*, 1. Cilt, Birsen Yayınları, İstanbul.

[5] Özgen A., Sev, A. (2000). *Çok Katlı Yapılarda Taşıyıcı Sistemler*, Birsen Yayınevi, İstanbul.

- [6] Özhendekçi, D. (2019). YTÜ İnşaat Müh. Böl. Çelik Yapılar Ders Notları 1, <https://tr.scribd.com/document/41131964/Devrim-Ozhendekci-Celik1-Ders-Notu-1> adresinden edinilmiştir.
- [7] Sharp, D. (1993). 20th. Century Architecture, Ed. Alan Blanc, Micheal Mc Evoy, Roger Plank, *Architecture And Construction In Steel*, F&FN Spon, Londra.
- [8] Sezgin, F. (2005). Mimarlığın Geleceği Üzerine Kestirimler, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3-9.
- [9] Karaduman, M. (1999). *Çelik Yapılar*, Cilt 1, 3. Baskı, Nobel Yayınları, Konya.
- [10] Ertan, E. (2012). *Mimarlıkta Yapı-Yapım*, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- [11] Orbay, A., Savaşır, K. (2004). Tonoz Biçimli Çift Katlı Uzay Kafes Sistemlerin -Çeşitli Kriterler Açısından- Etkinliğinin Karşılaştırılmasına Yönelik Bir Araştırma, *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6 (1), 39-49.
- [12] Ata, N., Nuhuğu A., Aydın, H. (2015). Çelik ve Prefabrike Hangar Yapılarında İnşaat Maliyetlerinin Karşılaştırılması, 6. *Çelik Yapılar Sempozyumu*. <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/3176.pdf> adresinden edinilmiştir.
- [13] Kozanoğlu, C., Suk, R. (2015). Çelik Malzemeyle Yapılmış Stadyum Tribün Çatısının Taşıyıcı Sisteme Bağlı Maliyet Karşılaştırılmasının Yapılması, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11 (2), 183-193.
- [14] Işık, E., Özdemir, M., Karaşın, İ., B., Aydın M., C., Ülker, M. (2016). Çelik Profil Değişiminin Yapı Performansına Etkisi, *International Engineering, Science and Education Conference*, Diyarbakır.
- [15] T.S.E., Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, TS-498, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1987.
- [16] URL-1, <https://www.lme.com.tr/kosebent-demir-fiyatlari.html>. 30 Aralık 2019



## ÇOCUK OYUN ALANLARINDAKİ KULLANICILARIN PANDEMİ ÖNCESİ VE PANDEMİ DÖNEMİNDEKİ TUTUM VE DAVRANIŞLARINDAKİ DEĞİŞİM

<sup>1\*</sup> Candan KUŞ ŞAHİN, <sup>1</sup> Eda Nur MURATOĞLU

<sup>1</sup> Mimarlık Fakültesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, ISPARTA

\*Sorumlu Yazar: candansahin@sdu.edu.tr

**ÖZET:** Pandemi süreci (COVID-19) tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de birçok alanda etkili olmuştur. Süreçle birlikte mevcut yaşantıda meydana gelen değişimler, yetişkinleri olduğu kadar çocukları da etkilemiştir. Bu çalışmada; çocuk oyun alanlarında vakit geçiren çocukların ebeveynlerinin pandemi sürecine bakış açılarının, tutum ve davranışlarında meydana gelen değişimlerin belirlenmesi ve incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca sürecin çocuklar üzerinde olan etkisi de ebeveynler tarafından değerlendirilmiştir. Araştırma, Bilecik ili Bozüyük ilçesindeki iki çocuk oyun alanında yapılmıştır. Önceden hazırlanmış anket, en az bir çocuk sahibi olup seçilen çocuk oyun alanlarını kullanan ebeveynlere uygulanmıştır. 17 sorudan oluşan anket 100 bireye, yüz-yüze yapılan görüşme esnasında uygulanmıştır. Anket sonuçlarına göre; ebeveynlerin çoğunluğu (%82), pandemi döneminde çocukların oyun alanına olan ihtiyaçlarının arttığını ifade etmişlerdir. Ayrıca ebeveynlerin %81'inin, çocuk oyun alanlarındaki ortak kullanım alanlarını ve donatılarının kirli olduğunu düşündükleri ve hastalık kapmaktan çekindikleri için kullanmadıkları ortaya çıkmıştır. Pandemi döneminde yetişkinlerin ve çocukların yaşam tarzlarının değiştiğini düşünen ebeveynlerin sayısı da oldukça fazladır (%88). Çalışma sonucunda, kamusal alanlardaki yaşam koşullarının salgın dönemlerinde hem yetişkinler hem de çocuklar açısından iyileştirilmesine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** COVID-19, Pandemi, Çocuk Oyun Alanları, Bozüyük

## THE CHANGE IN THE ATTITUDES AND BEHAVIORS OF THE USERS IN THE CHILDREN'S PLAYGROUNDS BEFORE AND DURING THE PANDEMIC PERIOD

**ABSTRACT:** The pandemic process (COVID-19) has become influenced all around the world. However, these have considerably effects on both adults and children's lifestyle. In this study, it is aimed to examine the perceptions, attitudes and behaviors of the parents of children's who spend some leisure time in children's playgrounds. Moreover, the impact on children's behaviors was also evaluated by in the views of parents. The study was conducted in two playgrounds located in Bozüyük city center which is a district of Bilecik province. A questionnaire was prepared in advance and be applied to parents whose has at least on child to use selected playgrounds. The questionnaire consisting of 17 questions was applied to 100 individuals during face-to face interviewed. According to the survey results; the majority of parents (82%) stated that children's need for playgrounds increased during the pandemic period. In addition, it was revealed that 81% of the parents did not use the common areas and equipment of playgrounds because they were thought, those were dirty and afraid infections from them. The majority of parents (88%) declared the daily life styles have changed during the pandemic period for both parents and children. After the collecting data and observations during study, some suggestions were made for improving living conditions in public areas (i.e., parks) for both adults and children during epidemic periods.

**Keywords:** COVID-19, Pandemic, Children's Playgrounds, Bozüyük

### 1. GİRİŞ

Salgınlar, insan hayatını etkileyen afet türleridir. Tarih boyunca ortaya çıkan pandemi olarak adlandırılan salgın hastalık dereceleri, kentlerin gelişimini ciddi oranda etkilemiş ve ortaya

çıktığı her dönemde kentlerde dönüşümlere neden olmuştur. Pandemi, Dünya genelinde veya geniş alanlarda, uluslararası sınırları aşan ve genellikle çok sayıda insanı etkileyen bir salgın şeklinde tanımlanmaktadır [1]; [2]. Koronavirüs veya COVID-19 olarak belirtilen salgın, küresel bir sağlık krizine dönüşmüştür [3].

Günümüzde dünya genelinde görülen ve 2020 yılının Mart ayı itibariyle Türkiye’de de yaşanan koronavirüs (COVID-19) salgını hem yetişkinlerin hem de çocukların yaşamında önemli ölçüde değişikliklere neden olmuştur. Covid-19’a dair ilk resmi vaka, Çin’in Wuhan şehrinde Aralık 2019’da ortaya çıkmış ve hastalık kısa sürede yayılarak, dünyada büyük paniğe yol açmıştır [4]. Dünya Sağlık Örgütü tarafından, dünya çapında hızla yayılan COVID-19 için 11 Mart 2020 tarihi itibariyle pandemi (küresel salgın) ilan edilmiştir [3]; [5].

Türkiye’de ise ilk vaka 11 Mart 2020’de görülmüştür. Bu tarihten itibaren kademeli olarak, okullar kapatılmış, sanat ve spor etkinlikleri askıya alınmış, park, mesire alanı gibi açık kamusal alanların kullanımı durdurulmuş, camilerde toplu olarak ibadet durdurulmuş, alışveriş merkezleri ve çarşılar kapatılmış, 20 yaş ve altı gençlerle birlikte 65 yaş ve üzeri kişilerin sokağa çıkması uzun süre yasaklanmış ve birçok yaş gurubunun sokağa çıkmasına kısıtlamalar getirilmiştir. Devletin aldığı tedbirlerin yanı sıra, bireylerin de kendilerini korumaya aldıkları söylenebilir. İlk vakayla birlikte ortaya çıkan panik nedeniyle çoğu kişi kendini eve kapatmış ve mümkün olduğunca kalabalık yerlerden uzak durmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda evden çalışma sistemine kısmen geçilmiş, devlet kurumları ve özel sektör de dahil olmak üzere en az kişi çalıştırma sistemi de devreye sokulmuştur [6]; [7].

Sosyal mesafenin korunması, toplu yaşam alanlarında insan hareketlerinin düzenlenmesi gibi önlemler ön plana çıkmaktadır. Okullarda eğitime ara verilmesi ve öğrencilerin zamanlarını evde geçirmek zorunda olmasından dolayı psiko-sosyal olarak birtakım zorluklar yaşayabildiklerini söylemek mümkündür. Pandemi süreci, özellikle öğrencilerin morallerinin düşük olmasına, sınav ve derslerle ilgili motivasyonlarının düşmesine, post-travmatik stres bozukluğu ve anksiyeteye neden olabilmektedir [8]; [9].

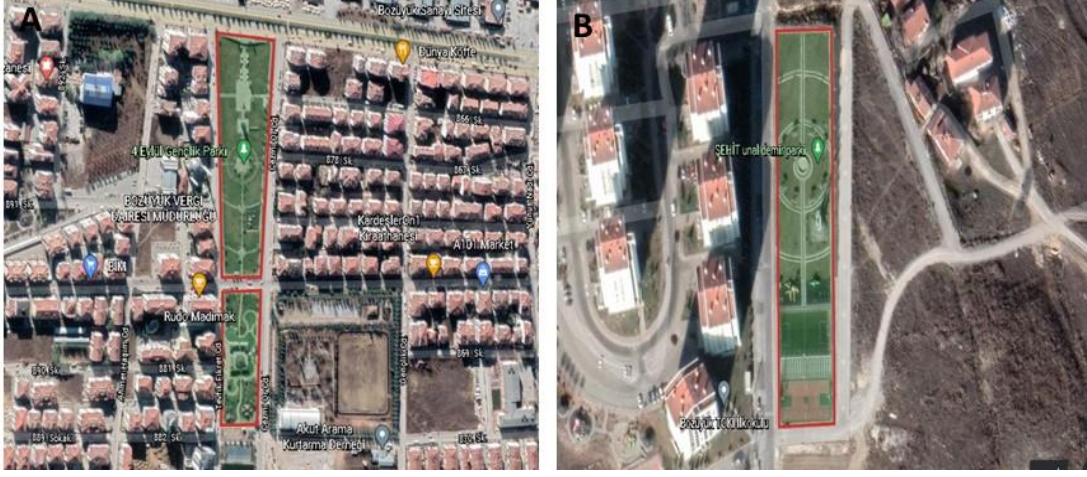
Sosyal bir varlık olan insan, salgın hastalık risklerinden dolayı evde kalıp, zorunlu olmadıkça kentsel mekanları kullanmamakta, kamusal alan kullanımlarını ve rekreasyon aktivitelerini gerçekleştirememektedir. Özellikle çocukların evde kalması ve okul ortamından uzaklaşmasının ruhsal ve fiziksel sağlığa olumsuz etkileri bulunmaktadır. Çocuk ve ergenlerde önemli olabilecek bu sorun kolaylıkla göz ardı edilebilmektedir. Okuldan uzak kalma süresinin uzaması, enfeksiyondan ve hastalıktan korkma, engellenme ve sıkılma, yetersiz bilgilenme, arkadaşlarından ve öğretmenlerinden uzak olma, evde kişisel alanın kalmayışı ve ailenin ekonomik kayıpları çocuk ve ergenlerin ruhsal sağlığını olumsuz etkilemektedir.

Bu çalışmada, COVID-19 pandemisi sürecinin öğrencilere olan etkilerinin incelenmesi ve öğrencilerin deneyimlediği birçok durumu (okula gidememek, dışarı çıkamamak, açık alanda zaman geçirememek, çocuk oyun alanlarında oynayamamak, akrabalar, komşular, arkadaşlar ve öğretmenlerle fiziki olarak görüşmemek vb.) değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın materyalini, Marmara Bölgesi’nin güneydoğusunda bulunan Bilecik ili, Bozüyük ilçe merkezi, 4 Eylül Mahallesi’nde yer alan Gençlik parkı ve Yeni Doğan Mahallesi’nde yer alan Şehit Demir Ünal parkı oluşturmaktadır (Şekil 1A, Şekil 1B). Bu alanlarda vakit geçiren çocukların ebeveynlerinin, salgın sürecine bakış açılarının belirlenmesi

amaçlanmıştır. Bu bağlamda, ebeveynlerin kendileri ve çocuklarının tutum ve davranışlarında meydana gelen değişimlerin belirlenmesi amacıyla söz konusu alanların kullanıcılarına anket çalışması yapılmıştır. Ayrıca, çocuk oyun alanlarını kullanan anneler ve çocuklarına ait fotoğraflar da çalışmada materyal olarak kullanılmıştır.



**Şekil 1.** Bozüyük ilçe merkezindeki parklar (A: Gençlik Parkı, B: Şehit Demir Ünal Parkı)

Deneklere uygulanan anket formu, 17 soru içeren iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm, pandemi öncesi döneme yönelik 5 adet soru, ikinci bölüm ise pandemi dönemine ait 12 adet soru içermektedir. Anketler, 2021 yılının Ocak ile Mart ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Ankete toplam 100 denek katılmış olup bütün katılımcılar annelerden seçilmiş ve elde edilen tüm anket formları geçerli sayılmıştır. Anket bilgilerinin bilgisayar ortamına aktarılması, analiz edilmesi, grafik ve tabloların oluşturulmasında Microsoft Excel programından yararlanılmıştır. Sonuçta da elde edilen verilere ilişkin öneriler geliştirilmiştir.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Son bir yılda dünya genelinde insanlar üzerine büyük bir etki yapan COVID-19 virüsü ve pandemi sürecinin, toplumun tüm kesimleri üzerinde etkileri olmuştur. Bu çalışmada, Bozüyük ilçe merkezindeki iki çocuk oyun alanını ziyaret eden ebeveynlerin düşünce ve görüşlerin öğrenilmesi amacıyla, önceden hazırlanmış anket soruları yöneltilmiştir. Anket uygulamasında, pandemi öncesi döneme ait ebeveynlerin görüşleri ve pandemi sürecindeki durumların ortaya konulması amaçlanmıştır.

İlk olarak pandemi öncesinde çocuk oyun alanlarını ziyaret etme sıklığının öğrenilmesi amacıyla yönetilen sorulardan alınan cevaplar incelendiğinde; ebeveynlerin %38'i haftada birkaç kez, %22'si ayda bir kez, %21'i haftada bir kez, %13'ü her gün ve %6'sı ise onbeş günde bir çocuklarıyla bu oyun alanlarını ziyaret ettiklerini ifade etmişlerdir.

Pandemi öncesinde, bu ziyaretler esnasında çocuk oyun alanlarında geçirilen süreler incelendiğinde ise, deneklerin yaklaşık yarısının (%49) iki saat, %32'sinin bir saat, %11'inin yarım saat, %3'ünün yarım saatten az ve sadece %5'inin 3 saat ve üzeri zaman geçirdikleri görülmektedir.

Pandemi öncesinde, deneklerin çok büyük çoğunluğu (%86), çocuk oyun alanlarının kalabalık olduğunu fakat sadece yarısı (%49), alanın kalabalık olma durumunun alana gitme zamanıyla ilgisinin olmadığını ifade etmişlerdir.

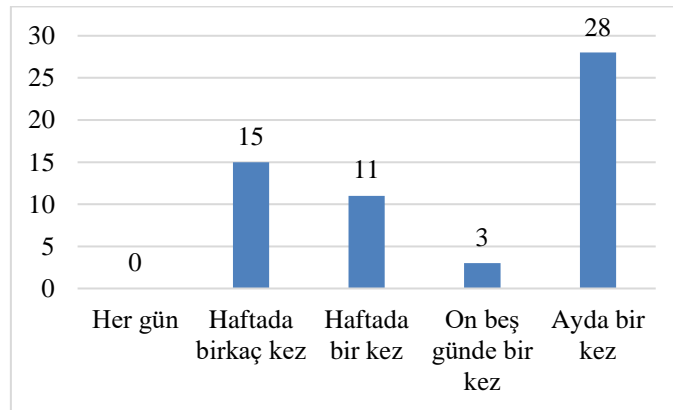
Giriş bölümünde açıklandığı üzere, pandemi süreci toplumun geniş kesimlerinde birçok psikososyolojik olayların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Anket çalışmasının ikinci kısmında ise pandemi sürecinde ebeveynlerin çocuk oyun alanlarını ziyaretleriyle ilgili düşüncelerin öğrenilmesi amaçlanmıştır.

Pandemi döneminde aynı ebeveynlerin çocuklarıyla birlikte oyun alanlarına gitme durumları incelendiğinde ise; %57'si çocuklarıyla birlikte oyun alanlarını ziyaret ettiklerini, %43'ü ise ziyaret etmediklerini ifade etmişlerdir (Şekil 2).



Şekil 2. Oyun alanını ziyaret eden çocuklar

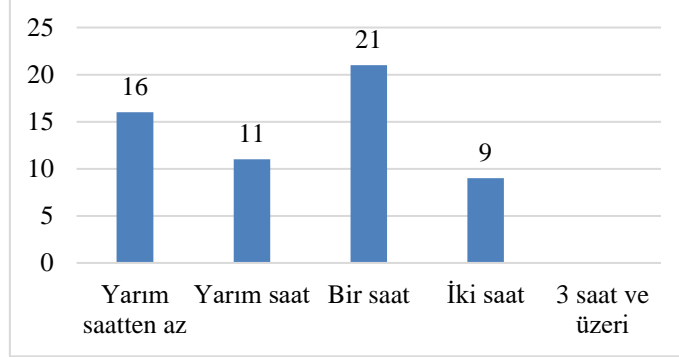
Şekil 3'te, pandemi döneminde çocuk oyun alanlarını ziyaret ettiklerini ifade eden ebeveynlerin, ziyaret etme sıklıkları verilmiştir. Şekilde görüleceği üzere, %28'i ayda bir kez, %15'i haftada birkaç kez, %11'i haftada bir kez ve %3'ü ise on beş günde bir kez ziyaret ettikleri, her gün ziyaret edenlerin ise olmadığı anlaşılmıştır.



Şekil 3. Pandemi döneminde çocuk oyun alanına gitme sıklıkları



Şekil 4'te ise, pandemi döneminde çocuk oyun alanını ziyaret eden ebeveynlerin, alanda geçirdikleri süreler gösterilmiştir. Ebeveynlerden %21'i alanda çocuğuyla birlikte 1 saat geçirdiklerini, 3 saat ve üzeri zaman geçiren hiç kimsenin olmadığı belirlenmiştir (Şekil 5).



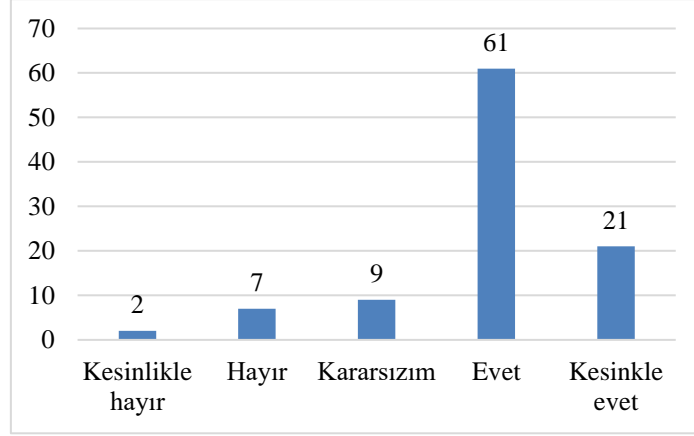
Şekil 4. Pandemi döneminde çocuk oyun alanında geçirilen süre



Şekil 5. Çocuklarıyla birlikte oyun alanında vakit geçiren ebeveynler

Ayrıca deneklerin çoğunluğu (%62), pandemi döneminde çocuk oyun alanlarının fazla kalabalık olmadığını, %17'si çok kalabalık olduğunu, %6'sı kalabalık olmadığını, %21'i ise bu konuda kararsız olduğunu beyan etmiştir.

Ebeveynlere "Pandemi ile birlikte çocuğunuzun oyun alanlarına olan ihtiyacının arttığını düşünüyor musunuz?" şeklinde soru yöneltildiğinde, %82'si arttığını, %9'u artış olmadığını, %9'u ise kararsız olduğunu ifade etmişlerdir (Şekil 6).



**Şekil 6.** Pandemi döneminde çocukların oyun alanlarına olan ihtiyacının artma durumu

Ebeveynlere, “*Pandemi döneminde çocuk oyun alanında çocuğunuzun psikolojik ve fiziki olarak rahatladığını düşünüyor musunuz?*” sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde ise, ebeveynlerin çoğunluğu (%81) evet, %17’si hayır cevabını verirken %2’si ise kararsız olduğunu ifade etmişlerdir.

Çocuk oyun alanlarındaki oturma birimleri, çeşme, çocuk oyun donatıları, WC gibi ortak kullanım alanlarını ve donatıları kullanıp kullanmadıkları sorulduğunda ise, deneklerin çoğunluğu (%81) bu donatı elemanlarını hiçbir şekilde kullanmadıklarını, sadece %15’i kullandıklarını, %4’ü ise kararsız olduklarını ifade etmişlerdir (Şekil 7).



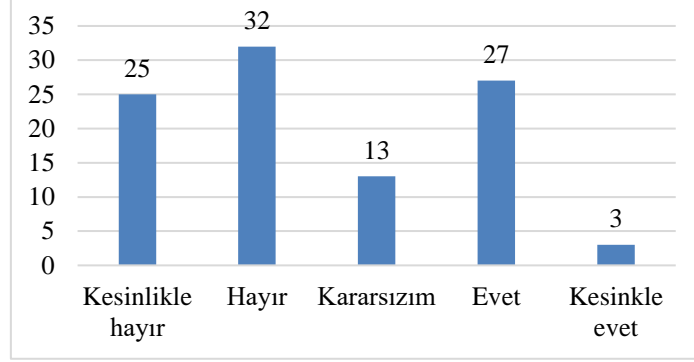
**Şekil 7.** Ortak kullanım alanlarının kullanılması istenmeyen çocuklar

“*Pandemi döneminde çocuk oyun alanında ortak kullanım alanlarını kullanmıyorsanız nedenini belirtir misiniz?*” sorusuna ise ebeveynlerin çoğunluğu (%52) korktuğu için, %25’i kirli olduğunu düşündüğü için, %11’i zaten kullanmadığını, %8’i tercih etmediğini, %4’ü ise ihtiyaç duymadığını ifade etmişlerdir.

“*Çocuk oyun donatılarını kullanırken çocuğunuzun kişisel hijyeninde endişeniz olduğunda nasıl bir çözüm uyguluyorsunuz?*” sorusuna ise ebeveynlerin çoğunluğu (%41), dezenfektan

veya kolonya ile dezenfekte ettiklerini, %18'i dikkatli şekilde kullandıklarını, %11'i ıslak mendil/havlu kullandıklarını ifade etmişlerdir.

Ebeveynlerin, “Çocuk oyun alanını kullanan çocukların ve yetişkinlerin pandemi ile ilgili kurallara uyduğunu düşünüyor musunuz?” sorusuna verdikleri cevaplar Şekil 8’de gösterilmiştir. Burada görüleceği üzere bu soruya deneklerin %57’si hayır, %30’u evet cevabı verirken %13’ü ise kararsız olduğunu belirtmiştir (Şekil 9).

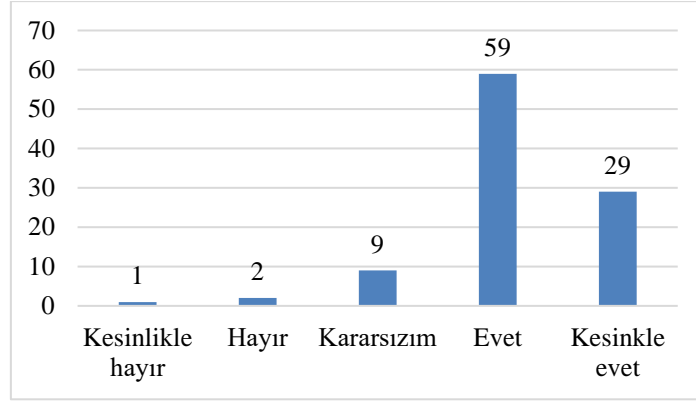


Şekil 8. Çocuk oyun alanını kullanan çocukların ve ebeveynlerin pandemi ile ilgili kurallara uyma durumu



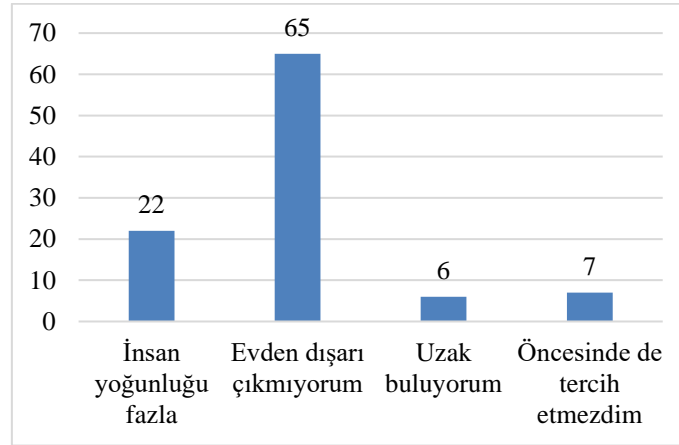
Şekil 9. Kurallara uymayan çocuklar

Ebeveynlere yöneltilen “Pandemi döneminde yetişkinlerin ve çocukların yaşam tarzlarının (temizlik, mesafe, empati, saygı vb) değiştiğini düşünüyor musunuz?” sorusuna verilen cevaplar Şekil 10’da yer almaktadır. %88’i pandemi döneminde yaşam tarzlarının değiştiğini ifade ederken, sadece %3’ü değişmediğini ifade etmiştir.



**Şekil 10.** Pandemi döneminde ebeveynlerin ve çocukların yaşam tarzlarının değişme durumu

“Pandemi döneminde çocuk oyun alanını tercih etmiyorsanız nedenini belirtir misiniz?” sorusuna ise ebeveynlerin çoğunluğu (%65) evden dışarıya çıkmadıklarını, %22’si ise bu alanlarda insan yoğunluğu fazla olduğu için tercih etmediklerini belirtmişlerdir (Şekil 11).



**Şekil 11.** Pandemi döneminde çocuk oyun alanını tercih etmiyorsanız nedenini belirtir misiniz?

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Koronavirüs (COVID-19) salgını nedeniyle çocuk ve ergenlerin hem kendileri hem de aileleri, arkadaşları ve yakınları için panik, endişe, korku ve kaygı yaşaması, olağan kabul edilmektedir. Çocukların ve ergenlerin yaşadığı bu süreci iyi yönetebilmek, ebeveynlerin sorumlulukları arasındadır. Ancak bu süreçte başarılı bir ebeveynin, öncelikle kendi kaygı, endişe ve korku düzeyini kontrol edebilmesi beklenmektedir.

COVID-19, günlük yaşama yön veren pek çok kurum ve kuruluşun yanı sıra farklı kademelerdeki eğitim kurumlarının geçici süreyle kapatılması, evden çalışma, yarı zamanlı çalışma, sosyal mesafeyi koruma ve sosyal izolasyon uygulamaları gibi önemli düzenlemelerin yapılmasına neden olmuştur. Bu süreçte, sosyal mesafenin korunması, toplu yaşam alanlarında insan hareketlerinin düzenlenmesi gibi önlemler de ön plana çıkmaktadır. Çocuklar açısından alınan önlemlerden birisi; öğrenciler, öğretmenler ve velilerin sağlığı için eğitime fiziki olarak ara verilmesi, derslerin uzaktan eğitim biçiminde devam ettirilmesidir.

Bu çalışmada, COVID-19 pandemisi sürecinin çocuklara olan etkisinin ebeveynler gözüyle incelenmesi ve çocukların deneyimlediği birçok durumun değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Pandemi öncesi dönemde kentlerde yer alan çocuk oyun alanları, çocukların ve ebeveynlerin sık sık gittikleri, sosyalleştikleri, zaman geçirdikleri mekanlardır. Ancak pandemi, bireylerin bu alanları kullanımını etkilemiştir. Çoğu ebeveyn, kalabalık olması nedeniyle çocuk oyun alanlarında virüs bulaşması endişesiyle, kendini ve çocuğunu güvensiz hissetmiş ve bu tür açık alanlardan kendilerini korumak için uzak durmuşlardır. Evde kalınan dönem boyunca, doğadan ve çevreden soyutlanan ebeveynler ve çocukları, kısıtlamalar hafifleyince parklara ve oyun alanlarına akın etmişlerdir. Bu da yoğun talepten dolayı, kalabalık ortamların oluşmasına, sosyal mesafe kurallarına uyulmamasına neden olmuştur.

Pandemi sürecinde, kısıtlamalar ve tedbirlerden sıkılan çocukların farklılık olması için oyun alanlarına olan ihtiyaçlarının arttığı ve açık alandaki oyun alanlarını tercih ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Ancak ebeveynlerin, oyun alanındaki donatı elemanlarını, oturma birimlerini, çeşmeyi ve WC gibi ortak kullanım alanlarını çocuklarının kullanmalarına izin vermedikleri anlaşılmıştır.

Pandemi sürecinde ortaya çıkan ihtiyaçlar doğrultusunda, çocuk oyun alanlarının plan ve tasarımlarının geliştirilerek kullanım devamlılığının sağlanması önem kazanmıştır. Bu süreçte, daha da önem kazanan oyun alanlarının kullanım devamlılığı için tasarım ve planlamalarının daha kapsamlı yapılması, ileride yaşanabilecek pandemi süreçlerinde hem ebeveynlere hem de çocuklara daha kaliteli hizmet sunmak açısından oldukça önemlidir.

Değişen öncelikler ve beklentiler nedeniyle, kentsel mekanın pandemi gibi afetlere yönelik önlemleri de içerecek bir şekilde planlanması, tasarımı ve yönetiminde peyzaj mimarlarının rolü kaçınılmazdır.

## KAYNAKLAR

- [1] LAST, J. M. (2001). *A Dictionary of Epidemiology. 4th Edition*. Oxford University Press, New York.
- [2] ÖZTAŞ KARLI, R.G., ÇELİKAY, S., 2020. Akıllı Kentlerin Gelişiminde Covid-19 Etkisi. *Van Yüzcü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. Sayı: Salgın Hastalıklar Özel Sayısı, 321-338.
- [3] DSÖ, (2020). <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/events-as-theyhappen>. Erişim Tarihi: 25.05.2020.
- [4] KURT DEMİRBAŞ, N. ve SEVGİLİ KOÇAK, S. (2020). 2-6 Yaş Arasında Çocuğu Olan Ebeveynlerin Bakış Açısıyla Covid-19 Salgın Sürecinin Değerlendirilmesi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7 (6), 328 – 349.
- [5] bbc, (2020). <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-51614548> (Erişim Tarihi: 15.04.2020).
- [6] IŞIK, A. (2020). Koronavirüs (Covid-19) Salgını Döneminde Ailede Krize Müdahale. *Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 6(1), 1-9.
- [7] KARATAŞ, Z. (2020). COVID-19 Pandemisinin Toplumsal Etkileri, Değişim ve Güçlenme. *Türkiye Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 3-15.
- [8] KARA, Y. (2020). Pandemi Sürecindeki Öğrenci Deneyimleri: Bakırköy İlçesi Örneği. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7 (7), 165-176.
- [9] SCHOU, C., HEEGAARD, N. H. H., ELECTROPHORESIS, B., S. K., WEBSTER, R. K., SMITH, L. E., WOODLAND, L., WESSELY, S., GREENBERG, N. ve RUBİN, G. J. (2020). The psychological impact of quarantine and how to reduce it rapid review of the evidence. *The Lancet*, 395 (10227), 912-920.



## THE RATE OF ENTROPY GENERATION ON THE EARTH

Emre Aşkın Elibol<sup>1</sup>, Halil ŞENOL<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Giresun Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Giresun, Türkiye

### Abstract

In this study, beginning with the structure of atmosphere and irreversible processes of the Earth, the rate of entropy generation mainly based on solar radiation was considered. Absorption of the solar radiation, is one of most effective irreversible process on the Earth, therefore it has been examined in more detail than other irreversible processes. General information about radiation was given for clear perspective with regard to absorption and the irreversibility it caused. The effects of solar radiation on the atmosphere and the Earth's surface were discussed in terms of flux and their contribution to the rate of entropy generation is discussed. Overall amount of the rate of entropy generation was then estimated on the context of the Earth's entropy generation budget. As a result, it is recommended to examine the entropy issue in detail in terms of the future of the Earth and the Universe in future studies.

**Keywords:** Entropy; Irreversibility; Entropy generation.

### ÖZ

Bu çalışmada, atmosferin yapısı ve Dünya'nın tersinmez süreçlerinden başlayarak, esas olarak güneş ışınımına dayalı entropi oluşum hızı ele alınmıştır. Güneş radyasyonunun absorpsiyonu, Dünya'daki en etkili geri dönüşü olmayan işlemlerden biridir ve bu nedenle diğer geri dönüşü olmayan işlemlere göre daha ayrıntılı olarak incelenmiştir. Radyasyon hakkında genel bilgiler, absorpsiyon ve neden olduğu tersinmezlik ile ilgili net bir bakış açısı sağlanmıştır. Güneş radyasyonunun atmosfere ve Dünya yüzeyine etkileri akı açısından tartışılmış ve entropi oluşum hızına katkıları tartışılmıştır. Entropi üretim hızının genel miktarı, daha sonra Dünya'nın entropi üretim bütçesi bağlamında tahmin edilmiştir. Sonuç olarak, gelecek çalışmalarda entropi konusu Dünya'nın ve Evrenin geleceği açısından ayrıntılı olarak incelenmesi önerilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Entropi; Tersinmezlik; Entropi üretimi.

## 1. Introduction

The exchange processes on the Earth system occur by means of closed loops called cycles. They constantly interact with each other in accordance with certain natural laws. The Sun is the main energy source of these exchange processes and it enables the flow of matter through the whole system. Some cycles must be maintained in order for the Earth to continue its existence. These global cycles are accompanied by some irreversibilities. The Sun triggers an irreversible process, since it is an integral part of these cycles. For this reason, it contributes to entropy generation on the Earth. To look at the broader framework of entropy on the Earth, it is necessary to consider its whole structure. The part that contributes most to the entropy generation of the Earth is obviously solar radiation. The laws of nature are supported by thermodynamic laws, and these two are integral parts of each other. The future of the Earth and Universe has been tried to be explained by these laws over the years. Applying thermodynamic laws to natural phenomena is not a new approach. On the contrary, it is a constantly used approach by scientists for better understanding [1].

### 1.1 Composition of the Earth's Atmosphere

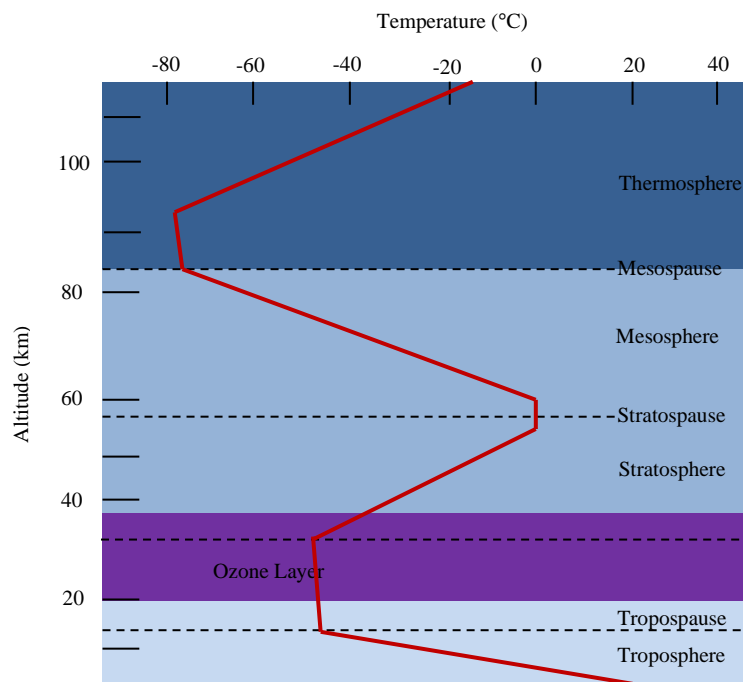
There are some atmospheric gases which are capable of absorbing and trapping radiation and heating up the Earth. These are called the greenhouse gases. The natural component of greenhouse gases are which reasons the heating up; water vapor is about 36-70 %, ozone is about 37 %, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) is about 9-26%, and methane (CH<sub>4</sub>) is about 4-9 % [1]. The Earth's atmosphere consists of distinct layers switching with altitude:

- ❖ Exosphere (~500km) : The layer where the atmosphere merges with space.
- ❖ Thermosphere (>90km) : The layer where space shuttles and satellites are located.
- ❖ Mesosphere (50-90km) : The layer where meteors burn up.
- ❖ Stratosphere (12-50km) : The layer where stable air exist.
- ❖ Tropopause (11-12km) : The layer which is a cover between troposphere and upper layer.
- ❖ Troposphere (0-11km) : The mixing layer which all weather are limited to this layer.

### 1.1.1. Ozone layer

Radiation emitted by the Sun ranges from gamma rays ( $10^{-12}$   $\mu\text{m}$ ) to radio waves ( $10^{13}$   $\mu\text{m}$ ). The solar radiation has been purified of its most biologically damaging wavelengths at sea level by gases in the atmosphere, most notably water vapor and ozone [2].

Solar radiation has significant impact upon ozone, O<sub>3</sub>, the molecule consists of three oxygen atoms, in the atmosphere. Despite O<sub>3</sub> molecules in the stratosphere and the troposphere are chemically same, they have varied roles in the atmosphere. Stratospheric ozone, often called 'good ozone' is advantageous in that it absorbs most of the biologically harmful ultraviolet, called ultraviolet-B (UVB) radiation. Excessive UVB would permeate the atmosphere and would arrive the Earth's surface without the filtering action of the ozone layer. The ozone layer absorbs ultraviolet radiation, creating a heat source that causes the temperature to rise towards the upper layers of the atmosphere (Fig. 1). Therefore, ozone has a significant role in the temperature construction of the Earth's atmosphere.



**Fig. 1.** Vertical temperature profile of the atmosphere based on data of International Civil Aviation Organization [3].

Tropospheric ozone (often referred to as "bad ozone") has destructive effects on nature. It reacts exceedingly with other molecules, and its large amounts are very toxic to all living creatures in direct contact. The outermost layers of the atmosphere, the thermosphere and the mesosphere absorb all X-rays and ultraviolet-C (UVC) in the wavelength range of 0.1–0.28  $\mu\text{m}$  and UVB in the the wavelength range of 0.28–0.315  $\mu\text{m}$ . The remaining UVC and most of UVB are filtered out by the stratosphere containing 90% of the ozone in the atmosphere [1].

## 1.2 Irreversibility, Irreversible Processes, and Irreversible Processes on the Earth

In this section, the notion of irreversibility has been tackled before the irreversible processes on the Earth. Some processes that are discussed at the thermodynamics occurs in a one certain direction. Once these processes occur in a certain direction, they cannot occur reversibly in a opposite direction, thus they cannot turn the system to its initial state. Therefore, they are classified as an irreversible processes. To give an example of the irreversibility: When a glass of hot water cools down, it does not heat up if the heat lost from the environment is restored. In fact, the environment and the system (water) will return to the initial conditions and this will be a reversible process.

Reversible processes are not in a place neither engineering applications, nor in nature. They are only ideal processes that enable us to understand real complicated processes more easily. Despite the fact that all processes in nature of the Earth are irreversible, there are two main reasons why human beings are interested in reversible processes, which are fictitious notion.

The factors that cause a process to be irreversible are called *irreversibilities*. The irreversibility of a process could be due to (*Non-equilibrium during process*) non-equilibrium during process and/or (*Dissipations*) dissipations [4].

### 1.2.1 Non-equilibrium during process (external irreversibilities)

Non-equilibrium could be as a mechanical, thermal and chemical between the system and its surroundings causes a spontaneous irreversible changes. Some of these irreversible changes are mentioned below.

### 1.2.2 Heat transfer through a finite temperature difference

All real heat transfer processes occurs at a finite temperature difference, so they are also irreversible, and the temperature difference is directly proportionate to the irreversibility [4]. Given that the temperature difference between the Sun and the Earth's atmosphere is very large, it can be said the irreversibility is also very large. Due to this high temperature difference, the heat transfer rate from the Sun to the Earth's atmosphere is also high. According to this; the question of "whether heat transfer between the Earth and the Sun will come to a halt due to global warming thousands of years later " may spring to mind. It is obvious that human beings should continue their investigations in order to be able to answer this question.

### 1.2.3 Non-equilibrium of pressure within the system or between the system and its surroundings



In the event that there exists a pressure gradient (or difference in pressure) between the system and its surroundings, there is no mechanical equilibrium. In this situation, the system and its surroundings continue to change their states constantly until mechanical equilibrium is established. When mechanical equilibrium is established and pressure gradient is eliminated, it is not no longer possible to reverse without any internal or external impact.

#### 1.2.4 *The unrestrained expansion of a gas*

According to the law of energy conservation, the heat transmitted from the gas must be equal to the work performed on the gas by the environment. However, initialization of the environment causes this heat to be completely transformed into work and neglected. Therefore, such gas expansions are an irreversible process [5].

#### 1.2.5 *Dissipations (internal irreversibilities)*

Dissipations can be divided into five, and these are friction, mixing of two fluids (viscosity), electric resistance, inelastic deformation of solids and magnetic hysteresis. In this work, only the friction was viewed among the all types of dissipations because of the large proportion of it on the Earth.

#### 1.2.6 Friction

Such irreversibility can be between two moving solid bodies in contact, between a solid and fluid, or between two moving fluids with different velocities. Friction is a type of irreversibility that is frequently encountered on the Earth.

Although the classification of irreversibility is described above, the irreversibility can be classified differently: Irreversibility is called mechanical reversibility if the work is propagated to the increase in the internal energy of a system or due to a limited pressure gradient. If the process is caused by a finite temperature gradient, it is called thermal irreversibility and is called chemical irreversibility if it is caused by a finite concentration gradient or a chemical reaction [4]. The existence of any of these irreversibilities makes the process irreversible.

In 1927, a notion called "arrow of time" emerged. According to this notion: If an arrow is drawn and the arrow is followed and there are more random elements belonging to the world, the arrow extends to the future and if there are fewer random elements, the arrow extends to the past [6]. The word arrow implies a direction only one-way from the past to the future. The notion "arrow of time" means that the time is a one-way property and it is never reversed. The "random element" refers to entropy which a measure of the disorder of any systems. The second law of thermodynamics shows the irreversibility of the processes and consequently presents the notion of "arrow of time ". Note that the time is assumed to flow linearly and irreversibly.

The arrow in the notion "arrow of time" is divided into many types. Some of those with brief explanations: *Thermodynamic arrow* (the entropy of a closed system always increase continually, namely the thermodynamic arrow of time generate entropy); *cosmological arrow* (the universe expansions as time slips by); *radiative arrow* (waves, such as electromagnetic and mechanical, never converge uniformly on a point, they often diverge uniformly); *historical arrow* ("the accumulation of information over time", the accumulation of information is an irreversible process that generates entropy, so the entropy of the universe besides the Earth as a whole still rises); *biological arrow* (every living creature dies after a while, and it can not reverse, thus generate entropy); *psychological arrow* (we perceive time

as moving from the past to the future, and as events come towards us in the future, they will move toward our memory from unknown. This is information fixing and generates entropy) [7-9].

The Clasius inequality means that the system, endeavour to return to its initial state, has to be discarded its the entropy. The some amount of heat should be transferred to outer side to achieve this process, but there is no real system in nature which return to its initial state without increasing the entropy of the surrounding, or more generally the "universe". The entropy increase indicates that everything has changed, and it allows the future and the past to be distinguished: that's the "arrow of time" [10].

1.2.7 Irreversible processes on the Earth & Entropy budget of the Earth

Irreversibility and resultant entropy generation results from the Earth system processes. The irreversible processes in relation of the Earth system are illustrated in Fig. 2. As shown in Fig. 2, various gradients within the Earth are consumed by irreversible processes in accordance with the second law of thermodynamics [11].

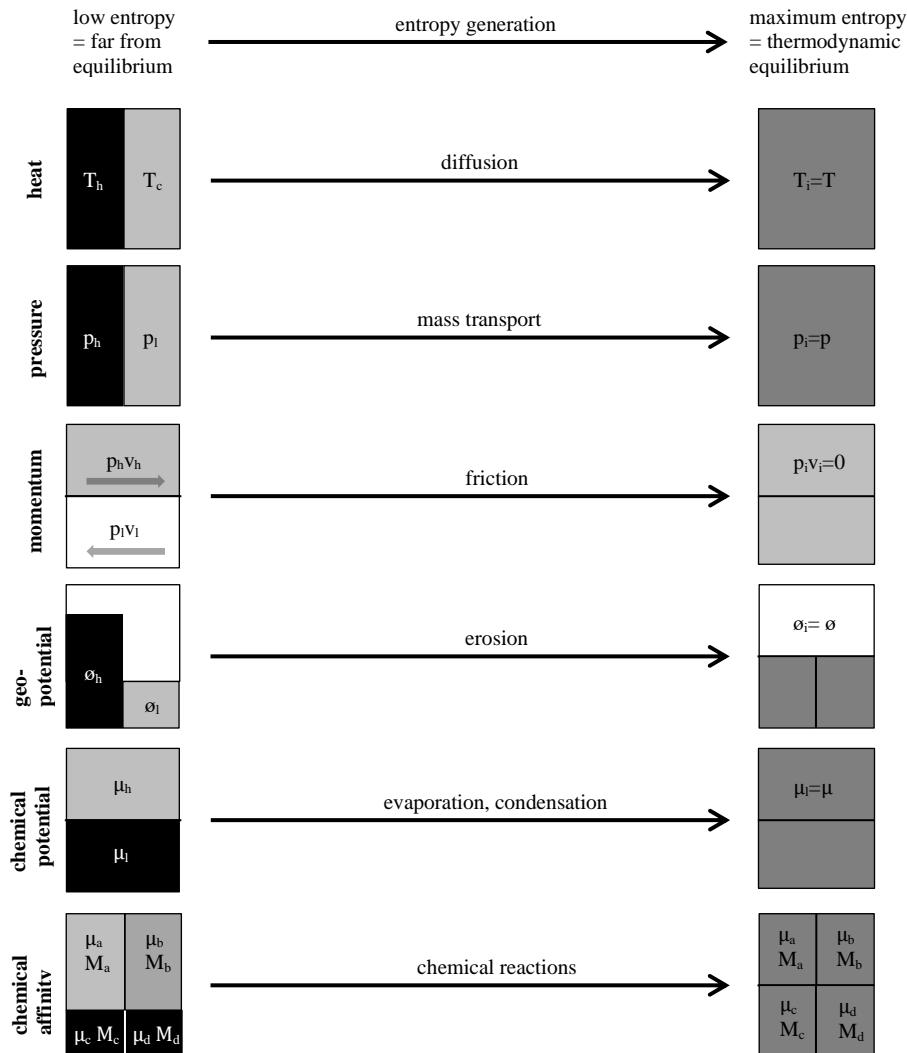
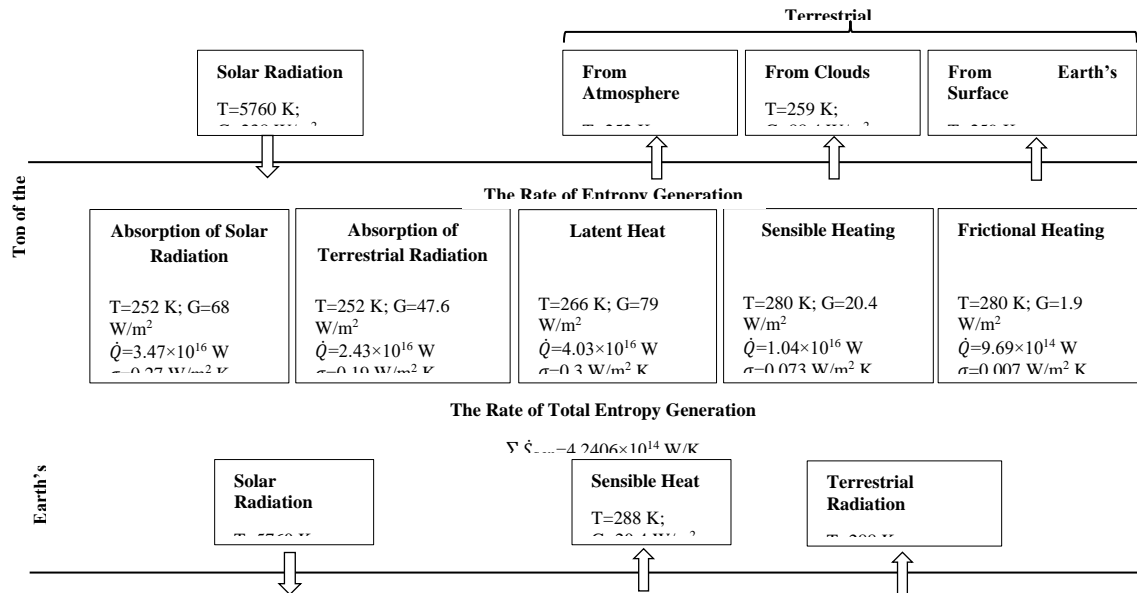


Fig. 2. Representation of irreversible processes in the Earth system and its relation to attenuating gradients, thereby bringing different variables to thermodynamic equilibrium states [11]. In Fig. 2., where  $T$  is the temperature,  $p$  is the pressure,  $\phi$  is the gravitational potential,  $v$  is the velocity,  $\mu$  is the chemical potential.

Fundamentally, all studies the Earth system has are related to irreversibility and therefore entropy generation. Entropy generation based on the irreversibilities can be characterized as the product of a thermodynamic force and flux [12]. Entropy budget of the Earth, as shown in Fig. 2, presents a quantitative perspective of the rate of entropy generation and provides comparing the proportion of irreversible processes with each other at overall rate of entropy generation by the Earth system. While the table shown in Fig. 2 is being established, it has been benefited from the fluxes passing through the upper and lower layers and the temperature values at these boundaries obtained from literature studies [13,14]. The three terms shown by the upward arrow on the top right of the figure indicates the infrared radiation (8.5-11µm) flux that the Earth's surface, the atmosphere and the clouds emit. When all the values of the rate of entropy generation are added together, the rate of total entropy generation within the atmosphere is approximately  $4.2406 \times 10^{14}$  W/K. As it can be seen, the rate of total entropy generation was calculated via some of the irreversible processes in the atmosphere separately. In summary, the values in Fig. 3 show that absorption of solar radiation and the latent heat have biggest proportion within the rate of total entropy generation in the atmosphere. Among the non-radiative processes, the contribution of hydrologic cycle to the rate of total entropy generation is large, while the contribution of the sensible heat and frictional dissipation are relatively small (also see [12]).



**Fig. 3.** Entropy budget of the Earth. The symbols are:  $\dot{S}_{gen}$ , the rate of entropy generation;  $\sigma$ , entropy flux;  $\dot{Q}$ , the rate of radiation heat transfer;  $G$ , radiation flux; and  $T$ , temperature.

### 1.2.8 Absorption

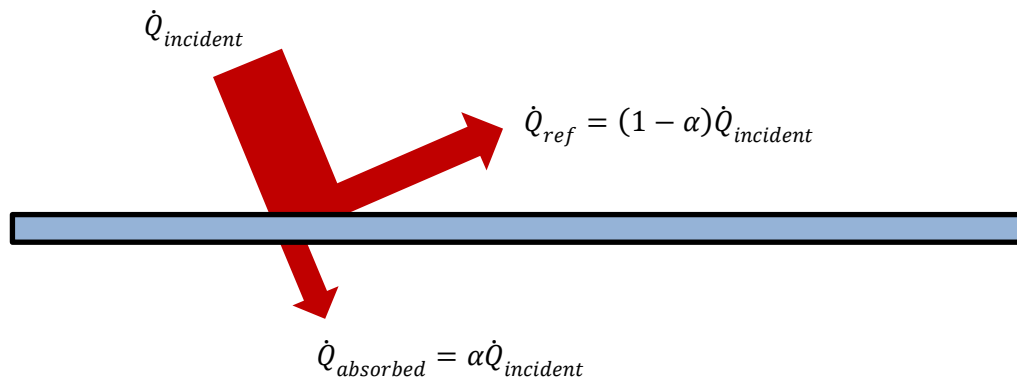
Before the subject of absorption, it may be useful to give a brief information about radiation. The existence of radiation was theoretically found in 1864 by physicist J. C. Maxwell. As a result, electric and magnetic fields have been discovered and these moving fields have been called *electromagnetic waves* or *electromagnetic radiation* [15]. Unlike other heat transfer types such as convection and conduction, transfer of energy by radiation does not necessary a physical material to intervene. Since the space acts like a vacuum, the energy of the Sun reach the Earth only by radiation. Radiation is a very fast energy transfer that the Sun can use to conserve its vitality [16].

The radiation emitted by surfaces at an absolute temperature  $T_s$  (in K) is given by the Stefan–Boltzmann law [17,18] as: (Eq(1)).

$$\dot{Q}_{emit} = \epsilon\sigma A_s T_s^4 \tag{1}$$

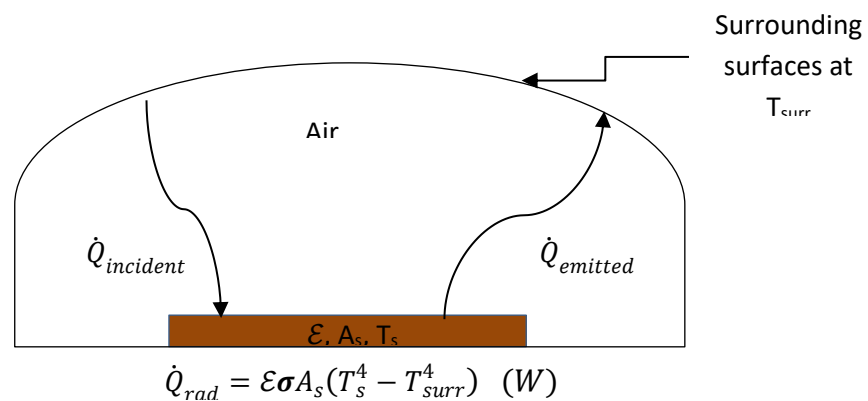
where  $\epsilon$  is the emissivity of the surface,  $\sigma$  is the Stefan-Boltzmann constant with a value of  $5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$  and  $A_s$  is the surface area. Value of  $\epsilon$  is in the range  $0 \leq \epsilon \leq 1$  and it will have a value of 1 in case the surface is blackbody. Although the Earth is not an excellent blackbody,  $\epsilon$  could assumed to be 1 in calculations. Another important radiative property of a surface is absorptivity. Its value is in the range  $0 \leq \alpha \leq 1$  similar to emissivity. Values of  $\alpha$  is 1 for the blackbody, because the blackbody is a perfect absorber. These two properties of a surface firmly depend on the wavelength of the radiation and the temperature. For opaque (non-transparent) surfaces, the irradiated radiation is reflected back by the surface ( $\dot{Q}_{ref}$ ). The rate at which a surface absorbs radiation is determined from Fig. 4  $\dot{Q}_{incident}$  represents the rate of incident radiation on the surface (Eq(2)).

$$\dot{Q}_{absorbed} = \alpha \dot{Q}_{incident} \tag{2}$$



**Fig. 4** The absorption of radiation by an opaque surface.

When a surface at the absolute temperature ( $T_s$ ) is completely covered with a gas such as radiation-conducting air at the absolute temperature  $T_{surr}$  is covered with the other surface, radiation heat transfer between these two surfaces is shown in Fig. 5.

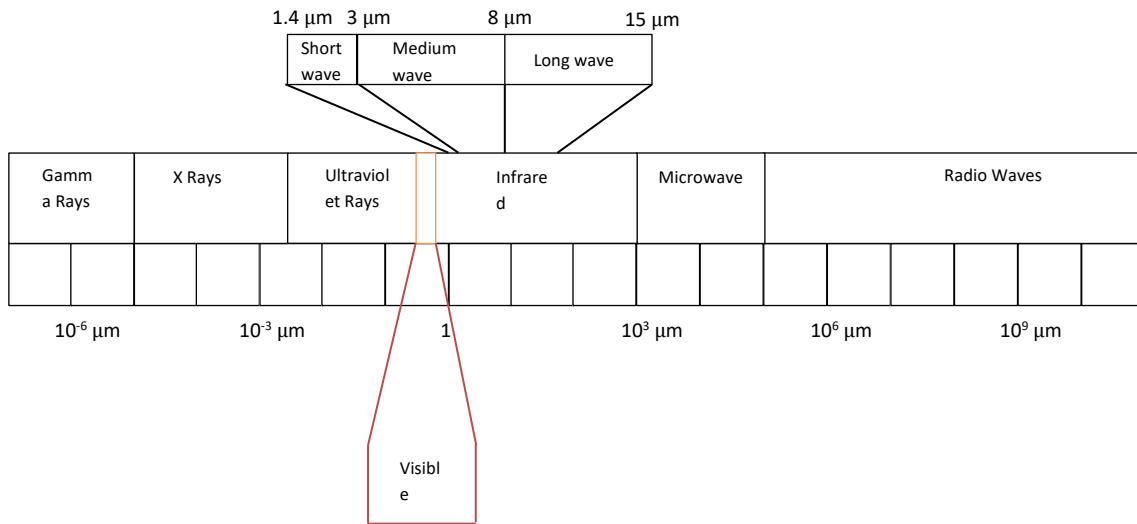


**Fig. 5.** Radiation heat transfer between a surface and its surrounding.

The direction of heat transfer by conduction and convection occur from high temperature to low temperature. However, for instance, solar radiation reaches to the Earth by passing through air layers colder than surface. Similarly, the surface inside the greenhouse reaches high temperatures by absorbing the incident radiation even though the outer surface of the glass or plastic of the greenhouse is relatively colder.

By Max Planck's photon theory which he worked on in 1900, it was understood that the photon energy was reverse proportional to the wavelength and therefore the short wavelength radiation has larger photon energies [19].

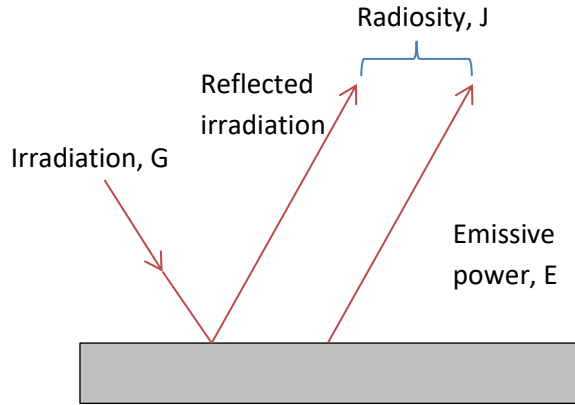
The electromagnetic radiation is called the thermal radiation which is related to the heat transfer emitted in terms of energy transitions of, atoms, molecules, and electrons of a substance [16]. With reference to Fig. 6, the thermal radiation is in the range of 0.1 to  $10^2 \mu\text{m}$  in this spectrum. Therefore, thermal radiation includes all visible and part of the ultraviolet radiation with infrared radiation.



**Fig 6.** The electromagnetic wave spectrum

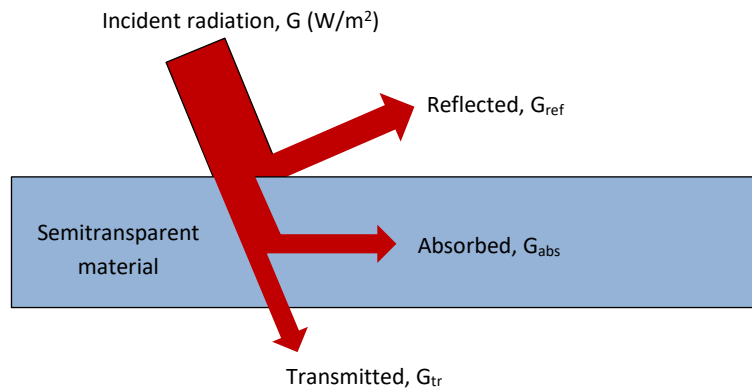
About half of the solar radiation is light-shaped (visible light), the remainders are ultraviolet and infrared rays. The ultraviolet radiation is somewhere in the band gap of thermal radiation spectrum (between the wavelengths 0.01 and 0.40  $\mu\text{m}$ ) and it also includes some part of the short, medium wavelength and the thermal radiation spectrum as shown in Fig 6. It should be avoided from the ultraviolet rays since most of those are harmful for man and all living organisms. Approximately 12 % the solar radiation is in the ultraviolet range, and if it reaches the Earth's surface directly, it will cause devastating results. Fortunately, the Earth is under protection by the ozone ( $\text{O}_3$ ) layer absorbing most of the ultraviolet radiation [16].

The radiation flux from all directions to any surface is called irradiation  $G$  ( $\text{W}/\text{m}^2$ ). Surface reflect some part of incoming irradiation and emit radiation, thus the radiation leaving a surface composes of reflected and emitted components, as given in Fig. 7. In order to calculate the radiation heat transfer on the surface, it is necessary to consider the radiation energy sliding away from a surface.



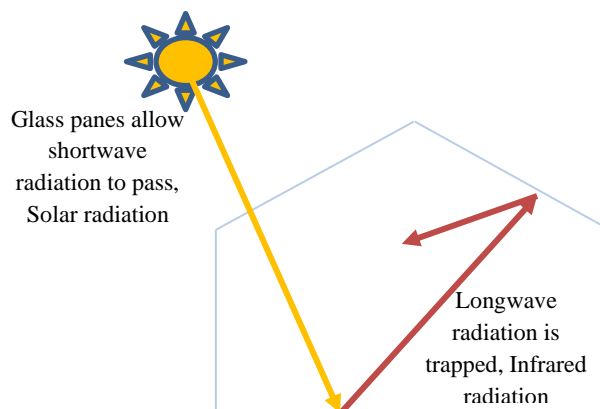
**Fig. 7.** The three kinds of radiation flux (in  $W/m^2$ ): emissive power, irradiation, and radiosity.

A part of the radiation coming to the surface is absorbed, a part of it is reflected, and the remaining part, if any, is transmitted as illustrated in Fig. 8,  $G$  represents the radiation energy on the surface, and  $G_{abs}$  is the absorbed,  $G_{ref}$  is the reflected and  $G_{tr}$  is the transmitted parts of it. According to the first law of thermodynamics; the sum of the absorbed, reflected and transmitted portions must equal to the incident radiation. That is:  $G_{abs} + G_{ref} + G_{tr} = G$ .



**Fig. 8.** The absorbed, reflected, and transmitted portions of incident radiation by a semitransparent material.

Glass surrounding volume allows the solar radiation to pass through the interior, but does not allow the infrared radiation to exit from the interior of glass as shown in Fig. 9. This results a temperature rise at the interior of glass.

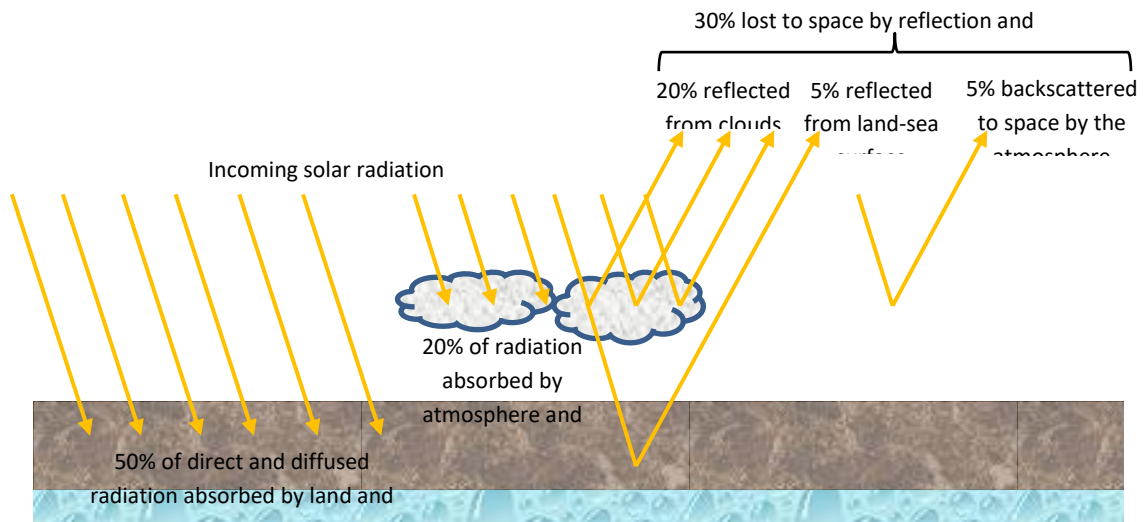


**Fig. 9.** Greenhouse effect in glass volume.

Beyond the small example given above; this event has a profound effect on the Earth. The surface of the Earth heats by absorbing the solar radiation during the day, and cools down by radiating this energy into the space as infrared radiation at night.

In addition to transmitting the most of solar radiation, the gases such as  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ , ozone and water vapor in the atmosphere absorb the infrared radiation emitted by the surface of the Earth. Therefore, the energy confined to the Earth gradually results in global warming.

Although the temperature at the core of the sun is approximate 40 000 000 K, this temperature drops to 5800 K at the outer region, which causes energy dissipation by radiation. In addition, the sun can be assumed as a blackbody at a temperature of 5780 K. The solar energy that reaches the atmosphere of the Earth is called the total solar irradiance  $G_s$ , which is about 1373  $\text{W/m}^2$ . The solar radiation lightens due to the effects of scattering and absorption when passing through the atmosphere. Due to the absorption of some gases such as  $\text{O}_2$ ,  $\text{O}_3$  (ozone),  $\text{H}_2\text{O}$ , and  $\text{CO}_2$  on the Earth's surface, value of the solar energy is about 950  $\text{W/m}^2$ . The nitrogen and oxygen molecules scatter radiation at short wavelengths, which vary according to the molecule size.



**Fig. 10.** Distribution of incoming solar radiation [20].

Fig. 10 shows the distribution of incoming solar radiation. Accordingly, 30% of total incoming radiation is reflected to space (5% by land-sea surface, 20% by clouds, and 5% by the atmosphere). In summary, the atmosphere reradiates to space at a rate of about 70% in total with 20% of shortwave radiation absorbed directly from the sun and 50% of longwave infrared radiation absorbed afterwards. The radiation flux at the top of the atmosphere is about 1366  $\text{W/m}^2$ . However, due to the specific geometrical structure of the Earth and reflective surfaces, only 235  $\text{W/m}^2$  (67  $\text{W/m}^2$  by air and 168  $\text{W/m}^2$  by land and water) is absorbed.

Referring to Fig. 11, the gases in the atmosphere absorb 452  $\text{W/m}^2$  thermal infrared radiation that emitted by the Earth's surface. 324  $\text{W/m}^2$  of the total energy, which is 519  $\text{W/m}^2$  (67+452), is routed to the Earth's surface and the remainder amount is routed to space. The total energy (492  $\text{W/m}^2$ ) consists of 168  $\text{W/m}^2$  from sunlight and 324  $\text{W/m}^2$  from atmosphere raises the Earth's surface temperature. These processes and radiation effects provide a balance and warm the Earth's surface so that habitats can sustain their existence. This is known as greenhouse effect as mentioned earlier.

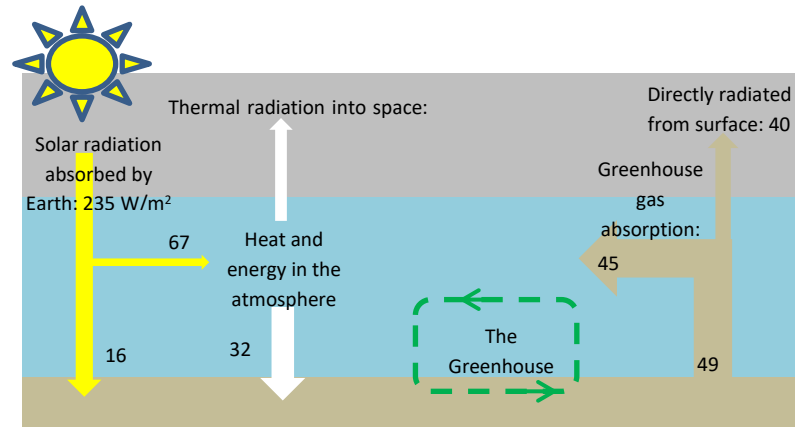


Fig. 11. Greenhouse effect and energy balance [1].

Absorption of solar radiation make the largest contribution to the entropy budget of the Earth due to the temperature difference and large heat flux. To explain a bit more about the irreversibility of absorption, wavelengths of the absorbed solar radiation are larger than the emitted radiation from the Earth, namely the absorbed one has longer wavelength when compared to the emitted one. In addition, the emitted radiation from the Earth’s surface leave the Earth system in the form of terrestrial radiation.

### 1.2.9 Scattering

Irreversibility of the unrestrained expansion of a gas has been mentioned earlier. Meanwhile, scattering would assumed to be the free expansion of photon gas. The solar energy (radiation) falling into the Earth’s surface is divided to two different sorts that are called *direct* and *diffuse*. Diffuse solar radiation  $G_d$ , that is the scattered radiation, is assumed to reach the Earth’s surface uniformly from all directions (Fig 12).

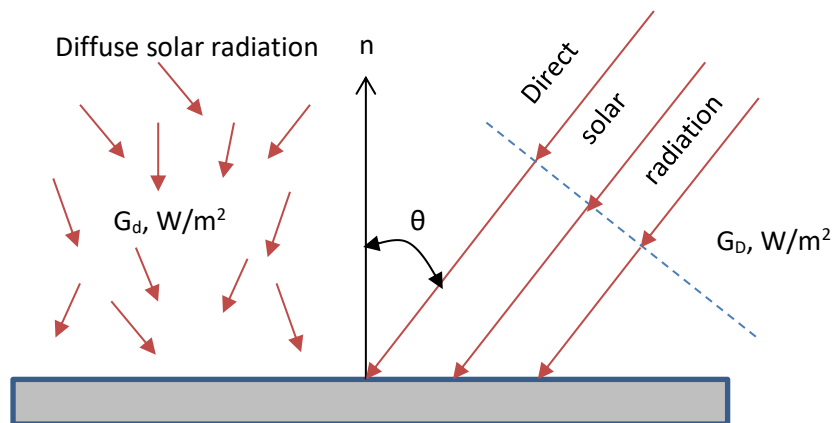


Fig. 12. The direct and diffuse radiation falling into the Earth’s surface.

The gas molecules in the atmosphere and the suspended particles *emit radiation* and so absorbing it. CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O molecules are the main factors of the atmospheric emission. The amount of radiation radiates back to space and the radiation emission from the atmosphere to the Earth’s surface are determined by the effective sky temperature ( $T_{sky}$ ) through the well-known Stefan-Boltzmann law (Eq(3)).

$$G = \sigma T_{sky}^4 \text{ (W/m}^2\text{)} \tag{3}$$



To summarize, the irreversibility here results from lack of certain direction of the scattering process.

#### *1.2.10 Thermal Diffusion*

Thermal diffusion established in case of a temperature gradient in a medium is a relative motion of a gaseous mixture or solution. The Swiss scientist Charles Soret studied on thermal diffusion in liquids (salt solutions), in 1879, and he found that a flux of salt was generated by a temperature gradient [21]. In addition, thermal diffusion in gases was investigated on the basis of the kinetic theory of gases and was later discovered experimentally in few studies of literature [22,23].

Thermal diffusion on the Earth's surface is the case of some changes in heat storage of the ground that is also called temperature gradient. Variance of solar radiation due to the diurnal and seasonal factors creates unstable cooling and heating resources at the Earth's surface completioning a temperature gradient at the surface. This gradient motives the heat exchange with the ground, in fact it decreases the gradient [12]. The irreversibility here is caused by the fact that the initial variables are forced to change over time.

#### *1.2.11 Dry convection and frictional (large-scale motion) dissipation*

The notion of dissipation was first introduced in the field of thermodynamics by William Thompson in 1852. He has classified the irreversible processes in those years as friction, diffusion, heat conduction and the absorption of light. Dissipation is generally the result of irreversible processes that generates entropy at a certain rate.

The frictional dispersion of atmospheric movements constitutes approximately 30 % of the total entropy production of atmospheric circulation in the world [14, 24-25]. The remaining 20 % is the uncertainty of the entropy generation. When the atmosphere is considered as a whole, the hydrological cycle is responsible for almost half of the entropy generation of atmospheric circulation [26-29].

In consideration of the above-mentioned: All irreversible processes compete with each other in terms of their entropy generation since the total irreversible entropy generation by the atmospheric circulation is constrained by the radiative forcing.

A strong atmospheric action causes the friction distribution to be significantly reduced and effectively absorbing the atmosphere. Kinetic energy is a sub-branch of free energy. It is irreversibly converted to heat by friction dispersion. The movement is mostly caused by gradients in radiation cooling and heating events and by pressure and density gradients due to external factors similar to the gravitational force of the Moon [30].

The fact that the Earth is not in the thermodynamic equilibrium is a result of planetary vitality. If the Earth was in thermal equilibrium, the large-scale motion and hence frictional dissipation could not exist [12].

#### *1.2.12 Hydrologic cycle*

Air upon an clear water surface ultimately reach saturation by evaporation in the absence of motion. The atmospheric circuit afterwards acts to dehumidify the atmosphere by evaluating air to oversaturation that allows for precipitation and condensation precipitation of water [27,28]. In the absence of precipitation and evaporation, the hydrologic cycle can not exist.

The irreversibility of hydrologic cycle incident arises from the fact that condensed vapour can not be evaporated into oversaturated air, and this evaporated water can not be removed from the unsaturated air [12,26].

Although the water vapor in the atmosphere is saturated, it is in thermodynamic equilibrium with the open water surface, the vaporizing superstructure to the super saturation and the dynamics such as the precipitation that removes the moisture from the raised air will destroy the water vapor from the thermodynamic balance [31].

Atmospheric motion is also related to hydrologic cycle: Water vapor passes through the stages of saturation, condensation and precipitation by lifting air masses.

Concentrated water loss to the environment results in general dehumidification and then allows water to evaporate from the surface to the atmosphere. Therefore, the power of the hydrological cycle and its lack of thermodynamic equilibrium are directly related to the strength of the atmospheric movement. When the moisture carried by the atmosphere turns to the oceans after the rivers, it transports sediments and dissolved elements from terrestrial rocks to oceans. There is a close relationship between the hydrological cycle and the geological carbon cycle, and more information can be obtained from the literature [14,32]. Energy conversion chain between different type of gradients and the cycles is progressing in various directions. For example, temperature gradients cause unequal spread of terrestrial radiation and consequently alter radiation gradients. The movement thus carries heat and consumes temperature gradients. The hydrological cycle is effective on the convection of water from vapor and its inverse to heat transfer in the event of a phase change of the water. For more detailed and figurative perspective of the chain and irreversible processes within the Earth, the literature work can be examined [12].

Hydrologic cycle also affects clouds and ice cap which are very important in terms of reflection and scattering of incident solar radiation to space. In addition to the geochemical cycle (especially the carbon cycle), the hydrological cycle changes the atmospheric composition, especially in terms of greenhouse gases consisting of water vapor, clouds and CO<sub>2</sub>. These, of course, affect the radiation gradients [32].

If there was a thermodynamic equilibrium everywhere on Earth and also the net rates of precipitation and evaporation were zero, the hydrologic cycle could be absent. In other words, the hydrologic cycle is intimately linked with the energy balance and the redistribution of heat since precipitation and evaporation culminate in large amounts of heat transfer.

### *1.2.13 Biotic activity and Carbon cycling*

The non-equilibrium between atmospheric CO<sub>2</sub> and crust causes volcanic degassing of CO<sub>2</sub>, thus this situation causes carbonate deposits to form the geological carbon cycle at the seabed. The irreversibility here is due to the depletion of CO<sub>2</sub> gradients [33].

As for the biotic activity, it strongly influences the CO<sub>2</sub> concentration in the atmosphere and contributes to the overall entropy generation. Photosynthesis benefits from the sunlight to carry out a series of chemical reactions that allow CO<sub>2</sub> to be expelled from the atmosphere, thus it generate free energy in carbohydrate form. When these carbohydrates are inhaled somehow (e.g. by the activity of heterotrophs) the chemical energy is transported into heat. The irreversibility here derives from the transformation of solar radiation into heat.[12]. In addition to this, there is a relation between the greenhouse gases and the pair of the carbon cycle and the biotic activity. Biotic activity affects carbon dioxide (and methane)

concentrations in the atmosphere, and therefore the atmospheric greenhouse effect and surface temperature [34].

Atmospheric turbulence interact with weathering: Motion drives the water cycle that cause dissolved rock minerals transport from the land to the ocean. The solute transport is an important part of the geological carbon cycle because it binds with the carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) to form limestone and supply an amount of the calcium to the ocean, thereby removing CO<sub>2</sub> from the climate system. The difference in the CO<sub>2</sub> concentration in the atmosphere and the mantle causes non-equilibrium in the carbon cycle. This variation culminates in volcanic outgassing. The process driving this non-equilibrium is the generator called mantle convection. Mantle convection maintains the potential gradient between the interior and the atmosphere.

Other generator called photosynthesis supplies the carbohydrates to create organic carbon. Consequently, the two generators directing the carbon cycle are mantle transport and photosynthesis [30].

In brief, these two generators continue gradients in CO<sub>2</sub> concentration and free energy. The various processes such as volcanic outgassing, respiration, precipitation etc. which deplete these gradients to complete the carbon cycle are related the irreversibilities.

Here the following information should be mentioned: The amount of heat that flows under the Earth's surface is approximately 46 TW, which is tens of thousands of times smaller than the heat absorbed from the sun [35].

#### *1.2.14 Summary of this section*

The predominant part of the dissipative procedure is to absorb sunlight at much lower temperatures (around 280 K) compared to the sun's emission temperature (about T<sub>sun</sub> = 5760 K). More than 90 % of the planetary entropy generation is due to absorption.

The remainder by dispersing processes associated with scattering of direct sunlight to scattered radiation (ie, expanding the solid angle, see for example [14]), phase transition hydrological cycle occurring at different temperatures, frictional dispersion of the movement, diffusion of heat entering and exiting the soil at different temperatures, solar It consists of reasons such as the carbon cycle which causes the use of photosensitivity [36].

### **1.3 In General Sense of Entropy, Entropy Balance and Entropy Generation**

The word "entropy", was used for the first time by Clausius, and it came to be called the Greek word "tropee" which means "transformation". To describe the "entropy" property passing through a historical path; initiated with Carnot, an engineer, detailed with Kelvin and Clasius. He also inferred an integrating factor connected with the Kelvin temperature. This mathematical inference can be examined in the literature [4].

The inequality of R. J. E. Clausius (1822-1888), one of the pioneer of thermodynamics, is denoted as a mathematical notation as follows: (Eq(4)).

$$\oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0 \quad (4)$$

Where "T" is the boundary temperature of the system and "δQ" is the amount of heat entering the system. Clasius's inequality states that the integral on the thermodynamic cycle of the δQ/T expression is equal to zero or less than zero. This inequality can be applied to all

reversible or irreversible cycles. If there is absence of irreversibility in the system, the cycle performed by the combined system is internally reversible. In this case, the cycle can take place in the reverse direction. When the cycle takes place in the reverse direction, all quantities will remain the same, but the sign will change in opposite way, so for internally reversible cycles: (Eq(5)).

$$\oint \left( \frac{\delta Q}{T} \right)_{\text{int rev}} = 0 \quad (5)$$

Thus, the equality in Clausius inequality is valid for internally or the inequality for irreversible cycles, and totally reversible cycles. To improve a relationship that defines entropy: The integral (Eq. 2) on the cycle of a property such as volume, that is, the net change in the cycle is zero. A magnitude with a zero integral on the cycle is only dependent on the state and is independent of the process path, therefore it is a property. Thus a property of  $(\delta Q/T)_{\text{int rev}}$  must be written in the differential form. In 1865, Clausius discovered a new thermodynamic property and gave it the title "entropy". Entropy is denoted by "S" (kJ/K) and is defined as follows: (Eq(6)).

$$dS = \left( \frac{\delta Q}{T} \right)_{\text{int rev}} \quad (6)$$

If Eq. (3) is integrated between the initial and final states, there may be an entropy change of the system during a process: (Eq(7)).

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \left( \frac{\delta Q}{T} \right)_{\text{int rev}} \quad (7)$$

The entropy change  $\Delta S$  between the two states is not dependent on the path during a process, in other words, the entropy change is the same whether the process is reversible or irreversible. Isothermal state change is the state change that the temperature is constant during heat transfer and this state change is internally reversible. For this reason, the entropy change of a system during an isothermal heat transfer process can be determined by integration in Eq. (8).

$$\Delta S = \int_1^2 \left( \frac{\delta Q}{T} \right)_{\text{int rev}} = \int_1^2 \left( \frac{\delta Q}{T_0} \right)_{\text{int rev}} = \frac{1}{T_0} \int_1^2 (\delta Q)_{\text{int rev}} = \frac{Q}{T_0} \quad (8)$$

where Q is the heat transfer and  $T_0$  is the constant temperature of the system. Eq. (5) is used especially when calculating the entropy changes of the thermal energy reservoirs that absorb or supply heat as desired at the constant temperature. Accordingly, it may not be very accurate to think of the heat transfer process between the sun and the earth as isothermal.

Consider a cycle consisting of two processes, proceed from 1 to 2 and from 2 to 1, and assume that process 1-2 is reversible or irreversible and process 2-1 is internally reversible. Starting from Clausius inequality (Eq. (3)), if the following steps are followed:

$$\int_1^2 \left( \frac{\delta Q}{T} \right) + \int_2^1 \left( \frac{\delta Q}{T} \right)_{\text{int rev}} \leq 0 \quad (9)$$

$$\int_1^2 \frac{\delta Q}{T} + S_1 - S_2 \leq 0 \quad (10)$$

$$S_1 - S_2 \geq \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} \quad (11)$$

$$dS \geq \frac{\delta Q}{T} \quad (12)$$

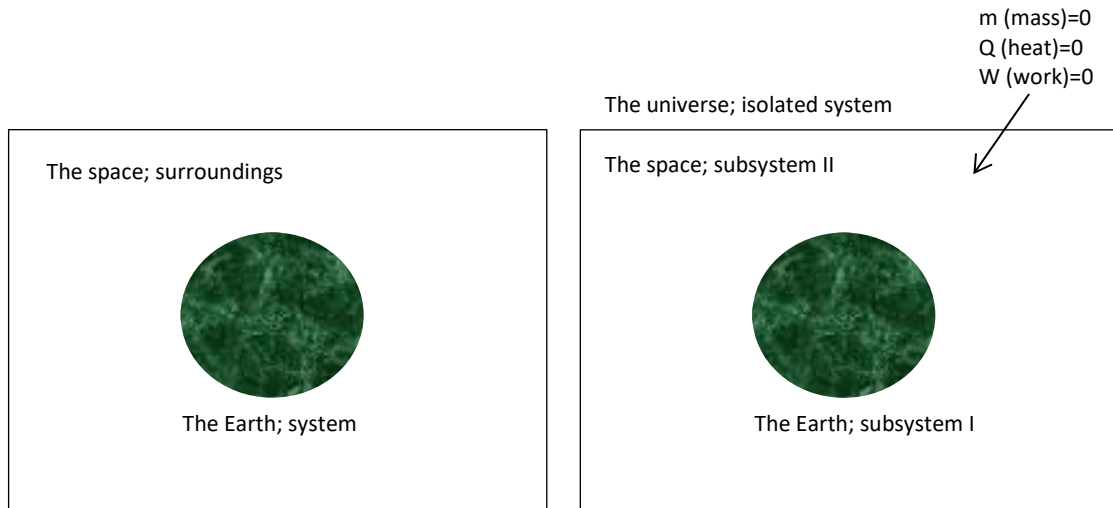
Eq. (12) is obtained. Here the equality is for the inwardly reversible process and the inequality is for the irreversible process.  $T$  is the thermodynamic boundary (where the differential heat  $\delta Q$  occurs) temperature between the system and the surrounding. The “inequality” state in Eq. (7) implies that the entropy change in a closed system is always greater than the entropy transfer in the case of an irreversible process. In other words, some entropy is produced in an irreversible process, and entropy production is completely related to irreversibility. Here, the irreversible processes in the Earth and the entropy generation that these processes cause should come to minds. The entropy produced during a process is called entropy generation and is indicated by  $S_{gen}$ . If the difference between entropy change and entropy transfer for a closed system is equal to the entropy generation: (Eq(13)).

$$\begin{aligned} \Delta S_{sys} &= S_2 - S_1 \\ &= \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} + S_{gen} \end{aligned} \quad (13)$$

If the universe is considered as a isolated or an closed adiabatic system, that is the heat transfer is zero, Eq. (14) becomes:

$$\Delta S_{isolated \text{ (or universe)}} \geq 0 \quad (14)$$

According to this equation, the entropy of an isolated system always increases during a real process. This is the "increase of entropy principle". If the space is considered as a isolated system, that is, assuming no heat transfer, then entropy change is only due to irreversibility and this effect always increases entropy. An isolated system, like the universe, consists of an infinite number of subsystems. Because entropy is an extensive property, the entropy of the universe equals the sum of entropies of these subsystems. If the Earth and the space are considered as a system and environment respectively and this environment and system are considered as two subsystems of an isolated system, the entropy change in the system and its surroundings is directly equivalent to the entropy generation, because an isolated system does not involve entropy transfer, as shown in Fig. 13.



**Fig. 13.** An isolated system consists of two subsystems

If the increase of entropy principle is applied to the isolated system shown in Fig. 13, the entropy change of the isolated system equals entropy generation:

$$S_{\text{gen}} = \Delta S_{\text{total}} = \Delta S_{\text{sys}} + \Delta S_{\text{surr}} \geq 0 \quad (15)$$

The inequality holds for irreversible processes in Eq. (15). The processes in nature are irreversible, so any change that occurs causes the total entropy to increase slightly. From this hypothetical path, it can be said that the entropy of the universe, an isolated system, is constantly increasing. If it is thought in terms of the Earth, entropy transfer with mass between space and the Earth can be neglected since entropy transfer is much larger than heat. Additionally, the Earth is assumed to be a closed system.

In nature, there is a tendency to change until equilibrium is reached. Here the word "equilibrium" states absence of unbalanced potentials (or driving forces) within the system. Because all processes are irreversible, the conservation of entropy can not be mentioned. This is why the entropy of the Earth and of the universe is constantly increasing. When entropy is considered as molecular disorder, it is obvious that the entropy in the gas phase of a substance will be higher than that is in the solid phase. The following conclusion can be drawn: Entropy is high because of the molecular disorder in the atmosphere of the Earth.

In 1877, Ludwig Boltzmann developed a statistical concept to describe disorder by adding together the probabilities of the thermodynamic processes.

$$S = k \ln p \quad (16)$$

where  $p$  is thermodynamic probability and  $k=1.3806 \times 10^{-23}$  J/K is the Boltzmann constant. The higher disorder, the higher value of  $p$ . According to Eq. (16), it can be said that: For every state of macroscopic equilibrium, there are a great number of microscopic states in which the system can. The entropy of a system is interested in value of  $p$ , which is possible microscopic states of that system.

The heat energy that the Earth receives from the Sun is actually an disorganized form of energy. Therefore, heat transfer increases disorder in the Earth, so an amount of entropy is transferred to Earth. According to the second law of thermodynamics, entropy can be created but not eliminated. When this expression and the increase of the entropy principle are combined, the following expression appears: Eq(17)).

$$S_{\text{in}} - S_{\text{out}} + S_{\text{gen}} = \Delta S_{\text{sys}} \quad (17)$$

This equality is often known as entropy balance and can be applied to any system that enduring process. The first two terms in the left side of the equation refer to net entropy transfer by heat (entropy transfer by mass flow is neglected). The term in the right side of the equation refers to entropy change. The entropy transfer out of a system or into the system occurs by two mechanisms, heat transfer and mass flow. However, in this work, the issue of entropy transfer by mass flow is not tackled. Entropy transfer by heat transfer in general form: Eq(18)).

$$S_{\text{heat}} = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} \quad (18)$$

The irreversibility mentioned in the previous sections always leads to an increase in the entropy of the system. Entropy production is a measure of entropy created by irreversibility throughout the process. Eq. (12) is expressed in the ratio form (kW / K) as follows: Eq(19)).

$$\dot{S}_{\text{in}} - \dot{S}_{\text{out}} + \dot{S}_{\text{gen}} = dS_{\text{sys}}/dt \quad (19)$$

When the Earth considered as a closed system, entropy change depends on entropy transfer associated with heat transfer and entropy formation within system boundaries. In its most general form, the entropy balance for the Earth can be expressed as: Eq(20)).

$$\sum \frac{Q}{T} + S_{\text{gen}} = \Delta S_{\text{sys}} = S_2 - S_1 \quad (20)$$

If this equation is re-expressed for the universe (closed adiabatic or discrete system):

$$S_{\text{gen}} = \Delta S_{\text{sys}} \quad (21)$$

As the Earth is in a long period of time, a steady state regime can be assumed. Thus, entropy generation of the Earth can be quantified by the net entropy change in an overall entropy budget. It should be noted that entropy transfer is due to heat transfer in this entropy balance. In previous sections, the entropy generation is calculated through the entropy fluxes at the top of the atmosphere due to the irreversibilities based on solar radiation. The overall rate of entropy generation (W/K) of the Earth can be determined by re-arranged equation of Eq. (18), as shown below:

$$\dot{S}_{\text{gen}} = \frac{\dot{Q}}{T} \quad (22)$$

where  $\dot{Q}$  is the radiation energy flux, and  $T$  is the temperature. The entropy budget shown in Fig. 3 is based on Eq. (22).

## 2. CONCLUSION

This study reviews major irreversibilities in the Earth system and the rate of entropy generation due to this irreversible processes. At the beginning of this study, irreversibility, irreversible processes on the Earth, and entropy term in general have been tackled in order to

clear perspective. Also, when the entropy budget has been investigated, some assumptions are made on the Earth and the universe in accordance with second law of thermodynamics.

The mass flow between the Earth and the space is neglected and the rate of entropy generation is determined by the solar radiation flux. The reason of neglecting entropy transfer with mass is that the entropy transfer with mass is very small compared to entropy transfer with heat. In this study, the Earth is considered as a closed system and according to this, there are the terms of “entropy transfer with heat” and “entropy generation” in entropy balance equation. The rates of entropy generation, which are caused by irreversible processes on the Earth, is calculated by using entropy balance equation derived for the Earth. Although the subject of this study is related to the entropy generation on the Earth, the entropy of the Universe has been mentioned occasionally. A thermodynamic relationship has been established between Earth, space and Universe, then resultant entropy events are explained. According to this relationship, it would not be wrong to say that the entropy of the Universe is increasing. This situation also coincides with the "increase of entropy principle" which applies to an isolated system. In conclusion, the solar radiation flux combining with the irreversible processes leads to high entropy generation in the atmosphere. However, since there is a limited number of studies on this subject in the literature, the researchers can examine the entropy balance and generation in the Earth in more detail in the future.

## References

- [1] Rosen, M. A. Exergy consumption and entropy generation rates of earth: an assessment for the planet and its primary systems. *Energy, Ecology and Environment*, 7(1), 2022. doi: 10.1007/s40974-021-00227-0.
- [2] Al-Rashed, A. A., Ranjbarzadeh, R., Aghakhani, S., Soltanimehr, M., Afrand, M., & Nguyen, T. K. (2019). Entropy generation of boehmite alumina nanofluid flow through a minichannel heat exchanger considering nanoparticle shape effect. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 521, 724-736. doi.org/10.1016/j.physa.2019.01.106.
- [3] Manual of the ICAO standard atmosphere = Manuel de latmosphere type OACI, ICAO, Montreal, Quebec, 1993. ISBN 92-9194-004-6. Doc 7488/3, 3rd ed., Montreal.
- [4] P.K. Nag, Basic and applied thermodynamics, Tata McGraw-Hill, New Delhi, 2010. New Delhi, pp.137, 121-158.
- [5] Y.A. Çengel, M.A. Boles, Thermodynamics an engineering approach, McGraw-Hill Higher Education, Boston, Mass., 2006. pp.297
- [6] Bannon PR Entropy production and climate efficiency. *J Atmos Sci* 72(8):3268–3280, 2015. doi:/10.1175/JAS-D-14-0361.1.
- [7] P. Davies, “The Arrow of Time”. *Astronomy & Geophysics*, 46(1), 2005, pp.26–29. doi: 10.1046/j.1468-4004.2003.46126.x.
- [8] M.Castagnino, M. Gadella, and O. Lombardi, Time-reversal, Irreversibility and 746 Arrow of Time in Quantum Mechanic, *Foundations of Physics*, 2006, 36(3), pp. 407–426. doi: 10.1007/s10701-005-9021-0.
- [9] H. Price, *Time’s Arrow & Archimedes’point*, Oxford University Press, 1996.
- [10] D. Kondepudi, I. Prigogine, *Modern thermodynamics from heat engines to dissipative structures*, Wiley and Sons, Chichester, 1999. pp.83.
- [11] Hajatzadeh Pordanjani, A., Aghakhani, S., Karimipour, A., Afrand, M., & Goodarzi, M. (2019). Investigation of free convection heat transfer and entropy generation of nanofluid flow inside a cavity affected by magnetic field and thermal radiation. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 137(3), 997-1019. doi.org/10.1007/s10973-018-7982-4.
- [12] A. Kleidon, “A basic introduction to the thermodynamics of the Earth system far from equilibrium and maximum entropy production”, 2009, *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, 365(1545), 1303-1315, pp.6-756. doi: 10.1098/rstb.2009.0310.
- [13] A. Kleidon, Non-equilibrium thermodynamics and maximum entropy production in the Earth system: applications and implications. *Naturwissenschaften* 96, 653–677, 2009. doi: 10.1007/s00114-009-0509-x



- [14] Ahmadi, A., & Ehyaei, M. A. Development of a Simple Model to Estimate Entropy Generation of Earth. *Renewable Energy Research and Application*, 1(2), 2020. 135-141. doi: 10.22044/RERA.2019.8982.1011.
- [15] J. Clerk-Maxwell, "A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field", *Philos. Trans. Roy. Soc. London* 155, pp 459-512, 1865.
- [16] Y.A. Cengel, Heat and mass transfer a practical approach, McGraw-Hill, Boston, MA, 2014.
- [17] Ben-Naim A Entropy and information theory: uses and misuses. *Entropy* 21:1170. doi: 10.3847/1538-4357/ab12ec. 2019.
- [18] Caleb S Exoplanet exergy: why useful work matters for planetary habitability. *Astrophys J* 876(1):16, 2019. doi: 10.3847/1538-4357/ab12ec.
- [19] Rosen MA. Environment, ecology and exergy: enhanced approaches to environmental and ecological management. Nova Science Publishers, Hauppauge. 2012.
- [20] E.J. Tarbuck, F.K. Lutgens, D. Tasa, Applications and investigations in earth science, Pearson Education, Hoboken, NJ, 2019
- [21] Peixoto JP, Oort AH, de Almeida M. Entropy budget of the atmosphere. *J Geophys Res Atmos* 96(6):10981B, 1991.
- [22] O'Brien DM, Stephens GL Entropy and climate. II: simple models. *Q J R Meteorol Soc* 121:1773–1796,1995. doi: 10.1002/qj.49712152712
- [23] S. Chapman, The Kinetic Theory of a Gas Constituted of Spherically Symmetrical Molecules, *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 86 (1912) 411–412. doi:10.1098/rspa.1912.0034.
- [24] R. Goody, Sources and sinks of climate entropy, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 126 (2010) 1953–1970. doi:10.1002/qj.49712656619.
- [25] O. Pauluis, I.M. Held, Entropy Budget of an Atmosphere in Radiative–Convective Equilibrium. Part II: Latent Heat Transport and Moist Processes, *Journal of the Atmospheric Sciences*. 59 (2002) 140–149. doi:10.1175/1520-791
- [26] Pauluis, O. M. Water Vapor and Entropy Production in the Earth's Atmosphere. In Kleidon, A. and Lorenz, R. D. (Eds.), *Non-equilibrium*, 2005.
- [27] *Thermodynamics and the Production of Entropy: Life, Earth, and Beyond*. Heidelberg, Berlin, pp. 116-118.
- [28] R.D. Lorenz, Entropy Production in the Planetary Context, *Understanding Complex Systems Non-Equilibrium Thermodynamics and the Production of Entropy*. (n.d.) 147–159. doi:10.1007/11672906\_12.
- [29] O. Pauluis, I.M. Held, Entropy Budget of an Atmosphere in Radiative–Convective Equilibrium. Part I: Maximum Work and Frictional Dissipation, *Journal of the Atmospheric Sciences*. 59 (2002) 125–139. doi:10.1175/1520-802
- [30] A. Kleidon, R. Lorenz, Entropy Production by Earth System Processes, *Understanding Complex Systems Non-Equilibrium Thermodynamics and the Production of Entropy*. (n.d.) 1–20. doi:10.1007/11672906\_1.
- [31] *Non-equilibrium Thermodynamics and the Production of Entropy, Understanding Complex Systems*. (2005). doi:10.1007/b12042.
- [32] A. Kleidon, Life, hierarchy, and the thermodynamic machinery of planet Earth, *Physics of Life Reviews*. 7 (2010) 424–460. doi:10.1016/j.plrev.2010.10.002.
- [33] *Non-equilibrium Thermodynamics and the Production of Entropy, Understanding Complex Systems*. (2005). doi:10.1007/b12042.
- [34] H. Yamaguchi, *Fundamentals in Continuum Mechanics, Engineering Fluid Mechanics Fluid Mechanics and Its Applications*. (n.d.) 5–42. doi:10.1007/978-1-814 4020-6742-6\_1.
- [35] A. Kleidon, K. Fraedrich, Biotic Entropy Production and Global Atmosphere-816 Biosphere Interactions, *Understanding Complex Systems Non-Equilibrium Thermodynamics and the Production of Entropy*. (n.d.) 173–189. doi:10.1007/11672906\_14.
- [36] C. Jaupart, S. Labrosse, J. Mareschal, Temperatures, Heat and Energy in the Mantle of the Earth, *Treatise on Geophysics Volume 7: Mantle Dynamics*. (2007) 253–303. doi:10.1016/b978-044452748-6/00114-0.
- [37] A. Kleidon, Life, hierarchy, and the thermodynamic machinery of planet Earth, *Physics of Life Reviews*. 7 (2010) 424–460. doi:10.1016/j.plrev.2010.10.002.



## EĞİRDİR GÖLÜ'NDE YAŞAYAN BAŞAKLI SUCİVANPERÇEMİ (*MYRIOPHYLLUM SPICATUM* L.) BİTKİSİNDE BAZI AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Selda TEKİN-ÖZAN\*<sup>1</sup>, Şule ÖZÇELİK<sup>1</sup>, CELAL ÖZAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Isparta

<sup>2</sup>Isparta Milli Eğitim Müdürlüğü, Isparta

\*seldaozan@sdu.edu.tr

### ÖZET

2021 yılında Eğirdir Gölü'nde yapılan bu çalışmada gölde yaşayan başaklı sucivanperçemi (*Myriophyllum spicatum* L.) bitkisinin gövde ve yapraklarındaki bazı ağır metallerin konsantrasyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Analizi yapılan metaller Gövdede; Fe>Zn>Mn>Pb>Cu>Se>Ni>Mo>Cr>Cd, Yaprakta; Fe>Mn>Zn>Pb>Cu>Ni>Se>Mo>Cr>Cd şeklinde sıralanmışlardır. Yapraktaki metal miktarının gövdeye göre daha yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir. Mevsimsel olarak elde edilen sonuçlar genellendiğinde metallerin gövdede yaz mevsiminde arttığı, kış mevsiminde azaldığı, yaprakta ise yaz ve kış mevsimindeki artışın birbirine benzediği, sonbahar mevsiminde ise azaldığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından verilen ağır metallerin bitkilerde kabul edilebilir değerleri ile kıyaslanmıştır. Ayrıca başaklı sucivanperçemi bitkisinin ağır metalleri bünyesinde biriktirme kapasitesinin yüksek olduğu görülmüştür. Bu bitki hem metal kirliliğinin belirlenmesinde biyoindikatör olarak hem de kirlenmiş ortamların temizlenmesinde kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır metal, Makrofit, *Myriophyllum spicatum*, Eğirdir Gölü

## THE DETERMINATION OF HEAVY METALS IN EURASIAN WATERMILFOIL (*MYRIOPHYLLUM SPICATUM* L.) PLANT GROWING IN THE EĞİRDİR LAKE

### ABSTRACT

In this study which was carried out in 2021 in Eğirdir Lake was aimed to determine the concentrations of some heavy metals in the stem and leaf of Eurasian watermilfoil (*Myriophyllum spicatum* L.) living in the lake. The analyzed metals were sorted as; Fe>Zn>Mn>Pb>Cu>Se>Ni>Mo>Cr>Cd in the stem Fe>Mn>Zn>Pb>Cu>Ni>Se>Mo>Cr>Cd in the leaf. It was determined that the amount of metal in the leaf was higher than in the stem. When the seasonal results are generalized, it has been determined that metals increase in the stem in summer, decrease in winter, and in leaf, the increase in summer and winter seasons is similar to each other and decreases in autumn. The results obtained were compared with the acceptable values of heavy metals in plants given by the World Health Organization (WHO). In addition, it was observed that the Eurasian watermilfoil plant has a high capacity to accumulate heavy metals in its body. This plant can be used both as a bioindicator for the determination of metal pollution and for cleaning contaminated environments.

**Key Words:** Heavy Metal, Macrophyte, *Myriophyllum spicatum*, Eğirdir Lake

## 1. GİRİŞ

Günümüzde hızlı nüfus artışı, sanayileşme, kentleşme, artan tarım ve hayvancılık faaliyetleri, termik ve nükleer santraller gibi faaliyetler sonucunda çevre kirliliği oldukça artmış ve ciddi boyutlara ulaşmış ve insanlığın en önemli problemlerinden biri haline gelmiştir [1-3]. Sucul sistemlerdeki kirlenme ise gün geçtikçe artmaktadır. Farklı yollarla sulara karışan inorganik ve organik bileşikler, deterjanlar, pestisitler, yağlar, petrol ürünleri, kimyasal gübreler, ağır metaller, radyoaktif partiküller suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapılarında değişikliklere sebep olmaktadır. Bu olumsuz değişimlerin sonucunda suyun kalitesi bozulmakta, sucul canlıların yaşam döngüsünde hasarlar oluşmakta, kullanılabilir ve içilebilir su miktarı azalmaktadır [1, 4-7].

Ağır metaller doğada doğal olarak eser miktarda kayalarda, toprakta, suda ve canlılarda bulunmaktadır [8]. Ancak hem enerji ve yakıt üretimi, aşırı gübre ve pestisit kullanımı, evsel atıklar gibi insan faaliyetleri hem de maden ocakları, yanardağlar, orman yangınları ve erozyon gibi doğal olaylar sonucu doğadaki miktarı artmaktadır [9-11]. Ağır metaller çevre şartlarına dayanıklı olmaları, farklı kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri ve besin zincirine katılarak canlıların vücutlarında birikmeleri, düşük miktarlarda bile toksik etki gösterebilmeleri ve biyodegradasyona uğramamaları nedeniyle çevrenin kirlenmesine ve canlılarda kanserojen, mutajen, teratojen ve toksik etkilere sebep olmaktadır [12-15].

Ağır metaller sulara organik veya inorganik bileşikler, serbest iyonlar veya partikül maddeler tarafından absorbe edilmiş şekilde bulunmaktadır [16]. Metaller suya girdikten sonra az miktarı suda serbest iyon halinde kalırken, çoğunluğu sedimente çöker [17, 18]. Sucul makrofitler su ve sedimentte bulunan metalleri bünyesinde biriktirebildiğinden sucul sistemin devamı için önemli bir role sahiptir ve kirlilik çalışmalarında biyoindikatör olarak kullanılmaktadır [19-22]. Sucul makrofitler hızlı çoğalabilmeleri, yapraklarının metalleri absorbe etmesine olanak sağlayacak şekilde geniş olması ve hareketsiz olmaları gibi özellikleri nedeniyle metal birikimi için oldukça uygundur [23].

Ağır metallerin sucul makrofitler tarafından birikimi pek çok araştırmacı tarafından çalışılmış ve literatüre katkı sağlanmıştır [24-32].

Bu çalışmada ülkemizin en önemli sulak alanlarından biri olan Eğirdir Gölü'nde yaşayan *Myriophyllum spicatum*'un gövde ve yapraklarında bazı ağır metallerin mevsimsel değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

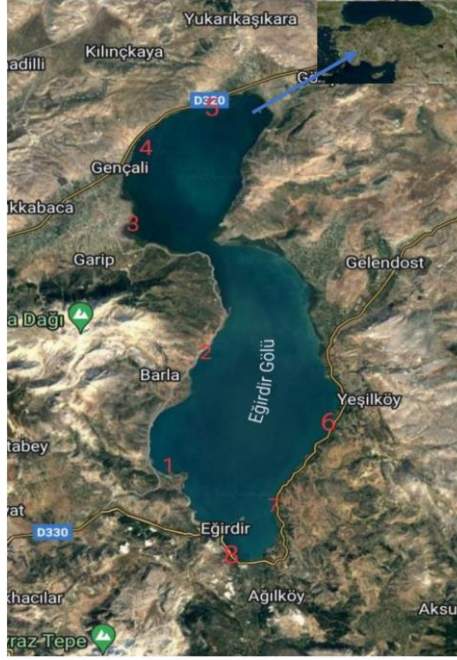
## 2. MATERYAL VE METOD

### 2.1. Araştırma Alanı

Biyolojik çeşitlilik bakımından uluslararası öneme sahip olan Eğirdir Gölü Isparta İli sınırları içinde yer almaktadır. Ülkemizin en büyük 2. tatlı su gölü olup 35°37'41"K - 38° 16' 55" Kuzey enlemleri ile 30°44' 39" D - 30°57' 43" Doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1.). Tektonik ve karstik etkilerle oluşmuştur. Eğirdir Gölü'nde kuzeyde Hoyran, güneyde Eğirdir olmak üzere 2 bölüm bulunmaktadır. Uzunluğu 58 km, genişliği ise 15 km civarındadır. Gölde 2020 ve 2021 yıllarında yoğun bir çekilme olmuştur. Gölün su kotu 2022 kışındaki yoğun kar yağışı nedeniyle 915.34 m'ye ulaşmıştır [33-36].

Eğirdir Gölü'nü, göl tabanından gelen su kaynakları, Pupa Çayı, Değirmen Çayı ve Akçay, Kanlıpalamut Pınarı, Karaot Avlağı Pınarı ve Havlutlu Pınarı beslemektedirler [37]. Eğirdir Gölü suları güney ucunda bulunan Kovada Kanalı ile Kovada Gölü'ne, buradan da Kurudere ve daha sonra Aksu Irmağı'na akarak Akdeniz'e ulaşır [37].

Eğirdir Gölü'nde *Phragmites australis* (Kamış), *Schoenoplectus lacustris* (Hasır sazı), *Typha angustifolia* (Hasır kamışı), *Nuphar lutea* (Sarı nülifer) ve *Butomus umbellatum* (Hasır sazı), *Myriophyllum spicatum* (Başaklı su civanperçemi), *Ranunculus tricophylus* (Su düğün çiçeği), *Potamogeton perfoliatus* (Su sümbülü), *Potamogeton pectinatus* (Söğüt otu) ve *Ceratophyllum demersum* (Boynuz otu) yaşamaktadır [38, 39].



Şekil 1. Çalışma alanı; Eğirdir Gölü ve İstasyonlar (Google.map'ten alınmıştır).

## 2.2. Materyal

Başaklı sucivanperçemi (*Myriophyllum spicatum*) Avrupa, Asya ve Kuzey Afrika'nın yerli submers bitkilerindedir ve çok yıllık bir makrofittir. Su içinde çok dallı bir yapıya sahiptir [40]. Su yüzeyinin hemen altında ve derinliği 10 m'ye kadar olan kısımlarda bulunur. Kökleri ile sedimente tutunur ve yüzeye doğru gelişir [41]. Yapraklar yeşil renklidir, gövde üzerinde halkalar şeklinde dizilmiştir. Her halkada 4 adet yaprak bulunur. Çiçekler su üstünde oluşan başaklarda halkalar şeklinde diziliş gösterir. Tohumla ya da bitki parçaları aracılığıyla ürerler [42].

## 2.3. Arazi ve Laboratuvar Çalışmaları

Bu çalışma Ocak 2021-Kasım 2021 tarihleri arasında mevsimsel olarak yapılmıştır. Gölün 8 farklı bölgesinden (Şekil 1.) alınan bitki örnekleri SDÜ Hidrobiyoloji laboratuvarına getirilmiştir. Gölden getirilen bitki örnekleri çeşme suyu ve saf su ile yıkanarak diğer nesnelere arındırılmıştır. Örnekler gövde ve yaprak kısımlarına ayrılmış ve etüvde kurutulmuştur. Kuruma işleminden sonra homojen hale gelmesi için havanda ezilmiştir [23].

Bitkilerdeki metal seviyelerini belirlemek için nitrik asit kullanımı oldukça yaygındır. Buna ilaveten diğer asitler ve asit karışımları da kullanılmaktadır ( $H_2O_2+HNO_3$ ,  $HNO_3+HClO_4$ ) [43]. Bitki kısımlarındaki metal seviyelerini belirlemek için kurumuş gövde ve yapraklardan çözelti hazırlamak gerekmektedir. Bu işlem için “Nitrik asitte bir gece bekletme” yöntemi seçilmiştir [44, 45]. Hazırlanan çözeltiler analiz işlemine kadar buzdolabında bekletilmiştir. Örneklerin metal analizi Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesindeki Vista marka ICP-AES cihazında yapılmıştır.

#### 2.4. İstatiksel Analizler

Çalışma bölgesindeki istasyonlardan elde edilen sonuçlar mevsimsel olarak değerlendirilmiş, minimum değerleri, maksimum değerleri, aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Ayrıca bitki kısımlarında biriken metal miktarlarının mevsimsel açıdan değişip değişmediğini ortaya koymak amacıyla One-Way Anova ve Duncan Testi yapılmıştır [46, 47].

### 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Eğirdir Gölü’nde belirlenen 8 farklı noktadan Ocak-2021 ve Kasım-2021 tarihleri arasında mevsimsel olarak alınan başaklı sucivanperçemi bitkisinin gövde ve yapraklarında belirlenen bazı ağır metallerin (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Se ve Zn) miktarları Tablo 1.’de verilmiştir. Analizi yapılan tüm metaller her iki kısımda da tüm mevsimlerde belirlenmiştir ve mevsimsel değişimleri Şekil 2. ve 3’de gösterilmiştir.

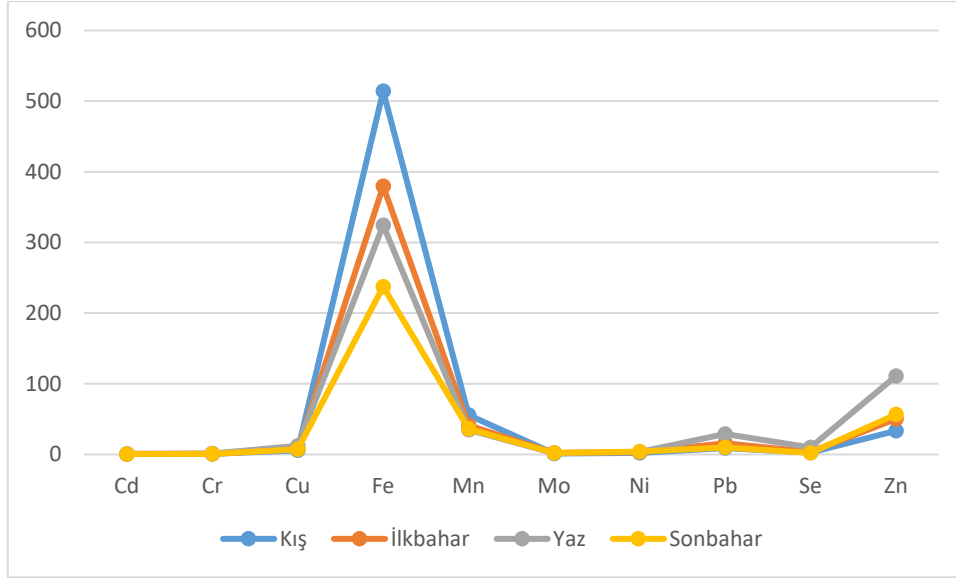
*M. spicatum*’un gövde ve yaprağında belirlenen metallerin ortalamaları şu şekilde sıralanmıştır. Gövdede; Fe>Zn>Mn>Pb>Cu>Se>Ni>Mo>Cr>Cd  
Yaprakta; Fe>Mn>Zn>Pb>Cu>Ni>Se>Mo>Cr>Cd

Rai vd. [48], *C. demersum* bitkisindeki metal birikiminin sırasıyla Fe>Pb>Mn>Cr<Cu>Cd şeklinde olduğunu bildirmişlerdir. Yadav ve Chandra [49], Hindistan’da yapmış oldukları bir çalışmada *Typha angustifolia* ve *Cyperus esculentus* ta en fazla biriken metalin Fe, en az biriken metalin ise Cd olduğunu tespit etmişlerdir. Galal ve Shehata [26], *M. spicatum* bitkisi ile yaptıkları çalışmada metal miktarlarının Mn>Fe>Zn>Cu>Ni>Pb>Cd şeklinde sıralandığını belirlemişlerdir. Yabancı vd. [27], Kadın Deresi’nde yaşayan *M. spicatum* bitkisinde en az biriken metalin Cd olduğunu bildirmişlerdir. Kaptan ve Tekin-Özan [50], Eğirdir Gölü’nün suyunda ve sedimentinde yaptıkları çalışmada suda en fazla biriken metalin Mn ve en az biriken metalin ise Cr olduğunu, sedimentte en yüksek seviyedeki metalin Fe, en düşük seviyedeki metalin ise Cd olduğunu bildirmişlerdir. Şener vd. [51], bu gölde en fazla biriken metalin Mn olduğunu ve bu yüksek konsantrasyonun göl etrafında bulunan Mn sıvanmaları barındıran ofiyolitik kayalardan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Fe’in sucül sistemlerin sedimentinde oldukça fazla oranda bulunması ise yerküre kabuğunda en fazla bulunan metallerden biri olmasıyla açıklanmıştır [52]. Bu bilgi çalışmamızdaki sonuçları desteklemektedir. Sedimentteki organik bileşiklerin bünyesinde en az oranda bulunan metalin Cd olması [53] yine çalışmamızdaki sonuçları doğrulamaktadır.

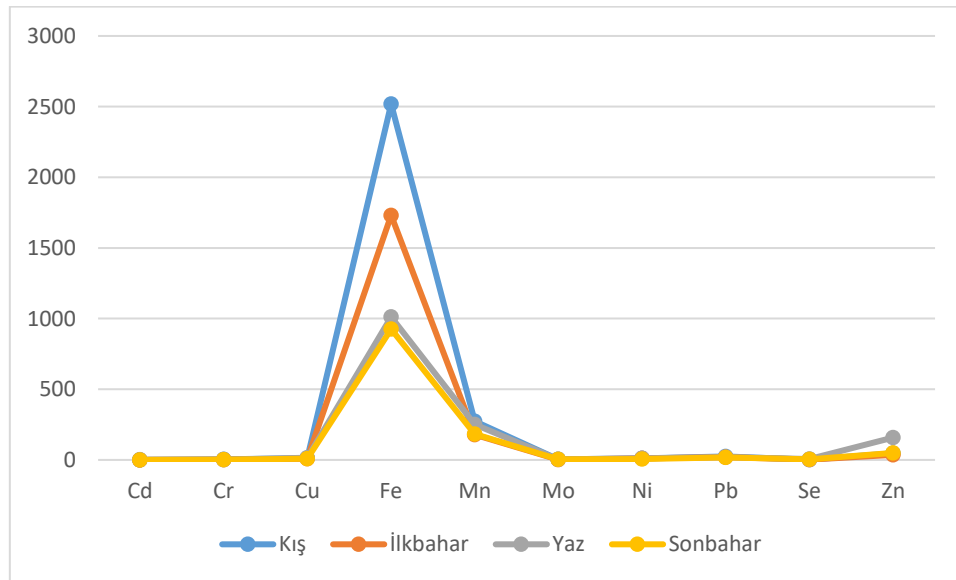
**Tablo 1.** Eğirdir Gölü'nde yaşayan *Myriophyllum spicatum* bitkisinin gövde ve yapraklarında tespit edilen bazı ağır metallerin minimum, maksimum, ortalama değerleri (mg/kg) ve standart sapmaları

Mevsim	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	Gövde	Yaprak	Gövde	Yaprak	Gövde	Yaprak	Gövde	Yaprak
<b>Cd</b>	0,20-0,37 0,25±0,08 <sup>a*</sup>	0,31-0,38 0,36±0,05 <sup>a</sup>	0,52-0,80 0,61±0,16 <sup>a</sup>	0,28-0,44 0,38±0,08 <sup>a</sup>	0,32-2,59 0,99±0,75 <sup>a</sup>	0,42-3,08 1,14±0,86 <sup>a</sup>	0,27-1,30 0,56±0,49 <sup>a</sup>	0,23-0,50 0,38±0,11 <sup>a</sup>
<b>Cr</b>	0,48-1,74 0,96±0,18 <sup>a</sup>	3,08-3,47 3,24±0,17 <sup>a</sup>	0,43-1,34 0,88±0,45 <sup>a</sup>	1,96-4,44 2,82±0,40 <sup>a</sup>	0,31-3,94 1,50±1,14 <sup>a</sup>	1,16-6,56 2,62±1,79 <sup>a</sup>	0,50-1,38 0,78±0,41 <sup>a</sup>	0,20-2,56 1,40±0,97 <sup>a</sup>
<b>Cu</b>	3,40-8,88 5,87±0,80 <sup>a</sup>	7,93-20,12 13,09±5,73 <sup>a</sup>	6,04-11,11 7,80±2,86 <sup>a</sup>	5,25-10,93 8,03±2,84 <sup>a</sup>	3,36-26,31 12,38±7,74 <sup>a</sup>	8,83-41,66 14,80±4,91 <sup>a</sup>	3,89-14,42 7,07±2,94 <sup>a</sup>	6,25-9,39 7,92±1,34 <sup>a</sup>
<b>Fe</b>	190,47-808,88 514,01±125,23 <sup>a</sup>	1686,01-3305,08 2518,08±174,55 <sup>b</sup>	167,33-727,08 379,62±103,37 <sup>a</sup>	795,16-3349,47 1731,02±407,32 <sup>ab</sup>	75,11-768,51 324,45±21,89 <sup>a</sup>	421,42-1650,51 1011,48±383,55 <sup>a</sup>	124,51-379,80 239,29±85,28 <sup>a</sup>	592,18-1069,55 925,58±224,30 <sup>a</sup>
<b>Mn</b>	29,76-76,53 55,45±13,59 <sup>a</sup>	193,85-390,21 274,27±92,69 <sup>a</sup>	18,15-68,75 41,00±15,65 <sup>a</sup>	57,77-360,92 179,14±16,34 <sup>a</sup>	7,84-52,63 34,80±8,98 <sup>a</sup>	83,33-857,14 250,10±154,25 <sup>a</sup>	29,57-44,74 36,18±6,42 <sup>a</sup>	120,30-331,25 183,85±58,98 <sup>a</sup>
<b>Mo</b>	0,85-1,90 1,26±0,45 <sup>a</sup>	2,11-5,76 3,37±1,63 <sup>a</sup>	2,02-2,78 2,29±0,42 <sup>a</sup>	1,56-3,15 2,45±0,81 <sup>a</sup>	1,12-2,68 1,72±0,51 <sup>a</sup>	1,26-4,54 3,21±1,05 <sup>a</sup>	0,89-4,80 2,12±1,83 <sup>a</sup>	2,51-3,75 3,19±0,52 <sup>a</sup>
<b>Ni</b>	1,19-3,81 2,23±0,13 <sup>a</sup>	10,58-13,46 11,63±1,36 <sup>a</sup>	2,78-3,20 2,95±0,32 <sup>a</sup>	6,3-14,96 10,21±1,39 <sup>a</sup>	1,12-6,57 3,56±1,78 <sup>a</sup>	2,15-33,89 12,06±5,71 <sup>a</sup>	1,83-7,16 4,09±0,63 <sup>a</sup>	4,68-7,51 6,00±1,36 <sup>a</sup>
<b>Pb</b>	5,10-15,47 8,91±4,80 <sup>a</sup>	11,90-32,83 24,76±3,58 <sup>a</sup>	12,1-18,75 15,84±3,4 <sup>a</sup>	14,71-23,44 19,76±2,52 <sup>a</sup>	5,60-59,21 29,13±9,55 <sup>a</sup>	1,69-41,66 19,09±8,79 <sup>a</sup>	5,51-19,23 10,14±2,16 <sup>a</sup>	3,76-26,31 18,55±5,15 <sup>a</sup>
<b>Se</b>	0,148-5,33 2,513±1,28 <sup>a</sup>	1,64-4,72 2,60±1,44 <sup>a</sup>	0,97-6,54 3,47±0,82 <sup>a</sup>	1,48-2,94 2,40±0,80 <sup>a</sup>	1,31-24,07 9,76±2,58 <sup>a</sup>	3,42-13,87 6,51±1,21 <sup>b</sup>	0,65-4,36 2,27±0,59 <sup>a</sup>	0,77-5,53 3,56±0,02 <sup>ab</sup>
<b>Zn</b>	22,61-41,98 34,34±9,30 <sup>a</sup>	31,25-68,85 46,27±7,71 <sup>a</sup>	38,31-66,67 50,27±4,69 <sup>a</sup>	27,31-50,0 36,33±8,03 <sup>a</sup>	44,84-236,84 110,94±13,98 <sup>a</sup>	64,39-347,22 157,58±19,14 <sup>a</sup>	30,46-100,96 56,58±11,62 <sup>a</sup>	45,31-52,72 48,50±3,18 <sup>a</sup>

\*Her bir parametre sütununda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemsizdir.



**Şekil 2.** Eğirdir Gölü'nde yaşayan *M. spicatum*'un gövdesinde belirlenen bazı ağır metallerin mevsimsel değişimi (mg/kg)



**Şekil 3.** Eğirdir Gölü'nde yaşayan *M. spicatum*'un yaprağında belirlenen bazı ağır metallerin mevsimsel değişimi (mg/kg)

Bitki örneklerinde yapılan analiz sonucunda gövdedeki Cd miktarının 0,25-0,99 mg/kg, yapraktaki miktarın ise 0,36-1,11 mg/kg arasında değiştiği ve metal miktarlarının her iki kısım için de yaz mevsiminde arttığı ve kış mevsiminde ise azaldığı belirlenmiştir. Cr miktarının gövdede 0,78-1,50 mg/kg ve yaprakta 1,40-3,24 mg/kg arasında değiştiği, gövdede yaz mevsiminde artarken, yaprakta kış mevsiminde arttığı, her iki kısımda da sonbahar mevsiminde azaldığı belirlenmiştir. Gövdedeki Cu düzeyinin 5,87-12,38 mg/kg ve yapraktakinin ise 7,92-14,80 arasında değiştiği, her iki kısımda da yaz mevsiminde artış gösterirken, gövdede kış mevsiminde, yaprakta ise sonbaharda azaldığı belirlenmiştir. Fe konsantrasyonu gövdede 239,29-514,01 mg/kg ve yaprakta 925,58-2518,08 mg/kg arasında değişmiştir. Hem gövdede hem de yaprakta kış mevsiminde artarken, sonbaharda azalmıştır. Mn miktarı gövdede 34,80-55,45 mg/kg arasında, yaprakta 179,14-274,27 arasında değişirken, gövde ve yaprakta kış

mevsiminde artmıştır. Buna karşın gövdede yaz mevsiminde, yaprakta ise ilkbaharda azalmıştır. Mo seviyesi gövdede 1,26-2,29 arasında, yaprakta ise 2,45-3,37 mg/kg arasında değişmiştir. Gövdedeki Mo miktarı ilkbaharda artıp kış mevsiminde azalırken, yapraktaki düzey kış mevsiminde artıp ilkbaharda azalmıştır. Gövdedeki Ni konsantrasyonu 2,23-4,09 mg/kg ve yapraktaki ise 6,00-12,06 mg/kg arasında değişmiştir. Ni miktarı gövdede sonbaharda artmış, kış mevsiminde azalmış, yapraktaki ise yaz mevsiminde artmış sonbaharda azalmıştır. Pb konsantrasyonu gövdede 8,91-29,13 mg/kg ve yaprakta 18,55-24,76 mg/kg arasında değişirken, gövdede yaz mevsiminde artmış, kış mevsiminde azalmış, yaprakta ise kış mevsiminde artmış, sonbaharda azalmıştır. Se miktarı gövdede 2,27-9,76 mg/kg, yaprakta ise 2,40-6,51 mg/kg arasında değişmiştir. Her iki kısımda da yaz mevsiminde artmış, gövdede sonbaharda ve yaprakta ilkbaharda azalmıştır. Zn seviyesi gövdede 34,34-110,94 mg/kg ve yaprakta 36,33-157,58 mg/kg arasında değişmiştir. Gövdede yaz mevsiminde artarken, kış mevsiminde azalmış, yaprakta yaz mevsiminde artmış, ilkbaharda azalmıştır. Yapılan analizler sonucunda sadece yapraktaki Fe ve Se miktarının mevsimler arasında farklılık gösterdiği ( $p<0.05$ ), diğer ilişkilerin ise önemli olmadığı ( $p>0.05$ ) belirlenmiştir. Mevsimsel olarak elde edilen sonuçlar genellendiğinde metallerin gövdede yaz mevsiminde arttığı, kış mevsiminde azaldığı, yaprakta ise yaz ve kış mevsimlerindeki artışın birbirine benzediği, sonbahar mevsiminde ise azaldığı tespit edilmiştir. Yapraktaki metal seviyelerinin gövdeye göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Duman vd. [54], Sapanca Gölü'nde yetişen *Phragmites australis* ve *Schoenoplectus lacustris*'teki bazı metallerin (Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn ve Cd) düzeylerini araştırmışlar ve *Phragmites australis*'teki birikimin kış mevsiminde, *Schoenoplectus lacustris*'teki birikimin ise sonbaharda en yüksek düzeyde olduğu saptamışlardır. Yücel vd. [25] Porsuk Çayı'ndaki *M. spicatum* bitkisinin Fe miktarının gövdede 20,5-740 ppm ve yaprakta 40,5-988,5 ppm arasında olduğunu belirlemişlerdir. *M. spicatum* bitkisinin yaprağında gövdeye göre daha fazla Cd biriktiğini tespit etmişlerdir. Yabancı vd. [27] yaptıkları çalışmada Kadın Deresi'nde yaşayan *M. spicatum*'un yaprağındaki Cr, Cd ve Pb düzeylerini sırasıyla 4.59 mg/kg, 0.06 mg/kg ve 6.25 mg/kg olarak, gövdedeki Cr, Cd ve Pb miktarlarını ise 5.34 mg/kg, 0.04 mg/kg ve 3.05 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Metal seviyelerinin ilkbahar mevsiminde artış gösterdiğini bildirmişlerdir. En yüksek metalin kökte, en düşük metalin ise gövdede biriktiğini tespit etmişlerdir. Kovada Gölü'nde yapılan bir çalışma sonucunda *P. australis*'in kökteki metal seviyesinin yaz mevsiminde arttığı, ilkbaharda azaldığı, gövdedeki seviyenin ilkbaharda artıp yaz mevsiminde azaldığı, yapraktaki konsantrasyonun ise sonbaharda arttığı ve kış mevsiminde azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca genel olarak yapraktaki metal seviyesinin gövdeye göre daha yüksek olduğu saptanmıştır [29]. Çalışmamızda gövdedeki ve yapraktaki metal seviyesinin yaz mevsiminde artması bitki metabolizmasının bu mevsimde artmasına, metal miktarının gövdede kışın azalması buna karşın yaprakta artış göstermesi ise bitkide biriken atık maddelerin ve metallerin bitkinin boşaltım organı olan yaprağa geçmesi ile açıklanabilir.

Ağır metallerin sudaki oranı, pH değişimi, aktif ve pasif transfer süreçleri, türleşme, redoks durumları mevsimsel döngülere göre bitkilerin verdiği cevaplar bitkilerdeki metal birikimini etkiler [55, 56]. Sedimentin yapısı da bitkilerdeki metal miktarını etkileyen önemli bir etmendir [26]. Vymazal [57], bitkilerin yaprak kısmında gövdeden daha fazla metal görülmesini, metallerin yaprak vakuollerinde birikmesine dayandırmıştır. Submers bitkilerin yaprakları, gövde aracılığı ile kökten metal aldığı gibi direk sudan da metal alıp bünyesinde biriktirir [58].

Keskinkan vd. [24], yaptıkları çalışma sonucunda *M. spicatum* bitkisinin *Ceratophyllum demersum*'a göre daha yüksek emilim kapasitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada ise *M. spicatum* bitkisinin Pb'ü adsorbe etme yeteneğinin yüksek olduğu ve bu



bitkinin Zn, Pb ve Cu'ın uzaklaştırılmasında uygun bir biosorbent olabileceği bildirilmiştir [59]. Rai vd. [48], submers bitkilerin yüksek yüzey/biyokütle oranı nedeniyle daha fazla metal biriktirme kapasitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu bitkinin Cd'u uzaklaştırma kapasitesinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir [60]. Yabanlı vd. [27], yaptıkları çalışmada *M. spicatum* bitkisinin kökündeki Hg miktarının Kadın Deresi'nin suyundaki Hg miktarına göre 2269,23 kat fazla olduğunu bildirmişlerdir. Miretzky vd. [61], kirlenmiş alanlardaki sucül makrofitlerin yaşadıkları suya göre çok daha fazla metal biriktirme kapasitesine sahip olduklarını belirtmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada ortamdaki demirin *M. spicatum* tarafından önemli ölçüde temizlendiği belirlenmiştir [25]. Submers makrofitlerin metalleri direk sudan alıyor olması nedeniyle kirlenmiş sulardaki metallerin uzaklaştırılmasında kullanılabilmesi sonucunun ortaya çıkacağı bildirilmiştir [62]. Galal vd. [63], *M. spicatum*'un ağır metal kirliliğini belirlemek için etkin bir biyoindikatör olarak kullanılabilmesini açıklamışlardır.

#### 4. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada Eğirdir Gölü'nde yaşayan *M. spicatum* bitkisinin gövde ve yapraklarındaki bazı ağır metallerin konsantrasyonları belirlenmiştir. Gövde ve yaprakta en fazla biriken metal Fe, en az biriken metal ise Cd olmuştur. Yapraktaki metal seviyesi gövdeye göre daha fazla bulunmuştur. Mevsimsel olarak elde edilen sonuçlar genellendiğinde metallerin gövdede yaz mevsiminde arttığı, kış mevsiminde azaldığı, yaprakta ise yaz ve kış mevsimlerindeki artışın birbirine benzediği, sonbahar mevsiminde ise azaldığı tespit edilmiştir. Yapraktaki metal seviyelerinin gövdeye göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar Dünya Sağlık Örgütü [64]) tarafından verilen ağır metallerin bitkilerde kabul edilebilir değerleri ile kıyaslanmıştır. Buna göre Cr, Cu ve Fe her iki kısımda da tüm mevsimlerde bu limitlerin üstünde çıkmıştır. Ve yine Cd ilkbaharda gövdede, yaz mevsiminde hem gövdede hem yaprakta, Ni ve Pb tüm mevsimlerde yaprakta, Zn yaz mevsiminde hem yaprak hem gövdede ve sonbaharda gövdede bu limitlerin üstünde çıkmıştır. Buna göre başaklı sucivanperçemi bitkisinin ağır metalleri bünyesinde biriktirme kapasitesinin yüksek olduğu görülmektedir. Bu bitki hem metal kirliliğinin belirlenmesinde biyoindikatör olarak hem de kirlenmiş ortamların temizlenmesinde kullanılabilir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Ellis, K.V., White, G. & Adn Warn, A.E. (1989). *Surface water pollution and its Control*. Wiltshire: Antony Rome Ltd. Chippenham.
- [2] Kılıç, S., Çavuşoğlu, K. & Kılıç, M. (2009). The effects of lead (Pb) pollution caused by vehicles on the pollen germination and pollen tube growth of apricot (*Prunus armeniaca* cv. Şekerpare). *Biological Diversity and Conservation (BioDiCon)*, 2(3), 23-28.
- [3] Akbayır, S., Osmalı, E. ve Varol, T. (2019). İstanbul'un sahil kesimlerinden toplanan *Platanus orientalis* L. (Doğu Çınarı)'te ağır metal birikimi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4 (3), 393-400.
- [4] Kocataş, A. (2008). *Çevre kirlenmesi, Çevre Biyolojisi*. İzmir: Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.
- [5] Uysal, K., Köse, E., Bülbül, M., Dönmez, M., Erdoğan, Y. Koyun, M.....Özmal, F. (2009). The comparison of heavy metal accumulation ratios of some fish species in Enne Dame Lake (Kütahya/Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, 157, 355-362.

- [6] Tchounwou, P.B., Yedjou, C.G., Patlolla, A.K. & Sutton, D.J. (2012). Heavy metals toxicity and the Environment. *Molecular, Clinical and Environmental Toxicology*, 101, 133-164.
- [7] Alrumman, S., El-Kott, A. & Sherif, K. (2016). Water pollution: source and treatment. *American Journal of Environmental Engineering*, 6, 88-89.
- [8] Akbıyık, F. (2012). Felent Çayı'nda mikro ve makro elementlerin biyotik ve abiyotik ögelerde birikimlerinin araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- [9] Göksu, M.Z.L. (2003). *Su Kirliliği*. Adana: Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.
- [10] Halim, M., Conte, P. & Piccolo, A. (2003). Potential availability of heavy metals to phytoextraction from contaminated soils by exogenous humic substances. *Chemosphere*, 52, 265-275.
- [11] Samarghandi, M.R., Nouri, J., Mesdaghinia, A.R., Mahvi, A.H., Nasser, S. & Vaezi, F. (2007). Efficiency removal of phenol, lead and cadmium by means of UV/TiO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Processes. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 4, 19-25.
- [12] Uzunoğlu, O. (1999). Gediz Nehri'nden alınan su ve sediment örneklerinde bazı ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa
- [13] Yuan, C., Shi, J., He, B., Liu, J., Liang L. & Jiang G. (2004). Speciation of heavy metals in marine sediments from the East China sea by ICP-MS with sequential extraction. *Environment International*, 30, 769-783.
- [14] Liu, J., Yin, P., Chen, B., Gao, F., Song, H. & Li, M. (2016). Distribution and contamination assessment of heavy metals in surface sediments of the Luanhe River Estuary, northwest of the Bohai Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 109, 633-639.
- [15] Ali, H., Khan, E. & Ilahi, İ. (2019). Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: Environmental persistence, toxicity and bioaccumulation. *Journal of Chemistry*, 4, 1-14.
- [16] Engel, D. W., Sunda, W. G. & Fowler, B.A. (1981). Factors affecting trace metal uptake and toxicity to estuarine organisms. 1. Environmental parameters. J. Vernberg, A. Calabrese, F.P. Thurberg, ve W.B., Vernberg (Ed.), *Biological Monitoring of Marine Pollutants içinde* (127-144 ss). Cambridge: Academic Press.
- [17] Türkmen, A. & Türkmen, M. (2004). The seasonal variation of heavy metal in the suspended particulate material in the Iskenderun Bay (North-Eastern Mediterranean Sea, Turkey). *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21 (3-4), 307-311.
- [18] Zhuang W. & Gao, X. (2015). Distributions, sources and ecological risk assessment of arsenic and mercury in the surface sediments of the southwestern coastal Laizhou Bay, Bohai Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 99, 320-327.
- [19] Nimptsch, J., Wunderlin, D.A., Dollan, A. & Pflugmacher, S. (2005). Antioxidant and biotransformation enzymes in *Myriophyllum quitense* as biomarkers of heavy metal exposure and eutrophication in Suquia River basin (Córdoba, Argentina). *Chemosphere*, 61 (2), 147-157.
- [20] Vardanyan, L.G. & Ingole, B.S. (2006). Studies on heavy metal accumulation in aquatic macrophytes from Sevan (Armenia) and Carambolim (India) Lake systems. *Environment International*, 32 (2), 208-218.
- [21] Zhulidov, A.V. (1996). Heavy metals in Russian Wetlands. N.M. Van Straalen, ve D.A. Krivolutsky (Ed.), *Bioindicator Systems for Soil Pollution içinde* (233-247 ss). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 233-247.
- [22] Shine, J., Ryan, D., Limon, J. & Ford, T. (1998). Annual cycle of heavy metals in a tropical lake-Lake Chapala, Mexico. *Journal of Environmental Science Health, Part A*, 33, 23-43.

- [23] Duman, F. (2005). Sapanca ve Abant Gölü su, sediment ve sucul bitki örneklerindeki ağır metal konsantrasyonlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi. (Doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- [24] Keskinan, O., Göksu, M.Z.L., Yüceer, A. & Başbüyük, M. (2007). Comparison of the adsorption capabilities of *Myriophyllum spicatum* and *Ceratophyllum demersum* for zinc, copper and lead. *Engineering in Life Science*, 7(2), 192-196.
- [25] Yücel, E., Edirnelioğlu, E., Soydam, S., Çelik, S. & Çolak, G. (2010). *Myriophyllum spicatum* (Spiked water-milfoil) as a biomonitor of heavy metal pollution in Porsuk Stream/Turkey. *Biological Diversity and Conservation*, 3 (2), 133-144.
- [26] Galal, T.M. & Shehata, H.S. (2014). Evaluation of the invasive macrophyte *Myriophyllum spicatum* L. as a bioaccumulator for heavy metals in some watercourses of Egypt. *Ecological Indicators*, 41, 209-214.
- [27] Yabanlı, M., Yozukmaz, A. & Sel, F. (2014). Heavy metal accumulation in the leaves, stem and root of the invasive submerged macrophyte *Myriophyllum spicatum* L. (haloragaceae): An example of Kadın Creek (Muğla, Turkey). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 57 (3), 434-440.
- [28] Harguinteguy, C.A., Cofré, M.N., Cirelli-Fernández, A. & Pignata, M.L. (2016). The macrophytes *Potamogeton pusillus* L. and *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc. as potential bioindicators of a river contaminated by heavy metals. *Microchemical Journal*, 124, 228-234.
- [29] Sancer, O. & Tekin-Özan, S. (2016). Seasonal changes of metal accumulation in water, sediment and *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel growing in Lake Kovada (Isparta, Türkiye). *Süleyman Demirel Üniversitesi Journal of Science*, 11(2), 45-60.
- [30] Emiroğlu, Ö., Köse, E., Koyuncu, O., Çiçek, A. ve Şahin, M. (2018). Porsuk Çayı bazı su kenarı bitkilerinde makro ve mikro elementlerin belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 11 (2), 24-26.
- [31] Zubair, A., Abdullah, N.O., İbrahim, R. & Rachma, A.R.D. (2020). Effectivity of constructed wetland using *Typha angustifolia* in analyzing the decrease of heavy metal (Fe) in acid mine drainage. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 419, 012160.
- [32] Keser, G., Topak, Y. & Sevgiler, Y. (2020). Concentrations of some heavy metal and macroelements in sediment, water, macrophyte species, and leech (*Hirudo sulukii* n.sp.) from the Kara Lake, Adıyaman, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 75.
- [33] Alp, A., Akyürek, M., Balık, S. ve Ustaoglu, M.R. (1994). Akşehir Gölü'nün bazı biyoekolojik özelliklerinin tespiti projesi sonuç raporu. *Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, Eğirdir.
- [34] Web 1: [https://www.wwf.org.tr/ne\\_yapiyoruz/doga\\_koruma/doal\\_alanlar/egirdir\\_golu/](https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/doga_koruma/doal_alanlar/egirdir_golu/)
- [35] Web 2: [https://tr.wikipedia.org/wiki/E%C4%9Firdir\\_G%C3%B6l%C3%BC](https://tr.wikipedia.org/wiki/E%C4%9Firdir_G%C3%B6l%C3%BC)
- [36] Web 3: <https://www.haberler.com/egirdir-golu-nun-su-seviyesi-11-santimetre-daha-14779289-haber/#:~:text=ISPARTA%202D%20T%C3%BCrkiye'nin%20d%C3%B6rd%C3%BCnc%C3%BC%20b%C3%BCy%C3%BCk,%C3%B6l%C3%A7%C3%BCmlemede%20915.45%20metre%20seviyesine%20ula%C5%9Ft%C4%B1.>
- [37] WWF. (2013). World Wildlife Fund, Eğirdir Gölü'nde Kirlilik Durumu ve Kirlilik Kaynakları Modelleme Çalışması Raporu, Yedi Renkli Göle Yedi Renkli Hayat Projesi, 35s.
- [38] Seçmen, Ö. ve Leblebici, E. (1997). Türkiye Sulak Alan Bitkileri ve Bitki Örtüsü. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları. ,
- [39] Kesici E. (1997). Eğirdir Gölü makrofitik vejetasyonu üzerinde fitososyolojik ve ekolojik bir araştırma. (Doktora tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı, Isparta.

- [40] Aiken, S.G., Newroth, P.R & Wile I. (1979). The biology of Canadian weeds.: 34. *Myriophyllum spicatum* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 59, 201–215.
- [41] Nassouhi, D., Ergönül, M.B., Fikirdeşici, Ş., Karacakaya, P. ve Atasagun, S. (2018). Ağır metal kirliliğinin biyoremediasyonunda bazı su içi ve yüzücü sucul makrofitlerin kullanımı. *SDÜ Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 14 (2), 148-165.
- [42] Altınayar, G. (1988). Su Yabancı Otları. Ankara: T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı.
- [43] Bock, R. (1979). A handbook of decomposition methods in analytical chemistry. Scranton: International Textbook Co.
- [44] Sawidis, T., Chettri, M.K., Zachariadis, G.A. & Stratis, J.A. (1995). Heavy metals in aquatic plants and sediments from water systems in Macedonia, Greece. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 32, 73-80.
- [45] Laing, G.D., Tack, F.M.G. & Verloo, M.G. (2003). Performance of selected destruction methods for the determination of heavy metals in reed plants (*Phragmites australis*). *Analytica Chimica Acta*, 497 (1-2), 191-198.
- [46] Fisher, R.A. (1928). The general sampling distribution of the multiple correlation coefficient, *Proceeding of the Royal Society A*, 121 (788), 654–673.
- [47] Duncan, D. B. (1955). Multiple Range and Multiple F Tests. *Biometrics*, 11(1), 1-42.
- [48] Rai, U.N., Sinha, S., Tripathi, R.D. & Chandra, P. (1995). Wastewater treatability potential of some aquatic macrophytes: Removal of heavy metals. *Ecological Engineering*, 5, 5–12.
- [49] Yadav S. & Chandra R. (2011). Heavy metals accumulation and ecophysiological effect on *Typha angustifolia* L. and *Cyperus esculantus* L. growing in distillery and tannery effluent polluted natural wetland site, Unnao, India, *Environmental Earth Science*, 62: 1235-1243.
- [50] Kaptan, H. ve Tekin-Özan, S. (2014). Eğirdir Gölü'nün (Isparta) suyunda, sedimentinde ve gölde yaşayan sazanın (*Cyprinus carpio* L., 1758) bazı doku ve organlarındaki ağır metal düzeylerinin belirlenmesi. *SDÜ Journal of Science (E-Journal)*, 9 (2), 44-60.
- [51] Şener, Ş., Elitok, Ö., Şener, E. & Davraz, A. (2011). An investigation of Mn contents in water and bottom sediments from Eğirdir Lake, Turkey, *Journal of Engineering Science and Design*, 1 (3), 145-149.
- [52] Usero J., Izquierdo C., Morillo J. & Gracia I. (2003). Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the Southern Atlantic Coast of Spain, *Environmental International*, 1069, 1-8.
- [53] Baron J., Legret M. & Astruc M. (1990). Study of interactions between heavy metals and sewage sludge: determination of stability constants and complexes formed with Cu and Cd. *Environmental Technology*, 11, 151-162.
- [54] Duman F., Çiçek M. & Sezen G. (2007). Seasonal changes of metal accumulation and distribution in common club rush (*Schoenoplectus lacustris*) and common reed (*Phragmites australis*). *Ecotoxicology*, 16, 457-463.
- [55] Deng, H., Ye, Z.H. & Wong, M.H. (2004). Accumulation of lead, zinc, copper and cadmium by 12 wetland plant species thriving in metal-contaminated sites in China. *Environmental Pollution*, 132, 29-40.
- [56] Badr, N., Fawzy, M. & Al-Qahtani, K.H. (2012). Phytoremediation: An ecological solution to heavy-metal-polluted soil and evaluation of plant removal ability. *World Applied Sciences Journal*, 16 (9), 1292–1301.
- [57] Vymazal, J. (2007). Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. *Science of the Total Environment*, 380, 48-65.
- [58] Dunbabin, J.S. & Bowmer, K.H. (1992). Potential use of constructed wetlands for treatment of industrial waste waters containing metals. *Science of the Total Environment*, 3, 151–168.

- [59] Keskinan, O., Göksu, M.Z.L., Yüceer, A., Başbüyük, M. & Forster, C.F. (2003). Heavy metal adsorption characteristics of a submerged aquatic plant (*Myriophyllum spicatum*). *Process Biochemistry*, 39, 179-183.
- [60] Sivacı, E.R., Sivacı, A. & Sökmen, M. (2004). Biosorption of cadmium by *Myriophyllum spicatum* L. and *Myriophyllum triphyllum* orchard. *Chemosphere*, 56, 1043-1048.
- [61] Miretzky, P., Saralegui, A. & Fernandez Cirelli, A. (2004). Aquatic macrophytes potential for the simultaneous removal of heavy metals (Buenos Aires, Argentina). *Chemosphere*, 57, 997-1005.
- [62] Doğan, M. (2011). Akvatik makrofitlerde ağır metal akümülyasyonu. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 4(2), 33-36.
- [63] Galal, T.M., Farahat, E.A. & Fawzy, M. (2008). Submerged macrophytes as bioindicators for pollution in Lake Mariut along the Mediterranean coast of Egypt. *Ecologia Mediterranea*, 34, 83-91.
- [64] WHO (World Health Organization), 2010. Quantifying Environmental Health Impacts. World Health Organization, Geneva.



## \*COVID-19 DÖNEMİ UZAKTAN EĞİTİMİNDE KULLANILAN BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİNİN ÖĞRENME VERİMLİLİĞİNE YÖNELİK ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ

Gökhan AKDEN <sup>1\*</sup>, Mustafa KOÇ <sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi, Viranşehir MYO, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Şanlıurfa

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, Isparta

akden@harran.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada COVID-19 pandemisi sürecinde zorunlu olarak geçilen uzaktan eğitimde kullanılan bilişim teknolojilerinin öğrenme verimliliğine yönelik öğretmen görüş ve deneyimlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Araştırma nitel araştırma yöntemlerinden olgubilim (fenomenoloji) deseni benimsenerek gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunu 2020 yılında Şanlıurfa ili, Viranşehir ilçesinde merkez-köy ortaokulu ve liselerinde görev yapan 34 branş öğretmeni oluşturmaktadır. Veriler öğretmenlerin pandemi hakkında ön bilgilerini, uzaktan eğitimde karşılaştıkları zorlukları, bilişim ve öğretim teknolojileri hakkında farkındalıklarını, uzaktan eğitimde öğrenciler ile iletişim becerilerini, uzaktan eğitimin geleceğine yönelik görüş ve beklentilerini sorgulayan açık uçlu sorular içeren görüşme yoluyla toplanmıştır. Sonuç olarak, öğretmenlerin uzaktan eğitimin yapısına ilişkin deneyimlerinin düşük seviyede olduğu ve uzaktan eğitimi geleneksel eğitim gibi düşündükleri görülmüştür. Çalıştıkları bölgede fiziki alt yapı yetersizlikleri ve teknolojik imkânsızlıklar nedeniyle uzaktan eğitimi çok zor uyguladıkları ve öğretmenlerin bu süreçte yeterince verim alamadıkları tespit edilmiştir. Katılımcı öğretmenlerin çoğunluğunun uzaktan eğitimde kullanılabilecek Web 2.0 gibi öğretim teknolojilerine ilişkin farkındalık düzeylerinin ve kullanım deneyimlerinin düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Uzaktan eğitim sürecinde öğrencilerin genel olarak derse olan ilgi ve motivasyonlarının düşük seviyede olduğu bu sebebin nedenleri arasında kullanılan bilişim teknolojilerinin bazı yönlerden eksik olmasından kaynaklandığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** uzaktan eğitim, bilişim teknolojileri, öğrenme verimliliği, öğretmen görüşleri, COVID-19.

**ABSTRACT:** In this study, it is aimed to reveal the opinions and experiences of teachers on the learning efficiency of information technologies used in distance education, which is mandatory during the COVID-19 pandemic process. The research was carried out by adopting the phenomenology pattern, one of the qualitative research methods. The study group consists of 34 branch teachers working in central-village secondary and high schools in Şanlıurfa province, Viranşehir district in 2020. The data were collected through an interview that included open-ended questions that questioned the teachers' prior knowledge about the pandemic, the difficulties they encountered in distance education, their awareness of information and instructional technologies, their communication skills with students in distance education, and their views and expectations for the future of distance education. As a result, it was seen that the teachers' experience regarding the structure of distance education was low and they thought of distance education as traditional education. It has been determined that distance education is very difficult to implement due to physical infrastructure inadequacies and technological impossibilities in the region where they work and teachers cannot get enough efficiency in this process. It was determined that the majority of the participating teachers had a low level of awareness and usage experience of instructional technologies such as Web 2.0 that can be used in distance education. In the distance education process, it has been observed that the interest and motivation of the students in the course is generally low, and the reason for this is the lack of information technologies used in some aspects.

**Keywords:** distance education, information technologies, learning efficiency, teacher opinions, COVID-19

### 1. GİRİŞ

\* Bu makale Süleyman Demirel Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü bünyesinde ikinci yazarın danışmanlığında yürütülen birinci yazarın "COVID-19 Dönemi Uzaktan Eğitiminde Kullanılan Bilişim Teknolojilerinin Öğrenme Verimliliğine Yönelik Öğretmen Görüşleri" başlıklı yüksek lisans tezi esas alınarak hazırlanmıştır.

2019 yılı sonlarında Çin'in Hubei eyaletinin Wuhan şehrinde keşfedilmiş virüs kaynaklı bir hastalık, keşfinden bu yana dünya çapında hızlı bir şekilde yayılarak COVID-19 pandemisine yol açmıştır. Söz konusu virüs insanların akciğerlerinde etkili olup solunum sistemini ciddi düzeyde etkilemektedir. Bu sebepten dünya çapında ve Türkiye'de birçok can kaybına yol açmıştır. Hastalığın solunum ve temas yoluyla bulaşması toplumda giderek yayılmasını artırmıştır. Bu durum ister istemez eğitimi ve tüm eğitim kurumlarını olumsuz şekilde etkilemiştir. Okullarda öğrencilerin toplu olarak eğitim görmesi sebebiyle, hastalığın ve salgının ilerlememesi için 16 Mart 2020 tarihinde Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) ülke çapındaki yüz yüze eğitimi sonlandırıp uzaktan eğitime geçme kararı almıştır. Alınan bu karar ile öğrencilerin eğitim hayatları devam etmiştir. Yapılan uzaktan eğitim sayesinde öğretmenler pedagojik, psikolojik, teknolojik alanlardaki tecrübe ve deneyimlerini geliştirip daha da artırma imkânı yaşamışlardır. Eğitim Bilişim Ağı (EBA) bilişim sistemi sayesinde öğretmenler öğrencileri ile olan bağlantılarını koparmayıp ödevlendirmeler yapmışlardır. Ayrıca yapılan canlı dersler ile öğretmen ve öğrenci arasındaki iletişim kesintisiz olarak devam ettirilmiş olup süreç olumlu bir şekilde desteklenmiştir (Akgül, 2021). MEB (2019) raporuna göre Türkiye, 18 milyon civarında öğrenciye ve 950 bin civarında öğretmene sahiptir. 16 Mart 2020 itibariyle kapatılan okullardaki örgün ve yaygın eğitim pandemiden etkilenen en büyük kamusal alandır (Bakıoğlu ve Çevik, 2020).

COVID-19 pandemisinin tüm dünyada oluşturduğu ekonomik sorunlar ve kargaşaya rağmen, ülkeler elindeki imkânlar ile dijital teknolojileri hayata geçirerek eğitim-öğretim sürecini devam ettirme yoluna girmişlerdir (Agnolotto ve Queiroz, 2020). Diğer dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye'de de etkili bir eğitim ve öğretim ortamının sağlanabilmesi için dijital teknolojileri kullanarak uzaktan eğitim ile bu süreci yürütme kararı almış ve bu şekilde öğrencilerin eğitim-öğretim faaliyetlerinden yoksun kalmamasını sağlamıştır. Evden veya okuldan uygun maliyetlerle, öğrencilerin eğitime devam edebilmelerini sağlayacak bilgisayarlar, telefonlar, dizüstü bilgisayarlar ve tabletlerin kullanımı artmış, devlet yetkilileri ve paydaşları COVID-19 pandemisinde öğrenmenin bu yönde sürdürülmesini belirlemişlerdir. (Mulenga ve Marban, 2020).

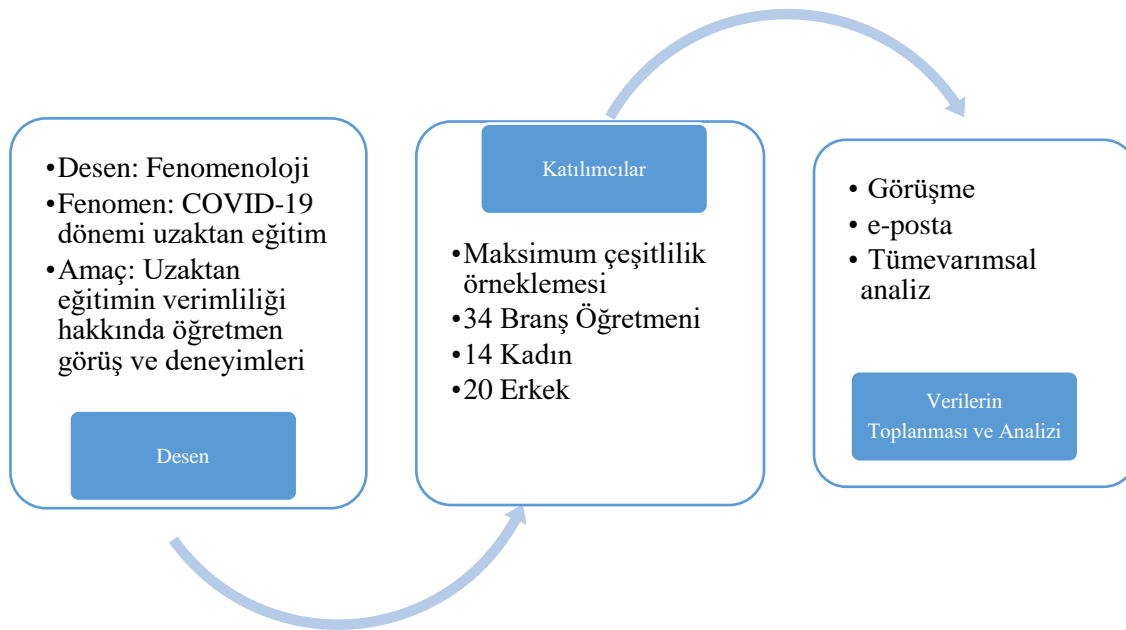
Bu çalışmada ortaokul ve liselerde görev yapan branş öğretmenlerinin COVID-19 pandemisi sürecinde yapılmakta olan uzaktan eğitimde kullanmış oldukları öğretim teknolojilerinin öğrenme verimliliğine ilişkin görüşleri ve deneyimleri üzerinde durulmuştur. Etkili ve verimli bir uzaktan eğitim sürecinde en önemli etkenlerden birisi de kullanılan bilişim sistemleridir. Uzaktan eğitimde öğretmenlerin kullanmış oldukları dijital eğitim platformları hakkındaki görüşleri, öğrencilerin bu araçlardan faydalanma durumları, uzaktan eğitim uygulamalarının avantajları, dezavantajları ve yüz yüze eğitime göre farklılıkları, pandemi sürecindeki uzaktan eğitimde yaşanan sorunlar ve bu sorunların nasıl giderilerek daha verimli bir uzaktan eğitimin yapılabileceği konusunda öğretmenlerin görüşleri araştırılmıştır.

## 2.YÖNTEM

### 2.1. Araştırma Modeli

Bu araştırma nitel araştırma yöntemlerinden olgubilim (fenomenoloji) deseni benimsenerek gerçekleştirilmiştir. Olgubilim yaşanmış deneyimlerden sonuç çıkartmaya yönelik odaklanmış bir yöntemdir (Jasper, 1994). Olgubilimde araştırmacının amacı katılımcılar tarafından

yaşanmış tecrübelerden fikirler çıkartarak olayları tanımaktır, olgubilim sayesinde deneyimlere anlam kazandırılarak sonuca varılır (Kocabıyık, 2015). Olgubilim ile araştırmacı deneyimlerden yeni çıkarımda bulunurken, araştırmaya katılan kişilere olaylar ve yaşantılarla ilgili yöneltilen sorular sayesinde yeni ufuklar açmaktadır. Yapılandırılmış ya da yarı yapılandırılmış sorular ile araştırılmak istenilen olgu ya da deneyimler açıklanmaya çalışılır. Bu çalışmada olgubilim yönteminin tercih edilmesinin nedeni; araştırmanın amacı olan COVID-19 pandemisi sürecinde uzaktan eğitimde kullanılan bilişim teknolojilerine ilişkin öğretmenlerin görüş ve deneyimlerini derinlemesine anlamaya çalışmaktır. Bu çalışmada izlenen araştırma sürecinin temel özellikleri Şekil 1’de özetlenmiştir.



Şekil 1. Araştırma süreci

## 2.2. Çalışma Grubu

Çalışmanın katılımcıları Şanlıurfa ili, Viranşehir ilçesinde bulunan Milli Eğitim Bakanlığına bağlı resmi ortaokul ve liselerde görev yapan öğretmenlerden oluşmaktadır. Çalışmaya katılan öğretmenler 2020-2021 eğitim-öğretim yılında aktif olarak çalışan ve uzaktan eğitim yapan 34 öğretmenden (20 erkek 14 kadın) oluşmaktadır. Öğretmenler gönüllük esası ile çalışmaya katılmışlardır. Çalışma grubu şehir merkezi ve kırsal mahallelerde görev yapan öğretmenlerden oluşmaktadır. Katılımcılardan 2’si (%6) Coğrafya, 4’ü (%12) Matematik, 3’ü (%9) Türk Dili ve Edebiyatı, 5’i (%15) Sosyal Bilgiler, 3’ü (%9) Türkçe, 7’si (%20) İngilizce, 4’ü (%12) Din



Kültürü ve Ahlak Bilgisi, 1'i (%3) Fen Bilimleri, 1'i (%3) Bilişim Teknolojileri ve Yazılım, 2'si (%6) Beden Eğitimi ve 2'si (%6) Rehberlik alanında branş öğretmenliği yapmaktadır.

Yapılan çalışmada cinsiyet farkı olmaksızın tüm branşların katılımının sağlanması için nitel araştırma yönteminde bulunan örnekleme yöntemlerinden maksimum çeşitlilik (heterojen) örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Maksimum çeşitlilik örneklemede örneklem, problemle ilgili olan ve kendi içinde benzeşik, değişken ve farklı durumlardan oluşacak şekilde belirlenmektedir (Grix, 2010). Maksimum çeşitlilik yöntemi incelenen bir durum ya da olaydaki farklılıkları keşfedip, incelenen durumu tanımlamaya çalışır (Neuman, 2014). Maksimum çeşitlilik yöntemi ile çeşitli durum veya olgulardaki farklı paydaşların yaşadıkları deneyimleri elde etmek hedeflenmektedir (Dökme ve Yağar, 2018). Yıldırım ve Şimşek (2011)'e göre bu yöntemde amaç mümkün olduğunca farklı özellikteki katılımcıları araştırmaya dahil etmek ve veri zenginliğini sağlamaktır. Bu çalışmada maksimum çeşitliliği sağlamak için farklı lise türleri belirlenmiştir. Görüşme için gidilen okullarda öğretmenlerin farklı branşlarda olmasına, mesleki deneyim sürelerinin farklı olmasına, özen gösterilmiştir. Ayrıca sadece şehir merkezi değil kırsal mahallelerde görev yapan ortaokul öğretmenlerinin de görüş ve deneyimlerinden faydalanılmıştır.

### **2.3. Veri Toplama Süreci**

Olgubilim çalışmalarında veriler genellikle görüşme yoluyla elde edilir (Cresswell, 2007; Yıldırım ve Şimşek, 2013). COVID-19 sürecinde uygulanan uzaktan eğitimde karşılaşılan zorluklar ve uzaktan eğitimin öğrenciler açısından öğrenme verimliliğinin incelendiği bu çalışmada da veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın kuramsal çerçevesi olan COVID-19 pandemi süreci ve bu süreçte zorunlu olarak geçiş yapılan uzaktan eğitimde karşılaşılan zorluklar göz önünde bulundurularak açık uçlu ve sondalı görüşme soruları hazırlanmıştır. Hazırlanan sorular ilgili alanda uzman kişiler (1 Profesör ve 1 Doçent) tarafından incelendikten sonra ilgili kişilerin de görüşleri alınarak üzerinde gerekli düzenlemeler yapılmış ve sorular Türkçe dil ve anlatım biçimi açısından uygulanması için Türkçe öğretmenin kontrolünden geçirilmiştir. Araştırmanın amacına ulaşması için hazırlanan görüşme formu sondalı 29 adet yarı yapılandırılmış açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Sondalı soruların sorulduğu çalışmada uzaktan eğitim durumları derinlemesine incelenmiş, öğretmenlerin uzaktan eğitime bakış açıları, pandemi hakkındaki fikirleri, uzaktan eğitimde kullanılan bilişim teknolojileri hakkındaki farkındalıkları, görüşleri ve tecrübeleri araştırılmış olup, gelecekte nasıl bir uzaktan eğitim olmalı sorusuna cevap aranmıştır.

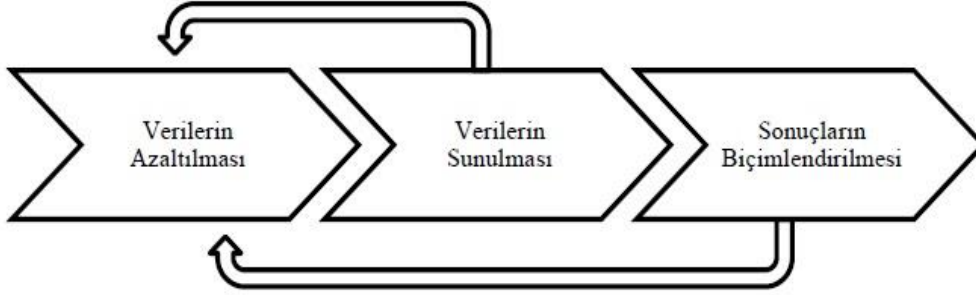
Görüşmelerin yapılması için ortaokul ve liselerde okul müdürlerinin ve yardımcılarının aracılığı ile uzaktan eğitim yapan öğretmenler arasından gönüllülük esasına göre çalışmaya katılacak olan öğretmenler belirlenmiştir. Öğretmenlere yüz yüze görüşme yapılması teklif edilmiş fakat öğretmenler soruların açık uçlu ve sondalı olmasından çok zaman alacağını, kendilerinin derslerinin olduğunu, pandemi sürecinde teneffüs süresinin kısa olmasından dolayı ve devam eden pandemi sürecinden dolayı buna çok sıcak bakmadıklarını belirtmişlerdir. Bunun yerine “siz bize görüşme sorularını verin biz evde uygun zamanımızda doldurup size gönderelim” şeklinde görüş beyan etmişlerdir. Öğretmenlerden isteyenlere görüşme sorularının yazılı çıktısı elden ve okul yöneticileri aracılığı ile Whatsapp üzerinden iletilmiş olup, öğretmenler görüşme formalarını doldurup elektronik ortamda geri iletmışlerdir.

#### **2.4. Verilerin Analizi**

Katılımcılar ile e-posta yoluyla yapılan görüşmelerden toplanan metinsel verilerin çözümlenmesinde tümevarımsal analiz tekniğinden yararlanılmıştır. Tümevarımsal analiz, görüşme yoluyla katılımcılardan elde edilen verilerin grubun sembolik dünyasını anlamak amacıyla; kodlama yaparak verileri kategorilere ayırma, bu kategoriler arasındaki ilişkileri ortaya çıkararak tema ve alt temaları oluşturma biçiminde betimlenebilir (Patton, 2014). Araştırma elde edilen yazılı veriler dikkatli bir şekilde okunmuş ve gözden geçirilmiştir. Bu ön okuma sayesinde görüşme metinlerinin kavramsal yapısı hakkında bir farkındalık oluşmuş ve kodlamaya hazır hale gelmiştir. Katılımcıların sorulara verdiği cevaplar içerisinde önemli, açıklayıcı ve örnekleyici olan kısımlar direk alınarak uygun temalar altında sunulmuştur. Ön okuma sonrasında görüşme metinleri kodlanmak üzere okunmuştur. Bu aşamada metindeki anlamlı bölümler taşıdıkları anlamı yansıtacak şekilde bir ya da birkaç kelime ile kodlanmıştır. Kodlama işlemi yapılırken farklı katılımcılara ait görüşler içinde aynı anlamı taşıyan bölümlerin aynı kavramlar ile kodlanmasına dikkat edilmiştir. Kodlama işlemi tamamlandıktan sonra anlamsal bakımdan benzer ve yakın olan kodlar birleştirilerek temalar oluşturulmuştur. Bulgular tema ve kodların frekans dağılımları şeklinde tablolar halinde sunulmuştur.

Katılımcılara uygulanacak olan görüşme formu sorular ve sorulara ait alt sondalar ile oluşturulmuştur. Bilgisayar ortamında ofis yazılımları ile sıra sıra sorular şekline getirilmiştir. Katılımcılardan gelen cevaplanmış görüşme formları kodlama metodu kullanılarak içerik analizine tabi tutulmuştur. İçerik analizi yapılırken amaç verilerin ayrıntılı bir şekilde irdelenmesi ve gelen verilere açıklık, anlaşılabilirlik getirilmesidir (Tedmem, Palancı, Kandemir

ve Dündar, 2014). Sosyal olguların nedenlerini açıklamak için Miles ve Huberman (1994) tarafından bir model sunulmuştur. Bu modele göre, sosyal olgular arasında ilişkiler kurulabilmesi mümkündür. “Bu modele göre yapılan analiz verilerin düzenlenmesi veya azaltılması, verilerin sergilenmesi, sonuçların tasvir edilmesi ve doğrulanması olarak tasarlanan üç temel aşamayı içermektedir” (Baltacı, 2017, s.4). Şekil 2’de Miles-Huberman modeli aşamaları görülmektedir.



Şekil 2. Miles-Huberman Modeli (Miles ve Huberman, 1994)

### 2.5. Geçerlilik ve Güvenirlik Çalışmaları

Yapılan araştırmanın güvenilirliği Miles ve Huberman (1994) tarafından belirlenmiş olan güvenilirlik formülüne göre  $[Uzlaşma\ Yüzdesi = \frac{Görüş\ Birliği}{Görüş\ Birliği + Görüş\ Ayrılığı} \times 100]$  hesaplanmıştır. Uzlaşma yüzdesini hesaplamak için gönüllü 3 öğretmen belirlenmiş olup, rastgele seçilen görüşme cevapları 3 öğretmen arasında paylaştırılmıştır. Öğretmenlere bu işlemi nasıl yapacaklarına yol göstermesi amacı ile araştırmacının yapmış olduğu bir kodlamanın örneği verilmiştir. Öğretmenlere yazılı olarak verilen görüşme cevaplarından “görüşme cevaplarından siz olsanız hangi kodları çıkartırsınız ” sorusu yöneltilmiş olup, kodlama işlemi sırasında öğretmenlere müdahale edilmeden bağımsız olarak kodlaması istenmiştir. Öğretmenlerin bulmuş oldukları kodlar ile araştırmacının bulduğu kodlar karşılaştırılmış ve ortalama uzlaşma yüzdesi %90 olarak hesaplanmıştır.

## 3.BULGULAR

Araştırma kapsamında katılımcılara gönderilen görüşme formunda cinsiyet, yaş, branş ve mesleki kıdem gibi demografik özellikleri toplayan sorulara yer verilmiştir. Bu sorulara verilen cevaplara ait kodlamalar ve frekans dağılımları Tablo 1’de sunulmuştur.

**Tablo 1.** Araştırmaya katılan öğretmenlerin demografik özellikleri

Özellik/kategori	f	%
<b>Cinsiyet</b>		
Erkek	20	59
Kadın	14	41
<b>Yaş</b>		
20-25	5	15
26-30	16	47
31-35	9	26
36-40	2	6
41 ve üzeri	2	6
<b>Kıdem</b>		
1-5 yıl	19	56
6-10 yıl	11	32
11-15 yıl	4	12
<b>Branş</b>		
Coğrafya	2	6
Matematik	4	12
Türk Dili ve Edebiyatı	3	9
Sosyal Bilgiler	5	15
Türkçe	3	9
İngilizce	7	20
Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi	4	12
Fen Bilimleri	1	3
Bilişim Teknolojileri ve Yazılım	1	3
Beden Eğitimi	2	6
Rehberlik	2	6

Buna göre araştırmaya katılan 34 branş öğretmenin 20'si (%59) erkek, 14'ü (%41) kadındır. Yaşları incelendiğinde 5'inin (%15) 20-25 yaş aralığında, 16'sının (%47) 26-30 yaş aralığında, 9'unun (%26) 31-35 yaş aralığında, 2'sinin (%6) 36-40 yaş aralığında ve 2'sinin (%6) 41 ve üzeri yaşta oldukları anlaşılmıştır. Mesleki kıdem durumlarına bakıldığında ise 1-5 yıl arası 19 katılımcı (%56), 6-10 yıl arası 11 katılımcı (%32), 11-15 yıl arası 4 katılımcı (%12) bulunmaktadır. Katılımcılardan 2'si (%6) Coğrafya, 4'ü (%12) Matematik, 3'ü (%9) Türk Dili ve Edebiyatı, 5'i (%15) Sosyal Bilgiler, 3'ü (%9) Türkçe, 7'si (%20) İngilizce, 4'ü (%12) Din

Kültürü ve Ahlak Bilgisi, 1'i (%3) Fen Bilimleri, 1'i (%3) Bilişim Teknolojileri ve Yazılım, 2'si (%6) Beden Eğitimi ve 2'si (%6) Rehberlik alanında branş öğretmenliği yapmaktadır.

### 3.1. Uzaktan Eğitimin Avantaj ve Dezavantajları

Tablo 2'den gözüktüğü üzere araştırmaya katılan öğretmenlerin uzaktan eğitimin avantaj ve dezavantajlarına ilişkin görüşlerinin iki tema altında toplandığı ortaya çıkmıştır. Bu temalar “avantaj” ve “dezavantaj” şeklinde adlandırılmıştır.

**Tablo 2.** Uzaktan eğitimin avantaj ve dezavantajları

Tema	Kod (frekans)
Avantaj	Kolay kaynak erişimi (1), Mekandan bağımsızlık (7), Zamandan bağımsızlık (3), Pandemi döneminde eğitime devam edebilme (4), Salgından korunma (3), İçerik zenginliği (2), Eğitimde teknoloji kullanımını artırma (6)
Dezavantaj	Fırsat eşitsizliği (17), Ortam kontrolü zorluğu (3), Göz teması kuramama (3), Ölçme değerlendirmede güvensizlik (3), Uygulamalı derslere uyum sorunu (1), Okul atmosferinin oluşmaması (2)

Avantaj temasında 29 öğretmen 8 farklı kodla 31 görüş bildirmiştir. Araştırmaya katılan öğretmenler uzaktan eğitimin avantajlarına ilişkin zamandan ve mekândan bağımsız olmasının öğrenciler ve kendileri için bir avantaj oluşturduğunu belirtmişlerdir. Öğretmenler ayrıca pandemi döneminde yapılan uzaktan eğitim sayesinde virüsün kendilerine ve öğrencilerine bulaşma ve dağılma riskini azaltması ve pandemi koşullarında öğrencilerin eğitimsiz kalmayarak eğitime devam edebilmelerinin avantaj sağladığını belirtmişlerdir.

Dezavantaj adlı temada 22 öğretmen 6 farklı kodla 29 görüş bildirmiştir. Öğretmenler bu tema altında uzaktan eğitimde en büyük dezavantajının öğrencilerin fırsat eşitsizliği yönünden olduğunu ifade etmişlerdir, her öğrencide eşit teknolojik imkânların bulunmayışı nedeniyle çoğu öğrencilerinin bu süreçte eğitim alamadıklarına, uzaktan eğitimde okul ortamının oluşmaması sebebiyle öğrencileriyle iletişim ve göz teması kurma problemlerinin olduğuna bununda etkili eğitim yapılmasının önünde engel olduğuna ayrıca bu dönemde yapılan ölçme-değerlendirme sonuçlarının çokta güvenli olmadığı yönünde görüş belirtmişlerdir.

### 3.2. COVID-19 Pandemisinde Uzaktan Eğitimde Karşılaşılan Zorluklar

Tablo 3’den gözüktüğü üzere araştırmaya katılan öğretmenlerin COVID-19 pandemi sürecinde uzaktan eğitimde karşılaştıkları zorluklara ilişkin görüşlerinin 4 tema altında toplandığı ortaya çıkmıştır. Bu temalar “fiziki altyapı sorunları”, “maddi sorunlar”, “öğrenci sorunları” ve “uyum sorunları” şeklinde adlandırılmıştır.

**Tablo 3.** COVID-19 döneminde uzaktan eğitimde karşılaşılan zorluklar

Tema	Kod (frekans)
Fiziki altyapı sorunları	İnternet bağlantı problemleri (18), Elektrik kesintisi (7)
Maddi sorunlar	Donanım eksikliği (13)
Öğrenci sorunları	Düşük ders katılımı (17), Motivasyon eksikliği (7)
Uyum sorunları	Dijital platformlara uyum sorunu (9), Müfredatın uzaktan eğitime uygunsuzluğu (4)

Fiziki altyapı sorunları temasında 21 öğretmen 2 farklı kodla 25 görüş bildirmiştir. Köylerde görev yapan öğretmenlerin internet alt yapının olmayışından ya da yetersiz olmasından kaynaklı olarak çok az sayıda öğrenci ile ders yapmaya çalıştıklarını belirtmişlerdir. Araştırmaya katılan öğretmenlerden köyde ve ilçe merkezinde görev yapan öğretmenler ilçenin şehir merkezi ve köylerinde sık yaşanan elektrik kesintisi probleminden dolayı da uzaktan eğitim yapmakta zorluk yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Maddi sorunlar temasında 13 öğretmen 1 kodla 12 görüş bildirmiştir. Bu tema altındaki görüşlerin ortak noktası öğretmenlerin görev yaptıkları bölgenin sosyo-ekonomik açıdan zayıf olduğu ve dolayısıyla uzaktan eğitimin gerektirdiği donanımlara öğrencilerin sahip olmadığı şeklinde ifade edilmiştir.

Öğrenci sorunları adlı temada 22 öğretmen 2 farklı kodla 24 görüş bildirmiştir. Bu temada öğretmenlerin öğrencilerin ders katılım düzeylerinin düşük olması ve uzaktan eğitime karşı ilgisiz davranmalarına değindikleri görülmüştür. Örnek görüşler şu şekildedir:

Uyum sorunları adlı temada 12 öğretmen 2 farklı kodla 13 görüş bildirmişlerdir. Öğretmenler bu tema altında hem kendileri açısından hem de öğrencileri açısından uzaktan eğitime geçişte yaşadıkları uyum sorunlarına değinmiştir. Öğretmenlerin özellikle ders içerik ve yöntemlerinin uzaktan eğitime uygunluğu ile yaşadıkları problemlere değindikleri görülmektedir.

### 3.3. COVID-19 Pandemi Sürecinde Uzaktan Eğitimde Kullanılan Portal ya da Bilişim Teknolojileri

Tablo 4’den gözüktüğü üzere araştırmaya katılan öğretmenlerin uzaktan eğitimde kullanmış oldukları portal ya da bilişim teknolojilerine ilişkin görüşlerinin iki tema altında toplandığı ortaya çıkmıştır. Bu temalar “platform” ve “bilişim teknolojisi” şeklinde adlandırılmıştır.

**Tablo 4.** Uzaktan eğitimde kullanılan portal ya da bilişim teknolojileri.

Tema	Kod (frekans)
Platform	EBA (32), Okulsis (4), Vedubox (1), Morpa kampüs (1), Vitamin (1), i-Team (1), Kurmay ELT (1)
Bilişim teknolojisi	Zoom (23), Z kitap (2), Skype (2), Whatsapp (4)

Platform temasında 33 öğretmen 7 farklı kodla 41 görüş bildirmiştir. Öğretmenlerin uzaktan eğitimde kullanmış oldukları eğitim platformuna bakıldığında en çok kullanılan platformun MEB’in kendi uzaktan eğitim platformu olan EBA’yı kullandıkları görülmüştür, bunun nedeninin bakanlığın kendi eğitim platformu olduğu için daha güvenli olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir. Öğretmenler eba harici çeşitli uzaktan eğitim platformlarını da kullanmışlardır.

Bilişim teknolojisi temasında 26 öğretmen 4 farklı kodla 31 görüş bildirmiştir. Öğretmenlerin uzaktan eğitimde kullanmış oldukları bilişim teknolojilerine bakıldığında en çok Zoom’u kullandıkları bunun yanı sıra Z kitaplar, Skype ve Whatsapp’da kullanan öğretmenlerin olduğu görülmüştür. Araştırma kapsamında bazı okul idarelerinin girişimleri ile okulsis eğitim platformu satın aldıkları ve bu okulların da liseler olduğu görülmüştür

### 3.4. Kullanılan Yazılım ya da Bilişim Teknolojilerinin Dersin Öğrenme Verimliliğine Etkisi

Tablo 5’den gözüktüğü üzere araştırmaya katılan öğretmenlerin uzaktan eğitimde kullanılan portal ya da bilişim teknolojilerinin öğrencilere sağladığı öğrenme katkısı ve verimliliğine ilişkin görüşlerinin bir tema altında toplandığı ortaya çıkmıştır. Bu tema “öğrenme verimliliği” şeklinde adlandırılmıştır.

**Tablo 5.** Kullanılan yazılım ya da bilişim teknolojilerinin dersin öğrenme verimliliğine ilişkin görüşler

Tema	Kod (frekans)
------	---------------

Öğrenme verimliliği	Yeterince verimli (1) Verimli (16) Kısmen verimli (12) Verimsiz (3) Fikrim yok (2)
---------------------	--

Öğrenme verimliliği temasında 34 öğretmen 5 farklı kod ile görüş belirtmiştir. COVID-19 pandemi döneminde yapılan uzaktan eğitimde öğretmenlerin kulanmış oldukları yazılım ve bilişim teknolojilerinin dersin öğrenme verimliliğine etkisinin genel olarak verimli ve kısmen verimli olduğu, öğrencilerin derste daha aktif olmalarını sağladığı, öğrenciler teknoloji ile iç içe oldukları için öğrenmeye daha hevesli ve meraklı olduğu yönünde görüş belirtmişlerdir. Bu temada verimsiz görüşüne katılan öğretmenler ise öğrencilerinin genel olarak uzaktan eğitim sürecine alışmadıkları için verim sağlanamadığını bildirmiştir

### 3.5. Kullanılan Yazılım ya da Bilişim Teknolojilerinin Öğrencileri Güdüleme ve Dikkatini Çekme Seviyesi

Tablo 6'dan gözüktüğü üzere araştırmaya katılan öğretmenlerin uzaktan eğitimde kullanılan yazılım ya da bilişim teknolojilerinin öğrencileri güdüleme ve dikkatini çekme seviyesi ilişkin görüşlerinin bir tema altında toplandığı ortaya çıkmıştır. Bu tema “güdüleme seviyesi” şeklinde adlandırılmıştır.

**Tablo 6.** Kullanılan yazılım ya da bilişim teknolojilerinin öğrencileri güdülemesi ve dikkati çekmesi yönünden görüşler

Tema	Kod (frekans)
Güdüleme seviyesi	Yeterince iyi (7) İyi (10) Orta (10) Zayıf (6) Fikrim yok (1)

Güdüleme seviyesi temasında 34 öğretmen 5 farklı kodla görüş bildirmiştir. Pandemi döneminde zorunlu yapılan uzaktan eğitimde öğretmenler kulanmış oldukları kaynakların çeşitliliğini fazla olması, dijital materyaller, slaytlar, görseller öğrencilerin derse karşı güdüleme seviyesini arttırdığını, fakat dijital platformlarda bulunan dikkati dağıtıcı unsurların bazen öğrencilerin dikkatini dağıttığı yönünde görüş bildirmişlerdir.



### 3.6 Web 2.0 Teknolojileri Hakkında Ön Bilgiye Sahip Olma

Tablo 7’den gözüktüğü üzere araştırmaya katılan öğretmenlerin Web 2.0 teknolojileri hakkında ön bilgiye sahip olma durumuna ilişkin görüşlerinin iki tema altında toplandığı ortaya çıkmıştır. Bu temalar “bilgim var” ve “bilgim yok” şeklinde adlandırılmıştır.

**Tablo 7.** Öğretmenlerin Web 2.0 teknolojilerini farkındalık durumları.

Tema	Kod (frekans)
Bilgim var	Web 2.0 teknolojilerini biliyorum (9)
Bilgim yok	Bilmiyorum (25)

Bilgim var temasında 9 öğretmen 1 kodla 9 görüş belirtmiştir. Web 2.0 teknolojilerini bildiklerini ve bu teknolojileri uzaktan eğitimde derslerinde kullandıkları yönünde görüş bildirmiştir.

Bilgim yok temasında 25 öğretmen 1 kodla 25 görüş bildirmiştir. Bu temada öğretmenlerin bir kısmı bu teknolojileri hiç duymadığını, bir kısmının sadece kavramsal olarak bildiği fakat kullanmadığı, bir kısmı ise adını duyduğunu ve merak edip araştıracağı yönünde görüş belirtmiştir.

### 3.7. COVID-19 Pandemi Sürecinde Öğretmenlerin Web 2.0 Teknolojilerini Kullanma Durumları

Tablo 8’den gözüktüğü üzere araştırmaya katılan öğretmenlerin COVID-19 pandemi sürecinde öğretmenlerin Web 2.0 teknolojilerini kullanma durumları ilişkin görüşlerinin iki tema altında toplandığı ortaya çıkmıştır. Bu temalar “evet ” ve “hayır” şeklinde adlandırılmıştır.

**Tablo 8.** Uzaktan eğitimde öğretmenlerin kullanmış oldukları Web 2.0 teknolojileri

Tema	Kod (frekans)
Evet	Anket araçları (2), Animasyon araçları (2), Bulmaca araçları (2), E-kitap araçları (1), Padlet (1), Quiziz(2), Kahoot (2), 3d insan vücudu (1), 3d güneş sistemi (1), Quizlet (1), Socrative(1), Learning Apps (1), Plickers (1), Canva (1), Google forms (2), AWW White Board (1)

Hayır

Ön bilğim yok ve kullanmadım (24), Ön bilğim var fakat kullanmadım (3)

Evet temasında 7 öğretmen 16 kodla 22 görüş bildirmiştir. Öğretmenlerin çok farklı Web 2.0 teknolojilerini derslerinde kullandıkları görülmüştür

Hayır temasında 27 öğretmen 2 farklı kodla 27 görüş bildirmiştir. Bu temada öğretmenlerin büyük çoğunluğu Web 2.0 Teknolojilerini hiç bilmediğini ve kullanmadığını, 3 öğretmen ise Web 2.0 teknolojilerini kavramsal olarak bildiğini, bu teknolojileri varlığından haberder olduğunu fakat hiç kullanmadığı yönünde görüş bildirmiştir.

### 3.8 Uzaktan Eğitimde Kullanılan Bilişim Sistemlerinin Daha Verimli Öğrenme Sunması İçin Bulundurması Gereken Özellikler

Tablo 9'dan gözüktüğü üzere araştırmaya katılan öğretmenlerin COVID-19 pandemi sürecinde uzaktan eğitimde kullanılan bilişim sistemlerinin öğrencilere sağladığı öğrenme katkısının ve verimliliği için bulundurması gereken özellikler ilişkin görüşlerinin dört tema altında toplandığı ortaya çıkmıştır. Bu temalar “iletişim sorunları”, “yazılımsal özellikler”, “fırsat eşitliği”, “mevcut durumu yeterli” şeklinde adlandırılmıştır.

**Tablo 9.** Etkili ve verimli bir uzaktan eğitim için bilişim sisteminde bulunması gereken özellikler

Tema	Kod (frekans)
İletişim sorunları	Süre sınırı olmaması (3), İnternet ücretleri ve internet kesintileri (1)
Yazılımsal özellikler	Beyaz tahtada el ile yazı yazma (4), Türkçe sözlük (1), Veriyi depolama (2), Öğrenciyi denetleme ve kontrol (5), Daha fazla etkinlik ve zengin içerik (6), Veli iletişim sistemi (1), Sanal sınıf, sanal gerçeklik (1), Türkçe kullanıcı ara yüzü olması (1)
Fırsat eşitliği	Her öğrencinin uzaktan eğitime erişim imkanı olmalı (3)
Mevcut durumu yeterli	Şuan ki hali yeterli oluyor (5)

İletişim sorunları temasında 4 öğretmen 2 farklı kodla 2 görüş bildirmiştir. Öğretmenler uzaktan eğitim etkili ve verimli olması için öncelikle internet ağ yapısının sorunsuz ve kesintisiz olması gerektiğini, ayrıca uzaktan eğitimde kullanılan en büyük eğitim platformu olan EBA'da süre sınırının olmaması yönünde görüş bildirmiştir.

Yazılımsal özellikler temasında 20 öğretmen 8 farklı kodla 21 görüş bildirmiştir. Öğretmenler uzaktan eğitim bilişim sistemlerinin daha verimli olabilmesi için en fazla değişimin yazılımsal özelliklerde yapılması gerektiğine, her öğrencinin hazırbulunuşluk seviyesi ve alt yapısı aynı olmadığı için yazılımsal özellikler ile genelden özele inebilen ara yüzler, ebeveyn denetim ve kontrol özellikler, geçmiş dersleri tekrar izleyebilme imkânı sunan veri depolama sistemlerinin gerekliliğine, ayrıca mevcut bilişim teknolojilerinde sanal sınıf ve sanal gerçeklik uygulamalarının hiç yer almamasının çağımız eğitim ve bilişim teknolojileri yönünden büyük bir eksiklik olduğu yönünde görüş bildirmiştir. Bazı örnek görüşler şu şekildedir:

Fırsat eşitliği temasında 3 öğretmen 1 kodla 3 görüş bildirmiştir. Öğretmenler bu temada her öğrenciye uzaktan eğitime erişebileceği imkânlar tanınmadığı sürece uzaktan eğitimde verimlilik beklenmesinin söz konusu olamayacağı yönünde görüş bildirmiştir.

Mevcut durumu yeterli temasında 5 öğretmen 1 kodla 5 görüş bildirmiştir. Öğretmenler hali hazırda uzaktan eğitimde kullanmış oldukları bilişim teknolojilerinin ihtiyaçları karşılama ve verimlilik konusunda yeterli olduğu yönünde görüş bildirmiştir.

### **3.9. Yeni Tasarlanacak Uzaktan Eğitim Bilişim Teknolojilerinin Öğrencilere Sağladığı Öğrenme Katkısı ve Verimlilik Yönünden Bulundurması Gereken Özellikler**

Tablo 10'dan gözüktüğü üzere araştırmaya katılan öğretmenlerin uzaktan eğitim için tasarlanacak olan bilişim sistemlerinin öğrencilere sağladığı öğrenme katkısı ve verimliliği için bulundurması gereken özellikler ilişkin görüşlerinin beş tema altında toplandığı ortaya çıkmıştır. Bu temalar “güçlü iletişim alt yapısı”, “yazılımsal özellikler”, “donanımsal özellikler”, “fırsat eşitliği” ve “olumsuz” şeklinde adlandırılmıştır.

**Tablo 10.** Gelecekte tasarlanacak uzaktan eğitim bilişim sistemlerine ilişkin görüşler.

Tema	Kod (frekans)
Güçlü iletişim alt yapısı	Ülke genelinde kesintisiz internet (4)
Yazılımsal özellikler	Multimedya özellikleri (3), Erişim kolaylığı (3), Sanal gerçeklik desteği (6), Bulut bilişim desteği (3), Öğrenci seviyelerine göre uygulamalar ve arayüzler (4), Hologram tipi uygulamalar (2)
Donanımsal özellikler	Yüksek başarılı sunucu, sistem ve donanım (3)
Fırsat eşitliği	Her öğrencinin uzaktan eğitime erişim imkanı (5), Öğrencilere ücretsiz internet hizmeti (2)

Güçlü iletişim alt yapısı temasında 4 öğretmen 1 kodla 1 görüş belirtmiştir. Öğretmenler uzaktan eğitim bilişim teknolojilerinde verim alınabilmesinin ilk önce ülke genelinde kesintisiz ve etkin bir alt yapısının olması gerektiğini belirtmiştir.

Yazılımsal özellikler temasında 17 öğretmen 6 farklı kodla 21 görüş bildirmiştir. Mevcut platformlarda sanal gerçekliğe dair hiç bir uygulama bulunmamasının bir eksiklik olduğunu belirtmişlerdir. Bundan sonraki süreçte tasarlanacak platform ve bilişim teknolojilerinde sanal sınıf ve sanal gerçeklik uygulamalarının muhakkak olması gerektiğine uzaktan eğitimde öğrenci kendini yüz yüze eğitim yapıyor gibi sınıf ortamında olduğunu hissetmesinin uzaktan eğitime ayrı bir pencere açacağı ve daha verimli bir öğrenme ortamı oluşturacağını, hologram tipi programlar ile daha etkin ve kalıcı bir uzaktan eğitim platformu oluşacağı yönünde görüş bildirmiştir.

Donanımsal özellikler temasında 3 öğretmen 1 kodla 3 görüş bildirmiştir. Öğretmenler uzaktan eğitim platformlarını taşıyan sunucuların yüksek başarılı (hpc) sunucu yapısında olması, donanımsal özellikler bakımından yüksek seviyeli olmasına ve aynı anda sisteme girebilecek kişi sayısının maksimum seviyede olmasına bu şekilde sistemin donması ve kilitlenmesi gibi uzaktan eğitimde sık karşılaşılan sorunların giderileceğini bildirmiştir.

Fırsat eşitliği temasında 7 öğretmen 2 farklı kodla 7 görüş bildirmiştir. Öğrencilerin maddi imkânlar açısından hepsinin aynı olmaması, her öğrencide aynı imkanların bulunmaması sebebiyle öncelikle her öğrencinin uzaktan eğitime erişiminin sağlanması gerektiği, öğrencilere uzaktan eğitim için internet hizmetlerinin ücretsiz verilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Olumsuz temasında 9 öğretmen 2 farklı kodla 9 görüş bildirmiştir. Öğretmenler uzaktan eğitimin öğrencilere hiçbir fayda sağlamayacağı yönünde görüş bildirmiştir.

#### 4.TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez çalışmasında COVID-19 pandemi döneminde öğretmenlerin uzaktan eğitimde karşılaştıkları zorluklar, kullanmış oldukları bilişim sistemleri, yaptıkları uzaktan eğitimin verimliliği, öğrencilerin durumları ve gelecekte uygulanabilecek uzaktan eğitim hakkındaki görüş ve deneyimleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Araştırma bulgularına göre COVID-19 pandemi döneminde yapılan uzaktan eğitimde öğretmenlerin karşılaştıkları zorluklara bakıldığında elektrik enerjisi kesintileri, internete erişim sorunları, maddi imkansızlık nedeni ile öğrencilerin uzaktan eğitime bağlanacak cihazlarının olmayışı, derslere katılımın az olması, motivasyon eksiklikleri, dijital eğitim platformlarına uyum sorunları ve mevcut müfredatın uzaktan eğitime olan uyum sorunları öğretmenlerin uzaktan eğitimde karşılaştıkları öncelikli sorunlar olarak belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada Demir ve Özdaş (2020) öğretmenlerin COVID-19 sürecindeki uzaktan eğitimde karşılaştıkları sorunlar altı tema altında toplandığı bulunmuştur. Bu temaların alt yapı, haberleşme, katılım, planlama, belirsizlik ve platform ile ilgili sorunlar olduğu tespit edilmiştir. Literatürde yer alan başka bir çalışmada (Akgül, 2021) araştırmaya katılan ortaokul öğrencileri; bağlantı problemi, sağlıklı iletişim, sağlıklı ders dinleme ortamı, ders süresi kısıtlılığı, teknolojik problemler, öğretmen ve arkadaş özlemi şeklinde görüş bildirmişlerdir. COVID-19 pandemi döneminde yapılan çalışmalara bakıldığında öğretmenlerin karşılaştıkları sorunlara ilişkin görüşleri ile bu çalışmanın bulguları örtüşmektedir. İnternet bağlantısı sorunları ve derse katılımın az olması COVID-19 pandemi döneminde yapılan uzaktan eğitimde en çok karşılaşılan sorunlar olmuştur. Yılmaz vd. (2020) de teknolojik imkânsızlıkların uzaktan eğitim hizmetlerindeki verimi düşürdüğünü ifade etmiştir. Uzaktan eğitimin temeli teknoloji ve internete dayandığı için temel sorunları gidermeden sağlıklı bir uzaktan eğitim sisteminden bahsetmek mümkün değildir.

Araştırma bulguları doğrultusunda aşağıdaki öneriler getirilmiştir;

- Etkin ve verimli bir uzaktan eğitim için ülke genelinde kasaba, köy, mezra dahil internet fiziksel alt yapısı güçlendirilebilir.
- Tüm öğrencilerin uzaktan eğitime erişebileceği tablet veya bilgisayara sahip olması sağlanabilir.
- Öğretmenlere uzaktan eğitim yöntem ve teknikleri ile kullanılacak öğretim teknolojileri hakkında hizmet içi eğitimler verilebilir.
- Eğitim fakültelerinin öğretmenlik programlarına uzaktan eğitim ile ilgili dersler eklenebilir.
- Yapılandırmacı eğitimde ve uzaktan eğitimdeki öğrenmeyi daha somut ve daha verimli hale getiren Web 2.0 teknolojileri hakkında öğretmenlere hizmet içi eğitimler verilebilir.
- Sanal gerçeklik uygulamaları uzaktan eğitimde kullanılan bilişim sistemlerine entegre edilebilir.

- Uzaktan eğitimde öğrencilerin elektrik kesintisi, internet kesintisi vb. nedenlerden her zaman için derse eşzamanlı (senkron) katılması mümkün olmayacağı için katılmayan öğrencilerin sonradan dersi takip etmeleri ve işlenen dersleri öğrencilerin sonradan tekrar amaçlı yeniden izleyebilmeleri için kayıt edilen derslerin uzaktan eğitim bilişim sistemlerine entegre edilecek bulut bilişimde depolanması sağlanabilir.
- Uzaktan eğitim bilişim sisteminde öğrenci seviyelerine göre farklı içerik ve ekranlar geliştirilebilir.
- Uzaktan eğitim bilişim sisteminde öğretmenlerin öğrenciler ile daha fazla etkileşimde bulunacağı web arayüzleri geliştirilebilir.
- Uzaktan eğitimde öğrenme verimliliğinin artması için hologram sistemi kullanılabilir.

## KAYNAKÇA

- [1] Angoletto, R.,& Queiroz, V. C. (2020). COVID-19 and the challenges in education. *The Centro de Estudos Sociedade e Tecnologia(CEST)*, 5, 2.
- [2] Akgül, G. (2021). *Sosyal Bilgiler Öğretmenlerinin, Ortaokul Öğrencilerinin Ve Öğrenci Velilerinin Pandemi Sürecindeki Uzaktan Eğitime İlişkin Görüşleri*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye.
- [3] Bakioğlu, B., & Çevik, M. (2020). COVID-19 pandemisi sürecinde fen bilimleri öğretmenlerinin uzaktan eğitime ilişkin görüşleri. *Turkish Studies*, 15(4), 109-129
- [4] Mulenga, E. M. & Marbán, J. M. (2020). Is COVID-19 the gateway for digital learning in mathematics education? *Contemporary Educational Technology*, 12(2), ep26.
- [5] Jasper, M. A. (1994). Issues in phenomenology for researchers of nursing. *Journal of Advanced Nursing*, 19, 309-314.
- [6] Kocabıyık, O. O.(2015). Olgubilim ve gömülü kuram: Bazı özellikler açısından karşılaştırma. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 55-66.
- [7] Grix, J. (2010). *The foundations of research*. London: Palgrave Macmillan.
- [8] Neuman, L. W. (2014). *Social research methods: Qualitative and quantitative approaches* (Seventh Ed.). Essex: Pearson Education Limited.
- [9] Yağar, F. ve Dökme, S.(2018). Niteliksel araştırmaların planlanması: araştırma soruları, örneklem seçimi, geçerlik ve güvenilirlik. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(3), 1-9.
- [10] Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (6. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- [11] Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry & research design: Chosing among five approaches*. (2nd edition) London: SAGE Publications

- [12] Patton, M. Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri*. M. Butun ve S. B. Demir (Cev. Ed.). Pegem Akademi Yayınları: Ankara.
- [13] Tedmem, Z. S., Palancı, M., Kandemir M. ve DüNDAR, H. (2014). Eğitim ve Bilim Dergisi'nde yayınlanan araştırmaların eğilimleri: içerik analizi: *Eğitim ve Bilim*, 173(39), 430-453.
- [14] Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks, CA: Sage Publication.
- [15] Baltacı, A. (2017). Nitel veri analizinde Miles-Huberman modeli. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-15.
- [16] Demir, F. & Özdaş, F. (2020). COVID-19 sürecindeki uzaktan eğitime ilişkin öğretmen görüşlerinin incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 273-292.
- [17] Yılmaz, E., Güner, B., Mutlu, H., Doğanay, G. ve Yılmaz, D. (2020). *Veli algısına göre pandemi dönemi uzaktan eğitim sürecinin niteliği*. Konya: Palet Yayınları



## PANDEMİ DÖNEMİNDE ÖĞRETMENLERİN UZAKTAN EĞİTİMDE KARŞILAŞTIKLARI SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

<sup>1</sup>Ali Osman GÜLLÜ, <sup>2</sup>Ayşe ÜNAL DOĞAN, <sup>3</sup>İbrahim KAYMAK, <sup>4</sup>Uğur ERPOLAT

<sup>1</sup>Şehit Koray Akoğuz İlkokulu, [aliosmangullu@hotmail.com](mailto:aliosmangullu@hotmail.com), Isparta, Türkiye

<sup>2</sup>Yedişehitler İlkokulu, [ayse32dogan@gmail.com](mailto:ayse32dogan@gmail.com), Isparta, Türkiye

<sup>3</sup>Alaybeyoğlu İlkokulu, [ibrkaymak@hotmail.com](mailto:ibrkaymak@hotmail.com), Isparta, Türkiye

<sup>4</sup>Gürkan İmam-Hatip Ortaokulu, [ugurerpolat@gmail.com](mailto:ugurerpolat@gmail.com), Isparta, Türkiye

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı ülkemizde Covid-19 salgın döneminde öğretmenlerinin uzaktan eğitim sürecinde karşılaştıkları sorunları tespit etmek ve bu sorunlara çözüm önerileri sunmaktır. Dünya genelinde yaşanan salgın dolayısıyla okullarda yüz yüze eğitime ara verilmiş, uzaktan eğitime geçilmiştir. Uzaktan eğitim süreci fazlasıyla önemli bir faktör olduğundan bu çalışmanın yapılmasının faydalı olacağı düşünülmüştür. Bu araştırma için nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma (mixed) yöntem deseni kullanılmıştır. Araştırma verileri araştırmacılar tarafından geliştirilen 9 soruluk anket ve 6 soruluk yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Bu araştırmanın çalışma grubunu çalışmaya anket yolu ile katılan Isparta ilinde görev yapmakta olan 201 öğretmenden; 28 okul öncesi, 87 sınıf öğretmeni, 86 branş öğretmeni olduğu görülmektedir. Ayrıca 14 öğretmen ile yüz yüze görüşme gerçekleştirilmiştir. Anket ve görüşme soruları öğretmenlerden dönüt alınarak oluşturulmuştur. Toplanan verileri değerlendirildiğinde salgın döneminde öğretmenlerin derslerini yoğun olarak EBA üzerinden gerçekleştirdikleri, bu platformda sorun olması durumunda diğer iletişim araçlarını kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenlerin yaşadığı en önemli sorunların başında internet bağlantılarında yaşadıkları sıkıntılar ile teknolojik donanım eksiklikleri gelmektedir. Süreç içerisinde öğretmenlerin en çok endişe duydukları sorunlar ise öğrencilerde motivasyon kaybı, öğrenme kazanım kayıpları ve internet erişim sorunları olarak sıralanmıştır. Salgın sürecinde uzaktan eğitim araçlarını kullanırken öğretmenlerin farklı yöntem ve teknikler kullandıkları anlaşılmaktadır. Yaşanan sorunlara çözüm önerileri olarak en başta internet erişim ve donanım sorunlarının giderilmesi ifade edilmiştir. Uzaktan eğitim sürecinin müfredatının sürece göre uyarlanması, hedef ve kazanımların sürece uygun hale getirilmesi önerilebilir. Bu çalışma öğretmenlerin etkinliğinin ve verimliliğinin artmasına yardımcı olabilir. Yapılacak olan uzaktan eğitim çalışmalarının kalitesinin yükseltilmesi açısından önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Öğretmen, Pandemi, Uzaktan eğitim, EBA.

### ABSTRACT

The purpose of this study is to identify the problems faced by teachers during the distance education process in our country during the Covid-19 epidemic and to offer solutions to these problems. As a result of the worldwide epidemic, face-to-face education was suspended in schools and distance education was started. Since the distance education process is an extremely important factor, it is thought that this study will be beneficial. For this research, mixed method design in which qualitative and quantitative research methods are used together was used. Research data were collected using a 9-question questionnaire and 6-question semi-structured interview form developed by the researchers. The study group of this research is from 201 teachers working in Isparta province who participated in the study through a questionnaire; It is seen that there are 28 preschool teachers, 87 classroom teachers, 86 branch teachers. In addition, face-to-face interviews were held with 14 teachers. The questionnaire and interview questions were created by receiving feedback from teachers. When the collected data were evaluated, it was concluded that during the epidemic period, teachers used their lessons intensively on EBA and used other communication tools in case of problems in this platform. The most important problems faced by teachers are the problems they experience in internet connections and the lack of technological equipment. The problems that teachers worry the most during the process are listed as students' loss of motivation, learning gains and internet access problems. It is understood that teachers use different methods and techniques while using distance education tools during the epidemic process. Internet access and hardware problems were mentioned as solution suggestions for the encountered problems. It may be suggested to adapt the curriculum of the distance education process according to the process, and to make the goals and achievements suitable for the process. This work can help



increase the efficiency and productivity of teachers. It is important in terms of increasing the quality of distance education studies to be done.

**Keywords:** Teacher, Pandemic, Distance education, EBA.

## 1. GİRİŞ

Salgınlar tarih süresince birçok toplumu tesiri altına almış ve salgınlar nedeniyle milyonlarca ölüm tarih süresince yaşanmıştır (Artvinli, 2020). Salgınlar toplumların kültürel yapısını, ekonomini hayatını, eğitim sürecini uzun süre tesiri altında bırakmıştır (Kılıç, 2020). Salgın sebebi ile görülen etki değişimlerin gerçekleşmesi kaçınılmaz hale getirmiştir.

Covid-19 salgınının 2019'un Aralık ayında Asya'da meydana çıkmış ve 2020'nin Mart ayı itibarıyla dört ay gibi az bir zamanda bütün dünyayı tesiri altına alan tek pandemiye dönüşmüştür (WHO, 2020a; 2020b).

Türkiye'de ilk pozitif vakanın çıktığı 11 Mart 2020 tarihinden itibaren bütün eğitim kuruluşlarında eğitime belli bir süre ile ara verilmiş ayrıca dijital eğitime başlanması için bütün eğitim kuruluşları kısa sürede alt yapılarını hazır etme zorunluluğu hissetmiştir. Dijital eğitimin ehemmiyeti bu süreçte birçok önem kazanmış ayrıca diğer ülkelerin dijital eğitime daha fazla yatırım gerçekleştirmesi gerektiği anlaşılmıştır (Nalbantoğlu, 2021).

Covid-19 salgınında tedbirler anlamında insandan insana temasın oluşabileceği mekânlar kapatılmış, okullar ile üniversiteler de bu tedbirler kapsamına alınmıştır (Bozkurt vd., 2020; Bozkurt ve Sharma, 2020; Doghonadze vd., 2020; Gupta & Goplani, 2020). Öğrenim kurumlarının kapatılması ile yüz yüze öğrenime ara verilmesiyle evrende bütün öğrenim seviyelerinden öğrenci nüfusunun hemen hemen yarısına denk gelen 1.5 milyar öğrencinin öğrenimi kesintiye uğramıştır (UNICEF, 2020).

Eğitimin sekteye uğramasından etkilenen öğrenci sayısı Türkiye'de ise hemen hemen 18 milyon öğrenciyi bulmuştur (Sözen, 2020). Öğrenimin esas bir insan ayrıcalığı olduğu prensibi doğrultusunda salgın sebebiyle sekteye uğrayan eğitimi karşılamak adına birçok eğitim kurumu tarafından hızlı refleks sergileyerek acil uzaktan öğrenim (emergency remote education: ERE) uygulamaları bütün dünyada işleme alınmış ve çalışmalar başlamıştır.

Türkiye'nin yeni oluşan duruma inanılmaz vaziyete hem süratli uyum sağlaması, hem de her seviyedeki okulların tatil olması büyük can kayıplarına engel olma bakımından önemlidir. Salgının çoğaldığı zamanda, 16 Mart 2020 tarihinden itibaren hem MEB'e hem de YÖK'e bağlı öğrenim kurumları ara verilip tatil edilmiş ayrıca uzaktan eğitim sürecine girilmiştir.

Salgın ile birlikte uzaktan eğitime geçiş süresinde birçok öğretmen, ders materyallerini çevrimiçi ortama aktarmak durumunda kalmıştır. Bu geçiş oldukça hızlı gerçekleştiğinden öğretmenlerin hazır bulunuşları ile ilgili herhangi bir ön çalışma yapılamamıştır. Öğretmenlerden oluşan yeni duruma acilen adapte olmaları, öğretim yöntem ve tekniklerini uzaktan eğitime uygun şekilde hazırlamaları beklenmiştir. Ayrıca Türkiye'de öğrencilerin sadece %63'ünün evinde internet bağlantısı, %66'sının bilgisayar veya tableti bulunduğu; %64'ü acil uzaktan eğitimlerini bilgisayar veya tabletlerinden; %32'si akıllı telefonlarından sürdürdüklerini; %23'ü ise uzaktan eğitimlerini sürdüremediklerini söylemeleri (Karadağ ve Yücel, 2020) salgın döneminde erişim imkânlarının da çok önemli bir sorun olduğunu bize göstermektedir.

Literatür incelendiğinde Türkiye'de uzaktan eğitim ile ilgili çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Çelen, vd. (2011) yaptığı "Yükseköğretimde Çevrimiçi Öğrenme: Sistemde Yaşanan Sorunlar Ve Çözüm Önerileri" isimli çalışmada uzaktan eğitimde yaşanan sorunların yükseköğretim boyutuna değinilmiştir. İnönü Üniversitesinde Kılıç'ın (2015) yaptığı "Uzaktan eğitim uygulamalarının etkililiği üzerine bir araştırma" konulu doktora tezinde uzaktan eğitim

çalışmalarının etkililiği üzerinde durulmuştur. Ülkü'nün (2018) Yüksek Lisans Tezinde ise “ İlkokullarda Görev Yapan Öğretmenlerin Uzaktan Eğitime Yönelik Tutumları” incelenmiş ve ilkokullarda görev yapan öğretmenlerin uzaktan eğitime yönelik tutumlarının orta seviyede ve daha çok olumsuz yönde olduğunu sonucuna ulaşılmıştır. Altıntaş'ın (2021) “Sınıf öğretmenlerinin covid-19 salgını sürecinde çevrim içi ders-uzaktan eğitim deneyimlerinin incelenmesi ” çalışmasında sınıf öğretmenlerinin uzaktan eğitime ilişkin görüşlerine yer verilmiştir.

Bu çalışma Covid-19 salgın döneminde ülkemizde ve dünyada en çok kullanılan eğitim yöntemi haline gelen uzaktan eğitim sürecinde öğretmenlerin yaşadığı sorunları belirleyerek, bu sorunlara çözüm yolları üretmeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda öğretmenlerin uzaktan eğitim için kullandıkları araçlar, uzaktan eğitimde zorlandıkları teknolojik sorunları, uzaktan eğitimde öğrencilerin uyumu ile görüşleri, uzaktan eğitimde öğrencilerin isteklilik durumları, uzaktan eğitimle ilgili endişeleri, uzaktan eğitimde kullandıkları yöntemler, salgın döneminde uzaktan eğitim ile ilgili yeterlilik algıları, uzaktan eğitimi salgın sonrası devam ettirme isteklilik durumları ve uzaktan eğitimde karşılaştıkları sorunlara sundukları çözüm önerileri incelenmiştir.

### **1.1.Yöntem**

Salgın döneminde öğretmenlerin uzaktan eğitimde karşılaştıkları sorunları ve çözüm önerilerini belirlemeyi amaçlayan bu araştırmanın yöntemini karma (mixed) desen olarak kurgulanmıştır. Karma desene dayalı bilimsel araştırma metodu; nitel ve nicel desenlerin kullandığı araştırma tekniklerinin beraber kullanılmasına dayanan, bu kullanım ile her iki türün birbirlerinin açığını kapatmasına fırsat veren bir uygulama yoludur. Creswell'e (2008) göre karma yöntem araştırmalarının temel varsayımı, nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin birlikte veya harmanlanarak kullanılmasının araştırma problem ve sorularının bu yöntemlerin ayrı kullanılmasından daha iyi anlaşılmasını sağladığıdır.

Karma desen türlerinden olan çeşitleme veya birleşik yöntem araştırmanın gidiş yolu olarak belirlenmiştir. Bu yöntemde ulaşılan bulguları çeşitlendirmek, bütünleştirmek, kıyaslama yapmak ve bunların sonucunda yordamlar da bulunmak hedeflenir (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s.325). Karma desen araştırmaların geçerliliğini ve güvenilirliğini pozitif yönde etkiler. Bununla beraber istatistiksel veriler temeline dayanan nicel desen ve betimsel tasvirlerle dayanan nitel desen bir arada olduğundan araştırmaya esas problemin anlaşılması, tanımlanması ve çözülmesi kolaylaşır.

### **1.2.Evren Ve Örneklem**

Araştırmanın hedef evreni Isparta ilinde görev yapan ve uzaktan eğitim faaliyetlerine katılan öğretmenler oluşmaktadır. Bu çalışmada basit seçkisiz örneklem yolu ile belirlenmiş, Isparta il merkezinde görev yapan 215 öğretmen araştırmanın örneklem grubunu oluşturmuştur. İlgili evrenin tümünün seçilimine şans tanıyan bu örneklem alma yolunda örnekleme seçilme olasılığı eşit şansa dayalıdır. 201 öğretmen ile araştırmanın nicel boyutu gerçekleştirilmiş olup seçkisiz olmayan örneklem yolu ile uygun örnekleme dayalı olarak 14 öğretmen ile araştırmanın nitel boyutu gerçekleştirilmiştir. Uygun örnekleme yönteminin seçilme nedeni ise araştırmacının yakın çevresinde bulunan, imkân ve zaman olarak kolay ulaşılabileceği örneklem grubundan verileri toplamak maksatlıdır.

### **1.3.Veriler Toplama Aracı**

Bu araştırmaya ilişkin veriler nicel ve nitel desene dayalı ve bu tipte araştırmaların karakterlerine uygun araçlarla toplanmalıdır. Araştırmanın birinci bölümünü oluşturan nicel desene dayalı veriler araştırmacılar tarafından geliştirilen ölçek formu ile toplanmıştır. Isparta il merkezinde çeşitli kademelerde görev yapan ve uzaktan eğitim sürecinde aktif katılım

sağlayan 201 öğretmen araştırmanın nicel bölümünün örneklemini oluşturmuştur. Konunun derinlemesine analizine olanak tanıdığı için nitel desende tamamlanan bölümde ise araştırmacı tarafından konun ruhuna uygun olarak hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme soruları 14 kişilik örneklem üzerinde kullanılmış, ulaşılan veriler bulgulara dönüştürülmüştür.

#### 1.4.Verilerin Çözümlemesi

Araştırmada elde edilen veriler SPSS (Statistical PackageforSocialSciences) for Windows 25.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotları (sayı, yüzde, ortalama, standart sapma) kullanılmıştır. Kategorik değişkenler arasındaki ilişki ise Ki kare testi ile incelenmiştir. Araştırmada istatistiksel anlamlılık değeri olarak 0,05 kullanılmıştır.

## 2. BULGULAR

### 2.1.Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen veriler SPSS (Statistical PackageforSocialSciences) for Windows 25.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotları (sayı, yüzde, ortalama, standart sapma) kullanılmıştır. Kategorik değişkenler arasındaki ilişki ise Ki kare testi ile incelenmiştir. Araştırmada istatistiksel anlamlılık değeri olarak 0,05 kullanılmıştır.

### 2.2.Öğretmenlerin Demografik Özellikleri

Araştırmaya katılım gösteren öğretmenlerin demografik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1. Katılımcıların demografik özellikleri**

	Özellikler	n	%
Cinsiyet	Kadın	122	60,7
	Erkek	79	39,3
Yaş	20-30 yaş	13	6,6
	31-40 yaş	104	51,7
	41-50 yaş	59	29,3
	51 + yaş	25	12,4
Hizmet süresi	1-10 yıl	44	21,9
	11-20 yıl	85	42,3
	21-30 yıl	54	26,9
	31 + yıl	18	8,9
Branş	Beden Eğitimi	8	4,0
	Bilişim Teknolojileri	1	0,5

	Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi	7	3,5
	Fen Bilimleri	5	2,5
	İngilizce	28	13,9
	Matematik	16	8,0
	Müzik	1	0,5
	Okul Öncesi	28	13,9
	Rehberlik	1	0,5
	Sınıf	87	43,3
	Sosyal Bilgiler	8	4,0
	Teknoloji ve Tasarım	4	2,0
	Türkçe	7	3,5
Çalıştığınız kurum	Anaokulu	8	4,0
	İlkokul	116	57,7
	Ortaokul	77	38,3

Araştırmaya katılan bireylerin %39,3'ü erkek, %60,7'si kadındır. Öğretmenlerin %43,3'ü sınıf öğretmeni, %13,9'u İngilizce, %13,9'u okul öncesi öğretmenidir. Öğretmenlerin %57,7'si ilkokul, %38,3'ü ortaokul, %4'ü anaokulunda görev yapmaktadır.

### 2.3.Öğretmenlerin Uzaktan Eğitimde Kullandıkları Araçlar

Katılımcıların uzaktan eğitim ile ilgili düşüncelerini gösteren bilgiler Tablo 2'de sunulmuştur.

**Tablo 2. Katılımcıların uzaktan eğitim için kullandıkları araçların dağılımı**

	n	%
EBA canlı ders uygulaması	156	77,6
Online/Çevrimiçi toplantı, video konferans ve ders platformları	142	70,6
Uzaktan eğitim sürecinde gerçek zamanlı eğitim veriyorsanız (Canlı Ders gibi) bunun için hangi aracını kullanıyorsunuz?		
Kişisel bloglar	3	1,5
Youtube ve benzeri video paylaşım uygulamaları	29	14,4
WhatsApp	102	50,7
Telegram	6	3,0
Uzaktan eğitim uygulamaları kullanmıyorum	7	3,5

Uzaktan eğitim sürecinde gerçek zamanlı eğitim veren öğretmenlerin %77,6'sı EBA canlı ders uygulaması kullandığını, %70,6'sı online çevrimiçi toplantı video konferans ve ders platformlarını kullandığını, %50,7'si WhatsApp kullandığını belirtmiştir.

**2.4.Öğretmenlerin Uzaktan Eğitimde Zorlandıkları Teknolojik Sorunların Dağılımı**  
Araştırmaya katılım gösteren öğretmenlerin uzaktan eğitimde zorlandıkları teknolojik sorunlara ilişkin bilgiler Tablo 3'te gösterilmiştir.

**Tablo 3. Katılımcıların uzaktan eğitimde zorlandıkları teknolojik sorunların dağılımı**

	n	%
Online/Çevrimiçi toplantı, video konferans ve ders platformları	38	18,9
EBA canlı ders uygulamasını uygulama ve kullanmada sorun yaşadım	61	30,3
İnternet hızında sorun yaşadım	102	50,7
İnternet bağlantılarının sık sık kesilmesinde sorun yaşadım	99	49,3
Teknolojiye ve uygulamalara aşina olmamam	10	5,0
Güvenilir internete erişim	14	7,0
Uzaktan eğitimle alakalı yazılım ve uygulamaları indirme ve çalıştırma	23	11,4
Teknolojik donanım eksikliği	49	24,4

Öğretmenlerin %49,3'ü internet bağlantılarını sık sık kesilmeden de sorun yaşadığını, %50,7'si internet hızında sorun yaşadığını, %30,3'ü EBA canlı ders uygulamasını kullanırken sorun yaşadığını, %24,4'ü teknolojik donanım eksikliği konusunda sorun yaşadığını ifade etmiştir.

**2.5.Öğretmenlerin Uzaktan Eğitimde Öğrencilerin Uyumu İle Görüşlerinin Dağılımı**  
Katılımcıların uzaktan eğitimde öğrencilerin uyumu ile görüşlerini içeren bilgiler Tablo 4'te gösterilmiştir.

**Tablo 4. Katılımcıların uzaktan eğitimde öğrencilerin uyumu ile görüşlerinin dağılımı**

	n	%
Öğrencilerim uzaktan eğitime az uyum sağladılar	20	10,0
Salgın dönemi boyunca uzaktan eğitim öğrencilerim uzaktan eğitime uyum sağladılar	64	31,8
açısından öğrencilerinizin uzaktan eğitime adapte olup olmadığı ile ilgili öğrencilerim uzaktan eğitime uyum sağlamada çok	32	15,9
aşağıdakilerden hangisini zorlanıyorlar		
Öğrencilerim uzaktan eğitime uyum sağlamada zorlanıyorlar	49	24,4

Öğrencilerim uzaktan eğitime uyum sağlamaya az 36 17,9  
zorlanıyorlar

Salgın dönemi boyunca uzaktan eğitim açısından öğrencilerin uzaktan eğitime adapte olup olmadığı ile ilgili %31,8'i uzaktan eğitime uyum sağladığını belirtirken, %24,4'si uzaktan eğitime uyum sağlamada zorlandığını, %17,9'u az zorlandığını ifade etmiştir.

## 2.6.Öğretmenlerin Uzaktan Eğitimde Öğrencilerin İsteklilik Dağılımı

Araştırmaya katılan katılımcıların uzaktan eğitimde öğrencilerinin istekliliklerini gösteren bilgiler Tablo 5'de gösterilmiştir.

**Tablo 5. Katılımcıların uzaktan eğitimde öğrencilerinin isteklilik dağılımı**

	n	%
Öğrencilerim uzaktan eğitime katılmada az istekliler	65	32,3
Öğrencilerim uzaktan eğitime katılmada çok az istekliler	30	14,9
Öğrencilerim uzaktan eğitime katılmada çok istekliler	13	6,5
Öğrencilerim uzaktan eğitime katılmada hiç istekli değiller	13	6,5
Öğrencilerim uzaktan eğitime katılmada istekliler	80	39,8

Salgın dönemi boyunca uzaktan eğitimde öğrencilerinizin uzaktan eğitime katılmada ne kadar istekli olup olmadığı ile ilgili %39,8'i öğrencilerin uzaktan eğitime katılmada istekli olduğunu, %32,3'ü uzaktan eğitime katılmada az istekli olduğunu ifade etmiştir.

## 2.7.Öğretmenlerin Uzaktan Eğitimle İlgili Endişelerinin Dağılımı

Araştırmaya katılım gösteren öğretmenlerin uzaktan eğitimle ilgili endişelerini gösteren bilgiler Tablo 6'da gösterilmiştir.

**Tablo 6. Katılımcıların uzaktan eğitimle ilgili endişelerinin dağılımı**

Öğrencide motivasyon kaybı yaşanması	109	54,2
Ders kazanımlarının öğrenciye yeterince verilememesi	123	61,2
Değerlendirme yapısındaki değişiklik	51	25,4
Öğrencilerle iletişim kuramama	82	40,8
Çevrim içi gizlilik ve kişisel verilerin korunması	53	26,4
Öğretim etkililiğinin doğru değerlendirilememesi	61	30,3
İnternet erişim problemleri	120	59,7
Kullanılan teknolojilerin yeterince bilinmemesi	59	29,4

Öğretmenlerin uzaktan eğitimle ilgili en büyük endişeleri sorulduğunda, %54,2's, öğrencilerin motivasyon kaybı yaşanması, %61,2'si ders kazanımlarının öğrenciye yeterince verilememesi, %59,7'si internet erişim problemleri yaşamaması konusunda endişe duyduğunu, %30,3'ü öğretim etkinliğinin doğru değerlendirememesi, %29,4'ü kullanılan teknolojilerinin yeterince bilinmemesi, %26,4'ü çevrim içi gizlilik ve kişisel verilerin korunması konusunda endişe duyduğunu ifade etmiştir.

### 2.8.Öğretmenlerin Uzaktan Eğitimde Kullandıkları Yöntemlerin Dağılımı

Araştırmaya katılım gösteren öğretmenlerin uzaktan eğitimde kullandıkları yöntemlerle ilgili bilgiler Tablo 7'de sunulmuştur.

**Tablo 7. Katılımcıların uzaktan eğitimde kullandıkları yöntemlerin dağılımı**

	n	%
Sözel anlatım	169	84,1
Slayt	147	73,1
Uzaktan eğitim faaliyetinizi aşağıdakilerden hangilerini kullanarak gerçekleştirdiyorsunuz?		
Soru çözümü	125	62,2
Soru cevap	157	78,1
Diğer	20	10,0

Öğretmenlerin %84,1'i uzaktan eğitimi sözel anlatım, %73,1'i slayt, %62,2'si soru çözümü, %78,1'i soru cevap yöntemini kullanarak uzaktan eğitim faaliyetlerini gerçekleştirdiğini ifade etmiştir.

### 2.9.Öğretmenlerin Uzaktan Eğitimi Salgın Sonrası Devam Ettirme İsteklilik Dağılımı

Araştırmaya katılım gösteren öğretmenlerin uzaktan eğitimi salgın sonrası devam ettirme isteği ile ilgili bilgiler Tablo 8'de gösterilmiştir.

**Tablo 8. Katılımcıların uzaktan eğitimi salgın sonrası devam ettirme isteklilik dağılımı**

	n	%
Bazen	72	35,8
Karantina döneminde yapılan uzaktan eğitim süreci bittiğinde uzaktan eğitim uygulama ve yazılımlarını kullanmayı sürdürmeyi düşünüyor musunuz?		
Bu konuda fikrim yok	16	8,0
Evet düşünüyorum	64	31,8
Hayır düşünmüyorum	49	24,4

Karantina döneminde yapılan uzaktan eğitim süreci bittiğinde uzaktan eğitim uygulama ve yazılımlarını kullanmayı sürdürmeyi düşünen öğretmenlerin oranı %31,8'i, bazen düşünenlerin oranı ise %35,8 olarak hesaplanmıştır.

### 2.10. Öğretmenlerin Uzaktan Eğitimin Salgın Sürecinde Yeterlilik Algısı Dağılımı

Araştırmaya katılım gösteren öğretmenlerin uzaktan eğitimin salgın sürecinde yeterlilik algısı ile ilgili bilgiler Tablo 9'da gösterilmiştir.

**Tablo 9. Katılımcıların uzaktan eğitimin salgın sürecinde yeterlilik algısı dağılımı**

	n	%
Tamamen yeterli	7	3,5
Yeterli	58	28,9
Kararsızım	42	20,9
Kısmen yetersiz	70	34,8
Yetersiz	24	11,9

Salgın dönemi boyunca uzaktan eğitim yeterli olduğunu düşünenlerin oranı %28,9; kısmen yetersiz olduğunu düşünenlerin oranı ise %34,8 olarak hesaplanmıştır.

Araştırmanın devamında konuya ilişkin örneklem grubunun düşüncelerinin derinlemesine ortaya çıkarılması için araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmış, ulaşılan veriler betimsel analize tabi tutularak bulgulara dönüştürülmüş ve açıklanmıştır. Buna göre:

“Bu sorunlara karşı çözüm önerileriniz nelerdir?”, sorusuna verilen cevaplardan elde edilen verilere göre düzenlenen Tablo 10. aşağıda gösterilmiştir.

### 2.11. Öğretmenlerin Uzaktan Eğitimde Karşılaştıkları Sorunlara Çözüm Önerileri

Araştırmaya katılan öğretmenlerin uzaktan eğitimde karşılaştıkları sorunlara getirdikleri çözüm önerileri Tablo 10’da gösterilmiştir.

**Tablo 10. Öğretmenlerin Uzaktan Eğitimde Karşılaştıkları Sorunlara Çözüm Önerileri**

Sorunlar	Önerilen Çözüm	N
İnternet ve Donanım Eksikliği	EBA Güçlenmeli	1
	Teknik Alt Yapı Güçlenmeli	4
	Bilgisayar Verilmeli	2
İletişim-koordinasyon eksikliği	Veliler ve öğrencilerle iletişim artmalı	2
Bilgi eksikliği	Teknik destek	1
	Eğitim verilmeli	2
Katılım azlığı	Farklı etkinlikler	1
Odaklanma-Ciddiyetsizlik	Görüntü açma zorunluluğu	1
Sağlık Problemleri	Ders sayısı azaltılmalı	1
	Gözlük takma	1
Katılım Azlığı	İmkânı olana yaptırım	1



“Bu sorunlara karşı çözüm önerileriniz nelerdir?” görüşme sorusuna verilen yedi soruna on bir farklı çözüm önerilmiştir. Öğretmenlerin verdiği cevaplara göre 4 öğretmen ile haftada “*Teknik Alt Yapı Güçlenmeli*” en fazla yapılan öneridir. Sorumuza cevap veren öğretmen ifadeleri aşağıdadır.

**Ö1:** “*Veli ve öğrenci ile sık sık görüşme halinde olup rehberlik yapmak, görüntü açmanın zorunlu olması, diğerleri için yapılacak bir şey de yok*”

**Ö2:** “*Bilgisayar kullanımında eksikleri olan öğretmenlere uygulamalı anlatımlar yapılması faydalı olacaktır.*”

**Ö3:** “*Farklı tarzda etkinlikler oyunlar yapılabilir.*”

**Ö4:** “*Teknik alt yapının her öğrenciye sağlanması ve online ders sayısının ve süresinin azaltılması.*”

**Ö5:** “*Açılmama ihtimaline binaen dosya yedeklerini hazırlıyorum. Gözlük kullanmaya başladım.*”

**Ö6:** “*Yeterli ve kullanışlı internet desteği.*”

**Ö7:** “*Aileler ile daha çok iletişime geçerek geri dönütlerin daha sağlıklı yapılması.*”

**Ö8:** “*Teknolojik eksikliklerin bir an önce giderilmesi gerekir.*”

**Ö9:** “*İletişim artırma*”

**Ö10:** “*Akıllı telefonu olmayan velilerimle iletişim kurmakta zorlandım. Sosyal medya üzerinden gönderdiğim ulaşamadılar..*”

**Ö11:** “*Her öğrencinin internete bağlandığı cihazın kalitesinin artırılması. Hatta bilgisayar temini.*”

**Ö12:** “*İnternet hızını arttırmak, öğrenci bilgisini arttırmak. Bilgisayar tablet eksikliğini gidermek.*”

**Ö13:** “*EBA sisteminin güçlenmesi.*”

**Ö14:** “*İmkânı olduğu halde derse katılmayan öğrenciye yaptırım yapılmalı.*”

EBA ve Zoom vb. programların kullanımı hakkında hem öğretmenin ve diğer paydaşların (veli-öğrenci) bilgisinin artırılması, şu günlerde devletimizce dağıtılması planlanan tablet dağıtımı, EBA destek noktalarının açılması ve hizmet vermesi gerektiğinde WhatsApp’tan ders anlatımı erişim hızının artırılması için altyapı çalışmalarının geliştirilmesi gibi genel olarak teknik problemlere çözümün yanında imkânı olduğu halde derslere erişim sağlamayan ile ilgili yaptırım önerisi olan katılımcı çözüm önerileri yer almaktadır.

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmanın ulaşılan bulgularından hareketle aşağıdaki bölümde sonuç, tartışma ve öneriler bölümü yer almıştır. Buna göre:

#### 3.1.Sonuç ve Tartışma

Uzaktan Eğitim ile ilgili öğretmen görüşleri incelendiğinde; öğretmenler grup derslerini yoğun olarak EBA üzerinden gerçekleştirmekte, EBA kaynaklı sorunlar yaşadıklarında ise diğer araçları kullanmakta olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanında katılımcı grubun yarısı

WhatsApp vb. iletişim imkânı yaratan platformları aktif olarak öğrencilerle iletişim kurmada kullanılmaktadır. Bu durumların nedenleri irdelendiğinde uzaktan eğitim için dersin zamanını planlamak, ödev dağılımı yapmak, öğrencilerin geri dönütlerine ulaşma önemlidir. Bu maksatla katılımcı grubun WhatsApp gibi araçları kullanması doğal karşılanabilir. EBA platformu ise zaman zaman aksaklıklar yaratmaktadır. Böyle dönemlerde öğretmenler ders yüklerini yerine getirebilmek için diğer araçlara yönelmişlerdir.

Katılımcı grubun uzaktan eğitim sürecinde yaşadığı en önemli sorun internet bağlantılarında yaşadıkları problemler olarak görülmektedir. Bu durumun nedeni öğrencilerin ve öğretmenlerin kırsal alan, kent alanı dâhil geniş bir coğrafyaya yayılım göstermesi, internet erişiminin ve alt yapısının her noktaya yeterince ulaşamaması olabilir. Çünkü internet erişimi sağlayan firmalar alt yapı hizmetlerini götürürken potansiyel kullanıcı durumunu da dikkate almakta ve hizmet götürme işini buna göre planlamaktadır. Bu durum bazı öğrenci ve öğretmenlerin uzaktan eğitim sürecinden verimli yararlanmamasına neden oluyor olabilir. Ayrıca internet erişimi bir bütçe meselesidir. Ekonomik anlamda imkânları internet kullanımına elverişli olmayan aileler olabilir.

Katılımcı grubun düşüncelerine göre öğretmenler ve öğrencilerin önemli bir bölümü uzaktan eğitim sürecine uyum sağlamıştır. Ancak daha büyük bir bölümü ise uzaktan eğitime tam anlamı ile adapte olamamıştır. Bu durumun nedenleri yeni bir eğitim biçimi olmasından, donanım ve ağ hizmetlerinin yapısından kaynaklı olabilir.

Öğretmenlerin uzaktan eğitimle ilgili en büyük endişeleri sorulduğunda; öğrencilerin motivasyon kaybı yaşaması, ders kazanımlarının öğrenciye yeterince verilememesi ve internet erişim problemleri yaşanması olarak cevaplar gelmiştir. Bu durumun nedenleri irdelendiğinde uzaktan eğitimde öğrencileri güdülemek, dikkat çekmek zordur. Ayrıca ölçme değerlendirme hizmeti aksak yürümektedir. Öğrenci yüz yüze eğitimde olan bir iş gibi okula gelmemekte iken, uzaktan eğitimde oturduğu yerden ders yapmaktadır. Tüm bu durumların motivasyon kırıcı etmenler olduğu düşünülebilir. Ayrıca her dersin özel amaçları, erişmek istediği kazanımları mevcuttur. Müfredatlar haftalık belli bir saate, derse ve 40 dakikalık ders süresine göre hazırlanmışken uzaktan eğitimde ders saati ve süresi daha az yapılmakta ve tüm öğrenciler derslere katılamamaktadır. Bu durum kazanımların yerine getirilememesinde en önemli neden olabilir.

Katılımcı grup uzaktan eğitim derslerini; sözel anlatım, slayt, soru çözümü, soru cevap yöntemini kullanarak yürütmektedir. Dikkat çekici olan nokta derslerde uygulama, pekiştirme ve etkinlik temelli bir öğretimin yapılamıyor olmasıdır. Bu bahsettiğimiz noktalar eğitim faaliyetinin pekiştirici araçlarıdır. Kavram ve beceri öğretiminde muhakkak suretle uygulanması elzem tekniklerdir. Ancak ders biçiminin yapısı bunlara müsaade etmiyor olabilir. Bir diğer neden ise öğretmenlerin uzaktan eğitimde eğitici rehberden daha çok konuyu aktaran olması olabilir. Bu durum aktif öğrenme süreçleri ile çelişmekte öğrenciyi gereğinden fazla durağan kılmaktadır. Ancak aksi halde de öğretmenler sınıf kontrollerini kaybetmektedir.

Katılımcı grubun önemli bir kısmı süreç sonrası EBA ve benzer uzaktan eğitim platformları ile ders işleyeceklerini, uzaktan eğitimin yeterli olduğunu ve kendisini bu uygulamalarda yetkin gördüğünü belirtmiştir. Eğitim değişime uyum sağlanmasını zorunlu kılan bir faaliyet alanıdır. Sorunlar, aksamalar her an yaşanabilir. Önemli olan sistemin ve sistemde yer alan öğretmenin yeni duruma adaptasyonu ve dönüşüm hızıdır. Bu noktada eğitim bir otobüs dolusu insanın sürekli hareket halinde iken trafiği aksatmalarına rağmen yol almayı gerektiren bir metaforla özetlenebilir. O halde bu sistemin işleyicisi olan öğretmenlerin yetkinlikler ve yeterlilikleri dönüşüm değişim çizgisinde olumlu karşılanabilir.

Katılımcı grup uzaktan eğitim sürecinin geliştirilmesi için yapılması en elzem işin alt yapı hizmetlerini geliştirmek ve öğrenci ile öğretmenlere donanım tedarik etmek olarak görmektedir.

Bu kapsamda Bakanlık, öğretmen talepleri ile eşgüdümlü hareket etmiştir. Tablet ve internet dağılımı sahada halen devam eden uygulamalardır. Ancak bunun gelişimi için yeni atılımların yapılması gerekebilir. Çünkü sistem internete ve internet erişim araçları üzerine kuruludur. Bireylerin ekonomik düzeylerindeki farklılık eğitimin fırsat ve imkân eşitliğini darbelemektedir.

Öğretmenlerin önerileri ile ilgili katılımcı grup öğrencilerin ders sürelerinde daha aktif olmalarını istemektedir. Öğrenciler uzaktan eğitimin doğası gereği pasif kalmaktadır. Aslında bu konunun öğretmenler tarafından bir beklenti olmaktan öte öğretmenler tarafından düzenlenebileceği düşünülmesi yanlış olmaz. Çünkü ders saatinde öğrencinin ve sınıfın yönetimi öğretmen eli ile gerçekleşmektedir. Öğretmen öğrencinin pasif veya aktif konuma gelmesinde belirleyicidir. Öğretmenler beklenti olarak velilere de bazı sorumluluklar düşüğünü düşünmektedir. Bunlar öğrencinin ihtiyaç duyduğu bilişim alt yapısını hazırlamak, öğrencilerin uzaktan eğitim süreçlerini takip etmek noktasındadır. Uzaktan eğitim süreci eğitim rehberliğinde velilere de yükümlülükler getirmiştir. Veliler ödev kontrolü, ödev yapmada açıklayıcı olmak gibi yeni iş yükleri ile karşılaşmıştır.

### 3.2.Öneriler

Bu araştırmanın sonuçlarından hareketle aşağıdaki önerilerde bulunulabilir

1. Uzaktan eğitim derslerinde uyarıcıların çokluğu öğrenci dikkatini dağıtmaktadır. Ders sürelerinin kısıtlı olması ise yüz yüze eğitime göre hazırlanmış kazanımların aksamasına neden olmaktadır. Bu bağlamda ders müfredatlarının uzaktan eğitim süreci dikkate alınarak düzenlenmesi, ders planlarının yapılandırılması, kazanım ve hedeflerin gözden geçirilmesi ilgililere önerilebilir.
2. Uzaktan eğitim sürecinde donanım ve erişim imkânlarında zaafı olduğu görülmüştür. Bu bağlamda öğretmen ve öğrencilere ücretsiz internet erişiminin, bilgisayar, tablet gibi araçların sağlanması önerilebilir.
3. EBA platformu uzaktan eğitimin en önemli sistemsel aracıdır. Bu araçta zaman zaman aksayan yönler olduğu öğretmen ifadelerinden anlaşılmıştır. Bu bağlamda EBA platformunun yapılandırılması, aksayan yönlerinin belirlenerek düzenlenmesi önerilebilir.
4. Uzaktan eğitim sürecinde öğrencilerin motivasyon kaybı yaşadığı görülmüş, bu durumun en önemli nedeni olarak ölçme ve değerlendirme hizmetlerinin aksayarak yürütülmesi cevabı dikkat çekmiştir. Uzaktan eğitim modeli ile karışmış bir ölçme değerlendirme uygulamasının yürürlüğe sokulması önerilebilir.
5. Uzaktan eğitim derslerinin uygulama ve pekiştirme amacı taşıyan etkinliklerden uzakta kalarak yürüdüğü görülmüştür. Bu durum öğrenciyi ders içersin de pasif duruma düşürmektedir. Derslerde etkinlik ana temasında uygulamaların yapılması önerilebilir.
6. Uzaktan eğitim süreci yarattığı komplikasyonlar neticesinde velilerin üzerinde eğitim yükünün bir kısmını bırakmıştır. Veliler öğrencilerinin eğitim hizmetlerinden yeterli ölçüde yararlanmaları için birer rehber haline gelmiştir. Bu bağlamda öğrenci velilerine eğitimler verilmesi önerilebilir.
7. Uzaktan eğitim sürecinin planlanması, bu süreçte iletişim kanallarının geliştirilmesi önemlidir. Merkezi bir iletişim sisteminin kurulması önerilebilir.

## KAYNAKÇA

Altıntaş Yüksel, E. Sınıf Öğretmenlerinin Covid-19 Salgını Sürecinde Çevrim İçi Ders-Uzaktan Eğitim Deneyimlerinin İncelenmesi. *ulakbilge*, 57 (2021 Şubat): s. 291–303. doi: 10.7816/ulakbilge-09-57-11

Artvinli, F. (2020, Eylül 20). *Salgınların tarihi: toplumsal ve siyasal açıdan kısa bir bakış*. ttb. [https://www.ttb.org.tr/kollar/COVID19/yayin\\_goster.php?Guid=42ee583e-fb2d-11ea-abf2-539a0e741e38](https://www.ttb.org.tr/kollar/COVID19/yayin_goster.php?Guid=42ee583e-fb2d-11ea-abf2-539a0e741e38).

Bozkurt, A., & Sharma, R. C. (2020). Emergency remote teaching in a time of global crisis due to CoronaVirus pandemic. *Asian Journal of Distance Education*, 15(1), i-vi. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3778083>

Creswell, J. W. (2008). Educational research planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research. International Pearson Merrill Prentice Hall.

Çelen, F. K., Çelik, A., Seferoğlu, S.S. (2011). Yükseköğretimde Çevrim-İçi Öğrenme: Sistemde Yaşanan Sorunlar Ve Çözüm Önerileri. *Journal of European Education*, 1(1).

Işık, C. E., Keskin, M. ve Ekinci, S. (2013). *Uzaktan Eğitimde Öğrenci Rollerini (Role of Student in Distance Learning)*. Eskişehir. 06.10.2017 tarihinde <https://www.slideshare.net/mendereskeskin33/uzaktan-eitimde-renci-rolleri-34704971> adresinden erişilmiştir.

Karadağ, E., & Yücel, C. (2020). Yeni tip Koronavirüs pandemisi döneminde üniversitelerde uzaktan eğitim: Lisans öğrencileri kapsamında bir değerlendirme çalışması. *Yükseköğretim Dergisi*. <https://doi.org/10.2399/yod.20.730688>

Kılıç, O. (2020). Tarihte küresel salgın hastalılar ve toplum hayatına etkileri. *tuba*. <https://www.tuba.gov.tr/tr/yayinlar/suresiz-yayinlar/bilim-ve-dusunce/kuresel-salginin-anatomisi-insan-ve-toplumun-gelecegi-1/tarihte-kuresel-salgin-hastaliklar-ve-toplum-hayatina-etkileri>.

Kılınç, M. (2015). *Uzaktan Eğitim Uygulamalarının Etkliliği Üzerine Bir Araştırma (Yayınlanmış Doktora Tezi)*. İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Malatya.

Nalbantoğlu, C. B. (2021). Covid 19 sürecinin dijital dönüşüme etkileri. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*. <https://www.topkapi.edu.tr/resources/files/kutuphane/akademik-yayinlar/cbnalbantoglu0621.pdf>

Sözen, N. (2020). COVID 19 SÜRECİNDE UZAKTAN EĞİTİM UYGULAMALARI ÜZERİNE BİR İNCELEME . *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi* , 7 (12) , 302-319 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/asead/issue/58844/821764>

UNESCO. (2020a). School closures caused by Coronavirus (Covid-19). UNESCO. <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse>

UNİCEF.(2020).<https://www.unicef.org/turkey/bas%C4%B1n-b%C3%BClenleri/unicef-taraf%C4%B1ndan-yay%C4%B1nlan-yeni-rapora-g%C3%B6re-d%C3%BCnyadaki-%C3%A7ocuklar%C4%B1n-en-az-%C3%BC%C3%A7te-biri>

Ülkü, S. (2018). *İlkokullarda Görev Yapan Öğretmenlerin Uzaktan Eğitime Yönelik Tutumları*(*Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi*). Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Bolu.

WHO. (2020a). Coronavirus disease (COVID-19) Pandemic. World health Organization. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>

WHO. (2020b). WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard. World health Organization. <https://covid19.who.int/>

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri (8th ed.)*. Ankara: Seçkin Yayınevi.



## ULUSAL TEZ MERKEZİ VERİLERİNE GÖRE YAPI MALZEMESİ BAŞLIĞI ALTINDA YAPILAN LİSANSÜSTÜ ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

Aslı ÇÜÇEN<sup>1\*</sup>, Yusuf Tahir ALTUNCI<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Burdur, Türkiye.

<sup>2</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, İnşaat Bölümü, Isparta, Türkiye.

\*Sorumlu Yazar: [aslicucen@gmail.com](mailto:aslicucen@gmail.com)

### ÖZET

Son yıllarda artan nüfus yoğunluğuna paralel olarak yapılaşma oranında da artış devam etmektedir. Artan yapılaşma oranıyla birlikte yapı malzemelerine duyulan ihtiyaç da artmaktadır. Bu durum yapı malzemesini konu alan bilimsel çalışmaların önemini de her geçen gün arttırmaktadır. Bu çalışmada; yapı malzemesi başlığı altında Ocak 2008- Haziran 2022 tarihleri arasında yapılmış olan Ulusal Tez Merkezi veri tabanında yayımlanan lisansüstü tez çalışmalarının incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında 61 adet lisansüstü tez, “tez türü”, “yayın dili”, “yayımlandığı yıl”, “yayımlandığı üniversite”, “yayımlandığı enstitü”, “yayımlandığı ana bilim dalı”, “sayfa sayısı”, “tez yazarlarının cinsiyetleri”, “danışman unvanı” ve “konu dağılımları” gibi çeşitli parametreler üzerinden bibliyometrik analiz yöntemi ile irdelendikten sonra tablo ve grafikler aracılığıyla yorumlanmıştır. Çalışmanın sonucunda; yayımlanan tezlerin büyük bir kısmının yüksek lisans düzeyindeki çalışmaların olduğu, bu alanda doktora düzeyindeki çalışmaların ise sınırlı kaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca yapı malzemesini konu edinen tezlerin büyük bir kısmının 2019 yılında yayımlanmasıyla birlikte son yıllarda bu konuda yapılmış tez çalışmaları sayısındaki artış da dikkat çekmektedir. Bu çalışmanın, yapı malzemesi alanında ilerleyen dönemlerde yapılacak olan lisansüstü tez çalışmalarının içerik ve çalışma şekli yönünden araştırmacılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapı malzemesi, bibliyometrik analiz, bibliyografik yöntem.

### BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF POSTGRADUATE STUDIES UNDER THE TITLE OF BUILDING MATERIALS ACCORDING TO NATIONAL THESIS CENTER DATA

#### ABSTRACT:

In parallel with the increasing population density in recent years, the rate of construction continues to increase. With the increasing rate of construction, the building material needs are also increasing. This situation increases the importance of scientific studies on building materials day by day. In this research; The aim of this study was to examine postgraduate thesis studies under the title of building materials published in the National Thesis Center database between January 2008 – June 2022. Within the scope of the study, 61 postgraduate theses, through various parameters such as “type of thesis”, “language of publication”, “year of publication”, “university of publication”, “institute of publication”, “major science”, “number of pages”, “genders of the thesis authors”, “consultant title” and “subject distributions”. After being analyzed with the bibliometric analysis method, they were interpreted through tables and graphics. As a result of research; It has been determined that most of the published are MSc level studies, whereas in this area PhD level studies are limited. This research is expected to be a contribution for researchers in terms of content and work style of postgraduate thesis studies that will be

carried out in the field of building materials in the future. In addition, with the publication of most on building materials in 2019, the increasing number of thesis studies on this subject has attracted attention in recent years.

**Keywords:** Building material, bibliometric analysis, bibliographic method.

## 1. GİRİŞ:

Literatürde belirli konular üzerine yapılmış olan çalışmalarını çeşitli yönlerden ele alarak inceleyen yöntemlerden biri olan bibliyometrik analiz yönteminin, birçok alanda uzun yıllardır kullanıldığı bilinmektedir. Bibliyometrik analiz yöntemiyle yapılmış olan çalışmalarda veri kaynağı olarak, atıf dizinlerinden yararlanılmaktadır [1,2].

Broadus [3] bibliyometrik analizi; belirli araştırmalar sonucunda elde edilen bilgiler üzerine nicel bir çalışma gerçekleştirilmesi olarak tanımlamaktadır. Grant vd. [4] bibliyometrik analizin, araştırmacıların çalışma alanlarını inceleme, çalışma sonucunda ortaya çıkan olası sonuçları değerlendirmelerine yardımcı çağdaş bir araç olduğunu söylemektedirler. Norton [5] bibliyometrinin, çalışmaları ve bilgileri ölçmede kullanılan etkili bir yöntem olduğu konusunda görüş bildirmiştir. Inceoğlu [6] bibliyometrik analiz tekniğini; ilgili disiplin kapsamında alan yazında yer alan birikimlerin incelenerek somut veriler haline getirilmesinde yardımcı bir yöntem olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte; Baker vd. [7] bibliyometrik analiz yönteminin, bilimsel ve akademik verilerin bir araya getirilip standartlaştırılmasında, sınıflandırılmasında ve yorumlanmasında etkili olduğunu söylemişlerdir. Özkaraca ve Halaç [8] ise yaptıkları çalışmada, araştırmalarda bibliyometrik analiz yönteminin kullanılmasının herhangi bir konuda yapılmış olan çalışmaların niceliksel analizlerinin yapılmasını sağladığını ifade etmişlerdir. Ayrıca lisansüstü çalışmaların bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak incelenmesini konu edinen akademik araştırmaların gün geçtikçe yaygınlaştığını belirtmişlerdir.

Bu bağlamda; akademik çalışmalar üzerine yapılmış olan bibliyometrik analizler, makale ve dergi performansını analiz etmek, araştırmada ele alınan konuları ortaya çıkarmak, literatürde belirli bir etki alanının yapısını incelemek üzere yapılmaktadır [9,10].

Akademik çalışmalar içerisinde bilimsel bilgi içeriği en fazla olan lisansüstü tezlere yönelik çeşitli alanlarda birçok çalışma yapılmıştır. Herhangi bir alanda yapılmış olan lisansüstü tezlerin incelenmesi, ele alınan konunun önemi ve güncelliği konusunda bilgi vererek ilgili alanın genel görünümünün ortaya çıkarılmasını sağlamaktadır [11,12,13]. Literatürde özellikle sosyal bilimler alanında yapılmış olan tezlere yönelik araştırmaların daha fazla olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda; tezlerin içerik analizi, konulara göre dağılımları, tezlerde kullanılmış olan araştırma ve veri elde etme yöntemleri hakkında bilgiler toplanarak bibliyometrik analizler yapılmıştır.

Literatürde önemli etki alanına sahip olan yapı malzemesi konusu da bibliyometrik analiz açısından incelenmeye açık bir konudur. Yapı malzemesi konusu yapıların inşa sürecinde kullanılmak üzere üretilmiş olan tüm malzemeleri kapsamaktadır. Günümüzde artan barınma ihtiyacı ve teknolojik ilerlemelerle birlikte yeni yapı malzemeleri arayışına girilmiş ve yapı malzemesi alanında yaşanan gelişmeler giderek önem kazanmıştır. Bu kapsamda, yapı malzemesi alanında yapılan akademik ve sektörel çalışmalardaki artışın hızlı bir şekilde devam ettiği söylenebilir. Yapı malzemesi konusunun artmakta olan önemi göz önüne alındığında akademik çalışmaların nitelik ve nicelik açısından analiz edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Literatürde bibliyometrik analiz konusunda farklı alanlarda birçok çalışma bulunmasına rağmen yapı malzemesi başlığı altında yapılan çalışmaları bibliyometrik analiz yönünden incelemeye alan herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu kapsamda yapılan bu çalışmada şu sorulara cevap aranmıştır:

- Lisansüstü tezlerin türleri nelerdir?
- Lisansüstü tezlerin yayın dillerine göre dağılımı nasıldır?
- Lisansüstü tezlerin yayınlandıkları yıllara göre dağılımı nasıldır?
- Lisansüstü tezlerin üniversitelere göre dağılımı nasıldır?
- Lisansüstü tezlerin enstitülere göre dağılımı nasıldır?
- Lisansüstü tezlerin ana bilim dallarına göre dağılımı nasıldır?
- Lisansüstü tezlerin sayfa sayısı aralıklarına göre dağılımı nasıldır?
- Lisansüstü tezlerin yazarlarının cinsiyet dağılımı nasıldır?
- Lisansüstü tezlerin danışman unvan dağılımı nasıldır?
- Lisansüstü tezlerin konu dağılımları nasıldır?

## 2. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Çalışma kapsamında, Ulusal Tez Merkezi veri tabanında yer alan yapı malzemesi başlığı altında Ocak 2008- Haziran 2022 tarihleri arasında yazılmış olan 50 adet yüksek lisans ve 11 adet doktora tezi olmak üzere toplam 61 adet tez incelemeye alınmıştır. 2015 yılında yayınlanan bir adet tez ise sanatta yeterlilik tezi olduğu için dikkate alınmamıştır. Elde edilen tez çalışmalarının bibliyometrik analizlerinin gerçekleştirilebilmesi için “tez türü”, “tezin dili”, “tezin yayınlandığı yıl”, “tezlerin üniversitelere göre dağılımı”, “tezlerin enstitülere göre dağılımı”, “tezlerin ana bilim dallarına göre dağılımı”, “tezlerin sayfa sayıları”, “tezlerin yazarlarının cinsiyet dağılımı” ve “danışman unvan dağılımı” gibi parametreler üzerinden elde edilen bilgiler tablo ve grafikler yardımıyla yorumlanmıştır. Ayrıca Ulusal Tez Merkezi veri tabanında yer alan tezlerin konu girdilerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda kelime bulutu analiz yönteminden faydalanılarak kelime bulutu oluşturulmuş ve yorumlanmıştır.

## 3. BULGULAR

Çalışma kapsamında incelenmiş olan 61 adet lisansüstü tezin 50 adeti (%82,0) yüksek lisans tezi, 11 adeti (%18,0) ise doktora tezidir.

Lisansüstü tezlerin türlerine göre dağılımı Tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Lisansüstü tezlerin türlerine göre dağılımı

Tez Türü	Adet	%
Yüksek Lisans	50	82,0
Doktora	11	18,0
<b>Toplam</b>	<b>61</b>	<b>100</b>

Yapı malzemesi başlığı altında yapılmış olan tezlerin türlerine ve yazım dillerine göre dağılımları incelendiğinde; 50 adet yüksek lisans tezinin 47’si Türkçe, 3’ü ise İngilizce olarak yazılırken 11 adet doktora tezinin tamamı Türkçe olarak yazılmıştır.

Lisansüstü tezlerin türlerine ve yazım dillerine ilişkin bilgiler Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Lisansüstü tezlerin yazım dillerine göre dağılımı



Tez Türü	Dil				Toplam	
	Türkçe		İngilizce		Adet	%
	Adet	%	Adet	%		
Yüksek Lisans	47	77,1	3	4,9	50	82,0
Doktora	11	18,0	-	-	11	18,0
<b>Toplam</b>	<b>58</b>	<b>95,1</b>	<b>3</b>	<b>4,9</b>	<b>61</b>	<b>100</b>

İncelenen tezlerin yıllara göre dağılımına bakıldığında, 2019 yılının öne çıkan yıl olduğu görülmektedir (Tablo 3). 2019 yılında yapı malzemesi başlığı altında 8 adet yüksek lisans (%13,1), 1 adet doktora (%1,6) olmak üzere toplam 9 adet (%14,8) lisansüstü tez yayınlanmıştır. Ayrıca lisansüstü tezlerin türleri ve yayınlandığı yıllara göre dağılımı incelendiğinde, yapı malzemesi başlığı altında en fazla doktora tezi yayınlanma oranının da 2 adet doktora tezi ile 2014 ve 2021 yıllarına ait olduğu görülmektedir.

**Tablo 3.** Lisansüstü tezlerin yayınlandığı yıllara göre dağılımı

Yayınlandığı Yıl	Tez Türü					
	Yüksek Lisans		Doktora		Toplam	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%
2008	1	1,6	1	1,6	2	3,3
2009	2	3,3	-	-	2	3,3
2010	5	8,2	1	1,6	6	9,8
2011	4	6,6	1	1,6	5	8,2
2012	3	4,9	1	1,6	4	6,6
2013	1	1,6	1	1,6	2	3,3
2014	3	4,9	2	3,3	5	8,2
2015	2	3,3	-	-	2	3,3
2016	2	3,3	-	-	2	3,3
2017	1	1,6	-	-	1	1,6
2018	7	11,5	-	-	7	11,5
2019	8	13,1	1	1,6	9	14,8
2020	6	9,8	-	-	6	9,8
2021	3	4,9	2	3,3	5	8,2
2022	2	3,3	1	1,6	3	4,9
<b>Toplam</b>	<b>50</b>	<b>82,0</b>	<b>11</b>	<b>18,0</b>	<b>61</b>	<b>100</b>

Yapı malzemesi başlığı altında yapılmış olan lisansüstü tezlerin üniversitelere göre dağılımı incelendiğinde; konu ile ilgili en fazla lisansüstü tezin İstanbul Teknik Üniversitesi'nde hazırlandığı görülmektedir. İstanbul Teknik Üniversitesi'nde yayınlanmış olan tezler tüm tezlerin %16,4'ünü oluşturmaktadır. İkinci sırada ise %8,2'lik oran ile Gazi Üniversitesi yer almaktadır.

Lisansüstü tezlerin hazırlandığı üniversitelere göre dağılımı Tablo 4 'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Lisansüstü tezlerin hazırlandığı üniversitelere göre dağılımı

Hazırladığı Üniversite	Yüksek Lisans		Doktora		Toplam	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Afyon Kocatepe Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Aksaray Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Bahçeşehir Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Beykent Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Bursa Uludağ Üniversitesi	3	4,9	-	-	3	4,9

Çukurova Üniversitesi	2	3,3	1	1,6	3	4,9
Dicle Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Ege Üniversitesi	-	-	2	3,3	2	3,3
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Fırat Üniversitesi	-	-	2	3,3	2	3,3
Gazi Üniversitesi	3	4,9	2	3,3	5	8,2
Gebze Yüksek Teknoloji Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Hacettepe Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Hava Harp Okulu Komutanlığı	1	1,6	-	-	1	1,6
İstanbul Aydın Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
İstanbul Teknik Üniversitesi	8	13,1	2	3,3	10	16,4
İstanbul Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Kadir Has Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Kafkas Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Karadeniz Teknik Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Kırıkkale Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Konya Teknik Üniversitesi	1	1,6	1	1,6	2	3,3
KTO Karatay Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi	2	3,3	-	-	2	3,3
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	-	-	1	1,6	1	1,6
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	4	6,6	-	-	4	6,6
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	2	3,3	-	-	2	3,3
Sakarya Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Süleyman Demirel Üniversitesi	3	4,9	-	-	3	4,9
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Trakya Üniversitesi	1	1,6	-	-	1	1,6
Yıldız Teknik Üniversitesi	2	3,3	-	-	2	3,3
<b>Toplam</b>	<b>50</b>	<b>82,0</b>	<b>11</b>	<b>18,0</b>	<b>61</b>	<b>100</b>

İncelenen tezlerin yayınlandıkları enstitülere göre dağılımına bakıldığında; 44 adet (%72,1) yüksek lisans tezi 8 adet (%13,1) doktora tezi olmak üzere toplam 52 adet (%85,2) lisansüstü tezin üniversitelerin Fen Bilimleri Enstitüleri'nde yayınlandığı görülmektedir. Ayrıca Fen Bilimleri Enstitüsü dışında Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Sağlık Bilimleri Enstitüsü ve Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde de yapı malzemesi başlığı altında ele alınmış çalışmaların olması yapı malzemesinin sadece fen bilimleri ile sınırlı bir konu olmadığını diğer alanlarda da bu konu hakkında araştırmaların yapıldığını göstermektedir.

Lisansüstü tezlerin hazırlandıkları enstitülere göre dağılımı Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** Lisansüstü tezlerin hazırlandıkları enstitülere göre dağılımı

Enstitü	Yüksek Lisans		Tez Türü		Toplam	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Fen Bilimleri Enstitüsü	44	72,1	8	13,1	52	85,2
Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü	1	1,6	-	-	1	1,6
Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü	1	1,6	-	-	1	1,6
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü	3	4,9	2	3,3	5	8,2
Sağlık Bilimleri Enstitüsü	-	-	1	1,6	1	1,6
Sosyal Bilimler Enstitüsü	1	1,6	-	-	1	1,6
<b>Toplam</b>	<b>50</b>	<b>82,0</b>	<b>11</b>	<b>18,0</b>	<b>61</b>	<b>100</b>

Çalışma kapsamında incelenen tezlerin ana bilim dallarına göre dağılımlarına bakıldığında; 21 adet (%34,4) yüksek lisans, 4 adet (%6,6) doktora tezi olmak üzere toplam 25 adet (%41,0) tez çalışması ile birlikte hem yüksek lisans hem de doktora derecelerinde hazırlanan tez çalışmalarında Mimarlık Ana Bilim Dalı'nın öne çıktığı görülmektedir. Bunun yanında Mimarlık Ana Bilim Dalı dışında birçok farklı alanlarda da yapı malzemesi başlığı altında gerçekleştirilen çalışmaların bulunması yapı malzemesinin disiplinler arası bir konu olduğunu göstermektedir.

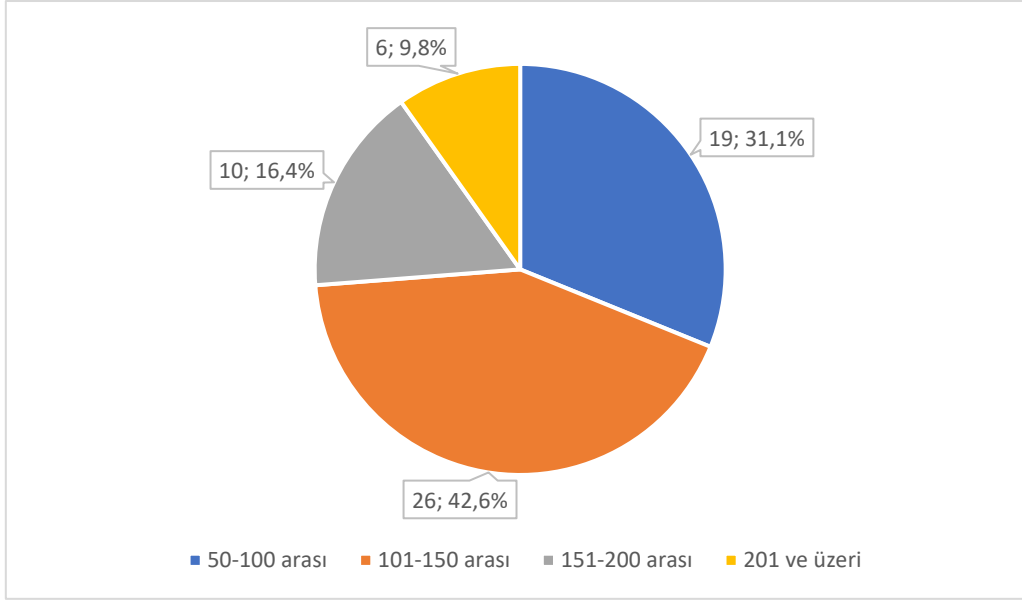
Lisansüstü tezlerin ana bilim dallarına göre dağılımı Tablo 6'da gösterilmiştir.

**Tablo 6.** Lisansüstü tezlerin ana bilim dallarına göre dağılımı

Tezin İlgili Ana Bilim Dalı	Yüksek Lisans		Doktora		Toplam	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Ağaç İşleri ve Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı	-	-	1	1,6	1	1,6
Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı	1	1,6	-	-	1	1,6
Biyoloji Ana Bilim Dalı	1	1,6	-	-	1	1,6
Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı	5	8,2	-	-	5	8,2
Diş Hekimliği Ana Bilim Dalı	-	-	1	1,6	1	1,6
İç Mimari Tasarım Ana Bilim Dalı	1	1,6	-	-	1	1,6
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı	3	4,9	1	1,6	4	6,6
İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı	1	1,6	-	-	1	1,6
Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı	7	11,5	-	-	7	11,5
Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Ana Bilim Dalı	1	1,6	-	-	1	1,6
Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı	2	3,3	-	-	2	3,3
Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı	-	-	1	1,6	1	1,6
Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı	2	3,3	2	3,3	4	6,6
Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Ana Bilim Dalı	2	3,3	-	-	2	3,3
Mimarlık Ana Bilim Dalı	21	34,4	4	6,6	25	41,0
Seramik Mühendisliği Ana Bilim Dalı	1	1,6	-	-	1	1,6
Uzay Bilimleri Ana Bilim Dalı	1	1,6	-	-	1	1,6
Yapı Eğitimi Ana Bilim Dalı	1	1,6	1	1,6	2	3,3
<b>Toplam</b>	<b>50</b>	<b>82,0</b>	<b>11</b>	<b>18,0</b>	<b>61</b>	<b>100</b>

Çalışmada incelenen tezlerin sayfa sayıları 4 farklı grupta ele alınmıştır. Bu kapsamda, yapı malzemesi başlığı altında gerçekleştirilmiş olan tezlerin büyük çoğunluğunun (%42,6) 101-150 sayfa aralığında olduğu gözlemlenmiştir. 19 adet tezin (%31,1) 50-100 sayfa arası, 10 adet tezin (%16,4) 151-200 sayfa arası ve 6 adet tezin (%9,8) ise 201 ve üzeri sayfa aralığında olduğu tespit edilmiştir.

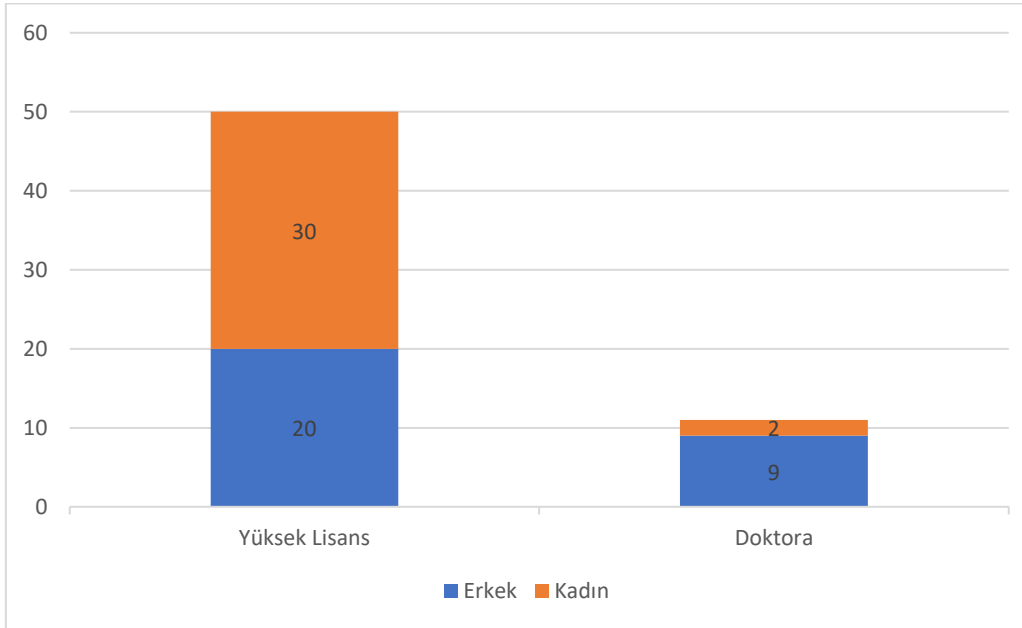
Lisansüstü tezlerin sayfa sayılarına göre dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir.



**Şekil 1.** Lisansüstü tezlerin sayfa sayılarına göre dağılımı

Çalışma kapsamında ele alınan tezlerin yazarlarının cinsiyet dağılımı incelendiğinde; 50 adet yüksek lisans tezinin 30'unun yazarının kadın, 20'sinin yazarının ise erkek olduğu görülmektedir. Doktora tezlerinde ise 11 adet tez çalışmasının 9'unun yazarının erkek, 2'sinin yazarının kadın olduğu tespit edilmiştir.

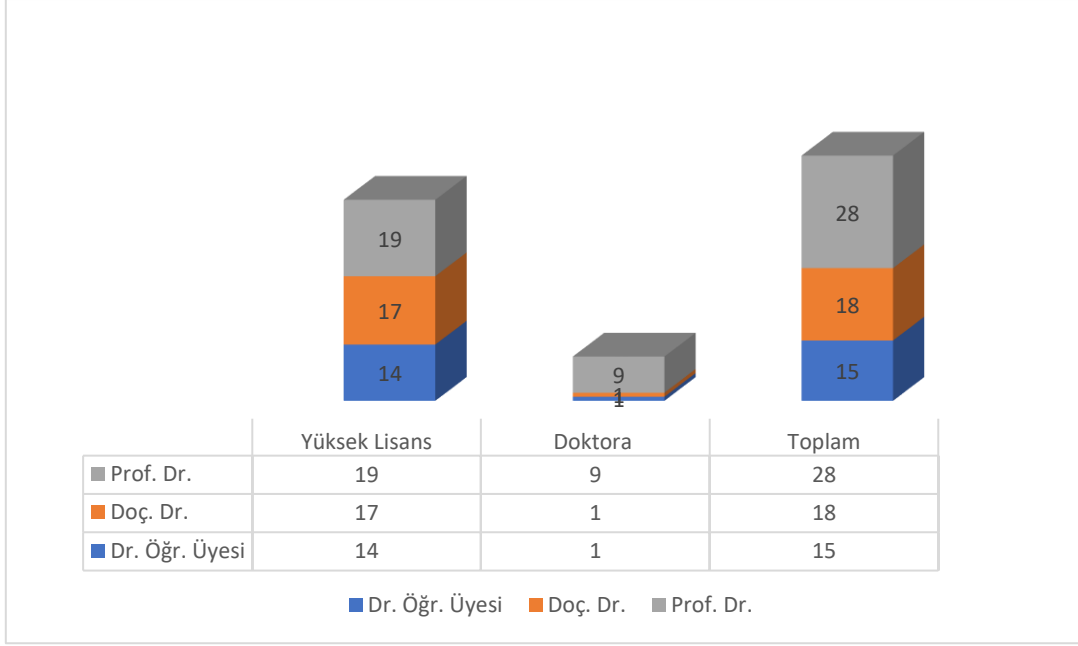
Lisansüstü tez yazarlarının cinsiyet dağılımları Şekil 2'de gösterilmiştir.



**Şekil 2.** Lisansüstü tez yazarlarının cinsiyet dağılımları

Ocak 2008- Haziran 2022 tarihleri arasında yapı malzemesi başlığı altında yayınlanan yüksek lisans tezlerinin danışman unvan dağılımına bakıldığında; tez danışmanlarının 19 adetinin Prof. Dr., 17 adetinin Doç. Dr. ve 14 adetinin ise Dr. Öğr. Üyesi unvanına sahip olduğu görülmektedir. Doktora tezlerindeki danışman unvanlarında ise 9 adet tezin danışmanlığı Prof. Dr. unvanına sahip öğretim üyesi tarafından yapılmıştır.

Lisansüstü tezlerin danışman unvanlarına göre dağılımı Şekil 3'te verilmiştir.



**Şekil 3.** Lisansüstü tezlerin danışman unvanlarına göre dağılımı

Yapı malzemesi başlığı altında yapılan lisansüstü tezlerin konu dağılımlarına göre kelime bulutu oluşturulmuştur. Oluşturulan kelime bulutu incelendiğinde; 61 adet tez çalışmasının konu dağılımının büyük çoğunluğunda mimarlık kelimesinin ön planda olduğu görülmektedir. Mimarlık kelimesinden sonra ise özellikle inşaat mühendisliği ve çevre mühendisliği kelimelerinin önemli yere sahip olduğu görülmektedir.

Lisansüstü tezlerin konu dağılımlarına göre oluşturulmuş kelime bulutu Şekil 4'te gösterilmiştir.



**Şekil 4.** Lisansüstü tezlerin konularına göre dağılımı

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada, Yüksek Öğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezi veri tabanı üzerinden elde edilen ve tez adında yapı malzemesi ibaresi bulunan lisansüstü tezler incelemeye alınmıştır. Yayınlanmış olan lisansüstü tezler; 'tez türü', 'tezlerin dili', 'yayınlandığı yıl', 'yayınlandıkları üniversiteler', 'yayınlandıkları enstitüler', 'sayfa sayıları' 'tez yazarlarının cinsiyetleri', 'danışman unvanları' ve 'konu dağılımları' gibi çeşitli veriler kullanılarak bibliyometrik analiz yöntemiyle analiz edilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar şu şekilde sıralanabilir;

- Yapı malzemesi başlığı altında yapılmış olan lisansüstü tezlerin büyük çoğunluğunun yüksek lisans tezi olduğu ve bu konuda yapılmış olan doktora tezlerinin ise sınırlı kaldığı tespit edilmiştir.
- Yayınlanan tezlerin yayın dilleri incelendiğinde Türkçe olarak yazılmış tez sayısında belirgin fark vardır.
- Çalışmada, Ocak 2008 – Haziran 2022 tarihleri arasında yapı malzemesi başlığı altında yayınlanmış olan tezler ele alınmıştır. Bu dönem içerisinde en fazla çalışmanın 2019 yılında yapıldığı görülmüştür. 2019 yılından sonra yapılan çalışma sayıları belirli seviyenin üzerinde olduğu göze çarpmaktadır. Bu durumun yapı malzemesi alanına verilen önemin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Tez çalışmalarının üniversitelere göre dağılımı incelendiğinde; yapı malzemesi başlığı altında gerçekleştirilmiş olan lisansüstü tez çalışmalarında İstanbul Teknik Üniversitesi'nin ön planda olduğunu söylemek mümkündür.
- İncelenen tezlerin büyük bir kısmının üniversitelerin Fen Bilimleri Enstitüleri'nde gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Bunun yanında Fen Bilimleri Enstitüsü'nden farklı enstitüler kapsamında da yapı malzemesi başlığı altında gerçekleştirilen tez çalışmalarının olduğu gözlemlenmiştir.
- Yapı malzemesi başlığı altında hazırlanan lisansüstü tezlerin ana bilim dallarına göre dağılımı incelendiğinde; lisansüstü tezlerin büyük çoğunluğunun Mimarlık Ana Bilim Dalı'nda yapıldığı görülmektedir. Ayrıca yapı malzemesi konusunun birçok ana bilim dalı kapsamında araştırılmış olması bu konunun sadece yapı sektörü ile sınırlı bir konu olmadığını göstermektedir.
- Lisansüstü tezler sayfa sayıları bakımından sınıflandırıldığında, tezlerin büyük çoğunluğunun 101-150 sayfa sayısı aralığında olduğu görülmektedir.
- Lisansüstü tezlerin yazarlarının cinsiyet dağılımları incelendiğinde, yüksek lisans düzeyinde gerçekleştirilen çalışmalarda kadın yazarların sayısı fazla iken, doktora düzeyinde gerçekleştirilen çalışmalarda erkek yazar sayısının öne çıktığı gözlemlenmiştir.
- Lisansüstü tezlerin danışman unvan dağılımı incelendiğinde, özellikle doktora düzeyinde yürütülmüş olan çalışmaların çoğunluğunun danışmanlık sürecinin Prof. Dr. unvanına sahip öğretim üyeleri tarafından yürütüldüğü tespit edilmiştir.
- Çalışma kapsamında ele alınan lisansüstü tezlerin konu dağılımları incelendiğinde çalışmaların genelinin mimarlık bağlamında gerçekleştirildiği, mimarlık konusundan sonra inşaat mühendisliği ve çevre mühendisliği başta olmak üzere diğer konularda da çalışmaların yapıldığı görülmektedir.

Son olarak, güncel literatürün takip edilebilmesi ve literatürde yer alan çalışmalardaki gelişmelerden bilgi edinilebilmesi bakımından bibliyometrik analiz yöntemi ile gerçekleştirilecek çalışmaların farklı disiplinlerde de devamlılığının sağlanması önerilmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

- [1] Savrun, B. ve Mutlu, H.M., (2019). Kent Lojistiği Üzerine Bibliyometrik Analiz. Kent Akademisi, 12(2), 364-386.
- [2] Çelebi, B. & Çiftsüren, D. & Dilek, S. E. (2020). Türkiye’de “Kültürel Miras” Konusunda Yapılan Tezlerin Bibliyometrik Analizi. Journal of Current Debates in Social Sciences, 3 (1), 10-19.
- [3] Broadus, R. (1987). Toward A Definition Of “Bibliometrics.” Scientometrics, 12(5-6), 373-379.
- [4] Grant J., Cottrel,R. Cluzeau, F., & Fawcett, G. (2000). Evaluating “Payback” On Biomedical Research from Papers Cited in Clinical Guidelines: Applied Bibliometric Study. BMJ 2000; 320:1107.
- [5] Norton, M. J. (2001). Introductory Concepts in Information Science. Medford, NJ: Information Today, Inc.
- [6] İnceoğlu, Ç. (2014). Türkiye’de Sinemayı Konu Alan Doktora Tezleri Üzerine Bibliyometrik Bir Çözümleme, Galatasaray Üniversitesi İletişim Dergisi, 21, 31-50.
- [7] Baker, H.K., Kumar, S. ve Pattnaik, D. (2020), Twenty-Five Years Of The Journal Of Corporate Finance: A Scientometric Analysis. Journal of Corporate Finance, 66, 101572
- [8] Özkaraca, N. & Halaç, H. H. (2022). Tarihi Çevrede Sürdürülebilirlik Konulu Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi. Kent Akademisi Dergisi, 15(1):203-222.
- [9] Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Marchlim, W. (2021). How To Conduct a Bibliometric Analysis: An Overview And Guidelines. Journal of Business Research, 133, 285-296.
- [10] Verma, S., & Gustafsson, A. (2020). Investigating The Emerging COVID-19 Research Trends In The Field Of Business And Management: A Bibliometric Analysis Approach. Journal of Business Research, 118, 253-261.
- [11] Karadağ, E. (2009). Eğitim Bilimleri Alanında Yapılmış Doktora Tezlerinin Tematik Açından İncelemesi, Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 10(3), 75-87.
- [12] Beşel, F. (2017). Türkiye’de Maliye Alanında Yapılmış Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi (2003-2017). International Journal of Public Finance, 2(1), 27-62.
- [13] Çıkrık, R., Yılmaz, İ & Toprak, L. S. (2019). Türkiye’de Turizmin Etkileri Konusunda Yerel Halkın Bakış Açısını Konu Alan Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Profili. Journal of Hospitality and Tourism Issues, 1(1), 17-29



## TARİHİ SÜREÇ İÇİNDE ANKARA KENTİNİN DEĞİŞEN ROLLERİ: ULUS MEYDANI VE KIZILAY MEYDANI

Demet YILMAZ YILDIRIM\*<sup>1</sup>, Sema TOPALOĞLU <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Trabzon  
yilmazdemett@ktu.edu.tr, sematopaloglu25@gmail.com

**ÖZET:** Tarihsel süreç içerisinde etkili olan fiziksel, toplumsal, kültürel, ekonomik, politik ve idari faktörler kentlerin kimliklerini oluşturmaktadır. Kenti şekillendiren ve sınıflandıran bu etmenlerin etkisiyle kentler değişerek yeni yüzler kazanmaktadır. Hızı ve etkisi değişen bu süreç, kent kimliğine de etki etmektedir. Ankara bu kentlerden biri olarak başkent olmasıyla bir değişim süreci yaşamıştır. Başkent statüsüyle bürokrasi kente yerleşmiş, kentleşme sürecini hızlandırmıştır. Bu bağlamda çalışmada tarih boyunca pek çok uygarlığa ev sahipliği yapmış Ankara'nın farklı medeniyetlerin oluşturduğu değişen rolleri ortaya konmuştur. Ayrıca kentin başkent olmasıyla alınan planlama kararları, bu kararların oluşturduğu mekânsal ve yapısal değişimler incelenmiştir. Çalışma alanı olarak ise Ankara'nın önemli kamusal mekânlarından olan kentin başkent statüsüyle öncelikli değişim yaşayan Ulus Meydanı, Kızılay Meydanı ve bu iki meydan arasında omurga oluşturan Atatürk Bulvarı ele alınmıştır. Çalışmada bir taraftan değişen veya öne çıkan roller oraya konurken diğer taraftan bu alanlardaki özellikle kamuya hizmet etmiş etkili yapıların mevcut olup/olmama, yeniden işlevlendirme gibi durumları tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ankara, Ulus Meydanı, Kızılay Meydanı, Kent Kimliği, İdari Yapı.

## CHANGING ROLES OF ANKARA CITY IN THE HISTORICAL PROCESS: ULUS SQUARE AND KIZILAY SQUARE

**ABSTRACT:** In the historical process the physical, social, cultural, economic, political and administrative factors that have been effective constitute the identities of the cities. Cities are changing and having new faces under the influence of these factors that form and classify the city. This process, whose speed and effect changes, also affects the identity of the city. As one of these cities, Ankara has gone through a period of change as it became the capital. With its capital status, the bureaucracy settled in the city and accelerated the urbanization process. In this context, the changing roles of Ankara, which has hosted many civilizations throughout history, created by different civilizations have been revealed in this study. In addition, the planning decisions taken after the city became the capital and the spatial and structural changes created by these decisions were examined. As the study area, Ulus Square, Kızılay Square, Atatürk Boulevard, which forms the backbone between these two squares, that are one of the important public spaces of Ankara, which has undergone a priority change with the capital status of the city. In the study, on the one hand, changing or prominent roles are put, on the other hand, such as the existence/non-existence, re-functioning position of effective buildings, that have served the public in these areas, are discussed.

**Keywords:** Ankara, Ulus Square, Kızılay Square, Urban Identity, Administrative Building.



## 1.GİRİŞ

Uygarlık kelimesiyle özdeşleştirilen kent, “tarım dışı faaliyetlerin, tarımsal veya tarımsal olmayan ürünlerin dağıtımının yapıldığı, teknolojik gelişmişlik düzeyine göre büyüklük, heterojenlik ve bütünleşme düzeylerine ulaşmış yerleşme birimleri” olarak tanımlanmaktadır (Kıray, 2007). Kent, fiziki bir mekân olmanın ötesinde ticari, askeri, endüstriyel, idari, sosyal, kültürel, turistik, eğitimsel, ulaşım ve sağlıkla ilgili fonksiyonların derlendiği bir bölge ile bu işlevleri kullanan kişilerin yer aldığı alandan oluşan sistemler bütünüdür (Url-1).

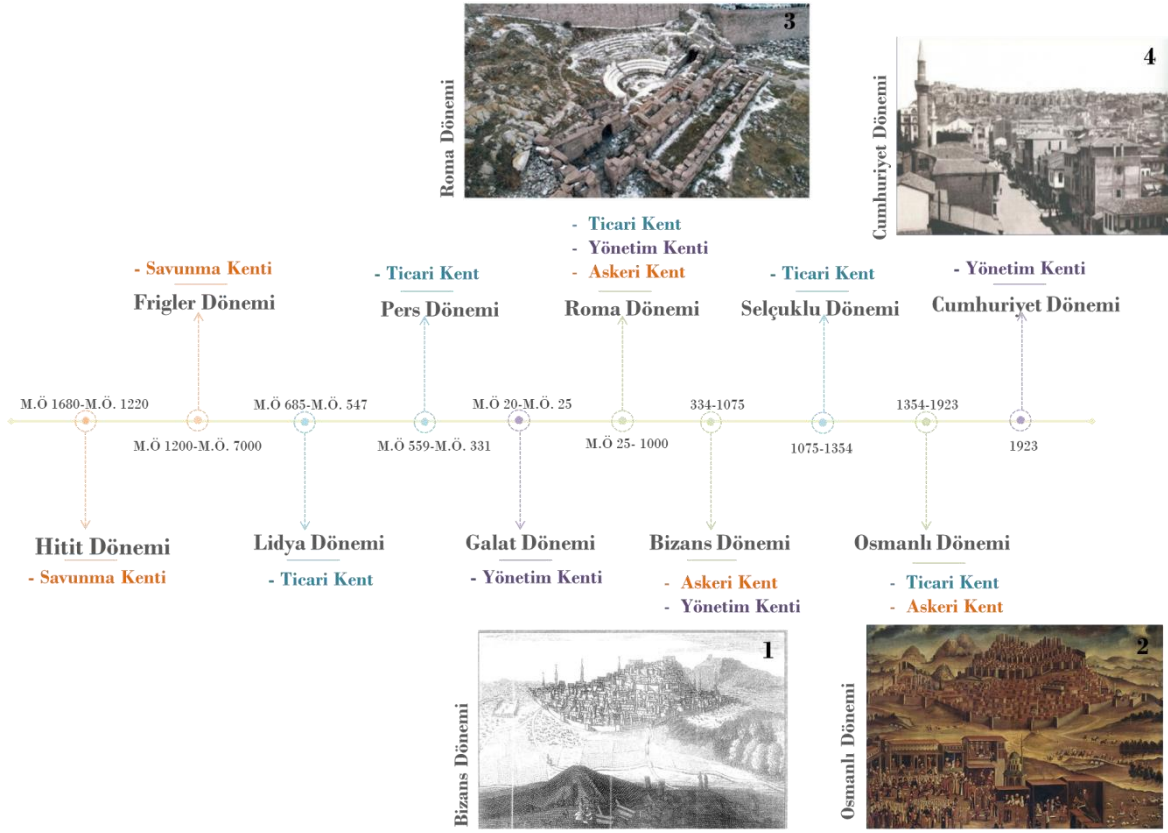
Kentlerde etkili değişimler oluşturan kentleşme süreci Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkede genellikle kırdan kente yapılan iç göçle gerçekleşmiştir. 1950’den itibaren ivme kazanan sanayileşmeyle birlikte kentleşme süreci daha da hızlanmış kentler yeni yüzler kazanmaya başlamıştır (Işık, 2005). Kentlerdeki bu etkili değişimi oluşturan sebeplerin yanında bir diğer etken de kentlerin yeni rolleri ve bu rollerin getirdikleri mimari, kentsel ve planlama ölçeklerindeki yeni ihtiyaçları olmaktadır. Yapılan düzenlemelerle birlikte kent değişmekte ve yeni bir karakter kazanmaktadır. Bu kentlerden biri de Ankara’dır. Ankara başkent yapılmasıyla birlikte yeni bir kimlik kazanmış, yeni rolün gücünü temsil edecek kent planları hazırlanmış, farklı kentsel mekân düzenlemeleri ve bu rolün ihtiyaçlarına hizmet edecek yapılar inşa edilmiştir.

Çalışmada öncelikli olarak Ankara’ya ev sahipliği yapmış medeniyetler ortaya konmuş ve bu süreçte kentin kullanım amacına bağlı olarak üstlendiği roller belirlenmiştir. Son olarak Ankara’nın başkent olmasıyla kazandığı idari kimlik rolünün yansımalarının yoğun şekilde yaşandığı Ulus’tan başlayıp, Atatürk Bulvarı üzerinden Kızılay’ı da içine alan bölümü 1923-2020 yıllarını kapsayacak şekilde değişen roller, kamusal alanlar ve binalar üçgeninde incelenmiştir. Çalışma bir taraftan kentin zaman içerisinde sahip olduğu rollerin kente yansıma biçimlerini ve bu sürecin kent kimliği açısından taşıdığı önemi ortaya koymaktadır. Diğer taraftan ise kenti şu ana değil zamana bağlı anlamları özgün mekânsal kazanımları üzerinden değerlendirmiştir.

## 2. ANKARA’NIN DÖNEMLERE GÖRE DEĞİŞEN ROLLERİ VE PLANLAMA SÜREÇLERİ

Ankara İç Anadolu bölgesinin kuzeybatısında, Hatip Çayı’nın kenarında savunmaya uygun kayalık bir tepenin eteklerinde kale şehri olarak kurulmuştur. Kuruluş tarihi kesin olmayan Ankara kentinin, çevresinde yapılan kazılarda rastlanan prehistorik izler, bu yörede kalkolitik çağdan beri bir yerleşimin olduğunu göstermiştir (Gürsoy, 1959). Kentin tarihi, Ankara kalesinin yapıldığı düşünülen Hitit dönemi ile başlamıştır. Ankara, Hititlerden sonra, Friglerin egemenliğine girmiştir. Bu dönemde kente savunma amacıyla eski kalenin yerine yeni bir kale inşa edilmiştir. Kent, Libyalılar ve Perslerin egemenliğinde olduğu dönemde Kral Yolu üzerinde yer alması nedeniyle ticari bir kimlik kazanmıştır. Akçura (1971) kentin M.Ö. 25 yılına kadar Galatların kollarından biri olan Tektosaglara da başkentlik yaptığını belirtmiştir. Galatlar’dan sonra Roma döneminde kent büyüyerek genişlemiş savunma amaçlı kurulan kale kaldırılmıştır. VIII. yüzyılda Bizans’ın bukellarion adlı askerî ve idarî birimi yani “thema” diye adlandırılan yönetim merkezi olmuştur. Bu amaçla kent dışı sur ile çevrelenip kentin iç sur duvarları yükseltiştir. Bizans’tan sonra Selçuklulara bağlı bir beylik olan Danişmentlerin egemenliğine girmiş olan kentin kale içindeki yapısı genişleyerek büyümüştür. Ankara Selçuklulardan sonra kısa bir süre İlhanlı ve Karamanoğlu yönetiminde bulunmuş, 1362 yılından itibaren Osmanlı devleti egemenliğine girmiştir. XV. yy sonuna kadar Anadolu eyaletinin paşa sancağı merkezliğini yapmıştır. Ankara’nın tarih içerisinde en büyük değişimi

Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulması ve başkent olarak ilan edilmesiyle yaşanmıştır. Bu dönemde idari kimlik kazanan kentin sosyal, siyasal, ekonomik, kültürel ve sosyo-mekânsal yapısında önemli dönüşümler yaşanmıştır (Eravcı, 2020; Uçaryiğit, 2017) (Şekil 1).



Şekil 1. Ankara Kent Tarihinde Yer Alan Medeniyetler ve Roller (Akçalı ve diğerleri, 2014), (Url-2), (Url-3)

Kentin başkent ilan edilmesiyle birlikte ülke genelinde daha önce hiçbir kent için hazırlanmamış imar planı başkent Ankara için hazırlanmıştır. Cumhuriyet ideolojisini yansıtan kentsel düzenlemeler plancılar, kentsel tasarımcılar ve mimarlar tarafından yapılmıştır (Tekeli, 2008). Kent bir ideoloji üzerine yeniden kurgulanmaya ve biçimlenmeye başlamıştır.

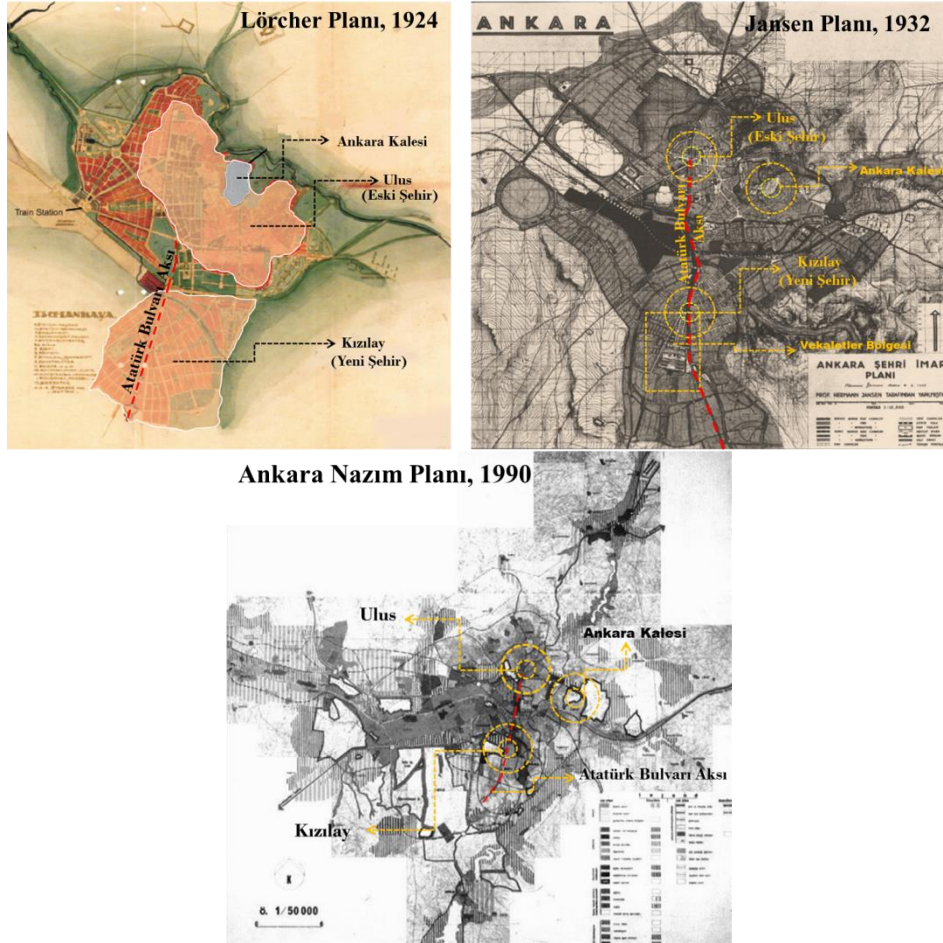
Ankara'da ilk planlama Carl Christoph Lörcher tarafından iki aşamalı olarak 1924'te önerilmiştir. Bu planların ilk aşamasında eski kenti düzenleme amacıyla boş alanların değerlendirilmesi yapılmıştır. İkinci aşamada ise kale ve çevresini içine alan eski kentin güneyinde bugünkü Kızılay ve çevresinde biçimlenen "Yeni Bir Şehir" önerilmiştir. Yeni şehir için oluşturulan Çankaya bölgesinde yönetim kompleksi oluşturularak yeni devlet bürokrasisinin ihtiyaç duyduğu kamu binaları önerilmiştir. Bu plan Ulus (eski şehir) ile Kızılay'ı (yeni şehir) birbirine bağlayan Atatürk Bulvarı'nı da içine almaktadır (Günay, 2006). Lörcher Planı (1924-1932) çerçevesinde alınan bu kararlar kentin güney yönünde gelişmesine neden olmuştur.

Lörcher planından sonra 1932'de yeni bir plana ihtiyaç duyulmuş bir yarışma düzenlenmiştir. Bu yarışmada Jansen'in planı seçilmiştir. Jansen Planı'na (1932-1957) göre Ankara Kalesi kentin simgesi ve merkezi olarak değerlendirilmiştir. Atatürk Bulvarı ise kentin eski ve yeni şehirleri arasında bağlantı kuran kuzey-güney yönelimli bir omurga olarak tasarlanmıştır. Atatürk Bulvarı üzerinde Güvenpark'tan başlayan ve Meclis'e kadar uzanan alan, üniversitelerin, bilim ve kültür kuruluşlarının, kamu yapılarının, yabancı elçiliklerin ve

diplomatik temsilciliklerin bulunacağı bir yer olarak planlanmıştır (Anonim, 1991). Jansen Planı'nda "Bakanlık Omurgası" veya "Hükümet Kartiyesi" olarak tasarlanan bu alana dair önerilere yer verilmiş, kent makro formunun oluşmasında, ileride kuvvetli bir girdi oluşturacak olan kuzey-güney aksı tasarlanmıştır (Çamur, 2000).

1957-1970 yılları arasında ise ulusal bir yarışmanın kazanılması ile Nihat Yücel-Raşit Uybadın Planı uygulanmıştır. Yücel-Uybadın Planı'nda daha önce 1-2 katlı bahçeli evler olarak öngörülen düzen 4 kattan başlayarak 10 kata kadar çıkan yapılaşmalara dönüştürülmüştür. Bu kat artışı Atatürk Bulvarı üzerinde blokların oluşmasına, bulvarın fiziksel yapısının değişmesine neden olmuştur (Boz ve Kubat, 2017).

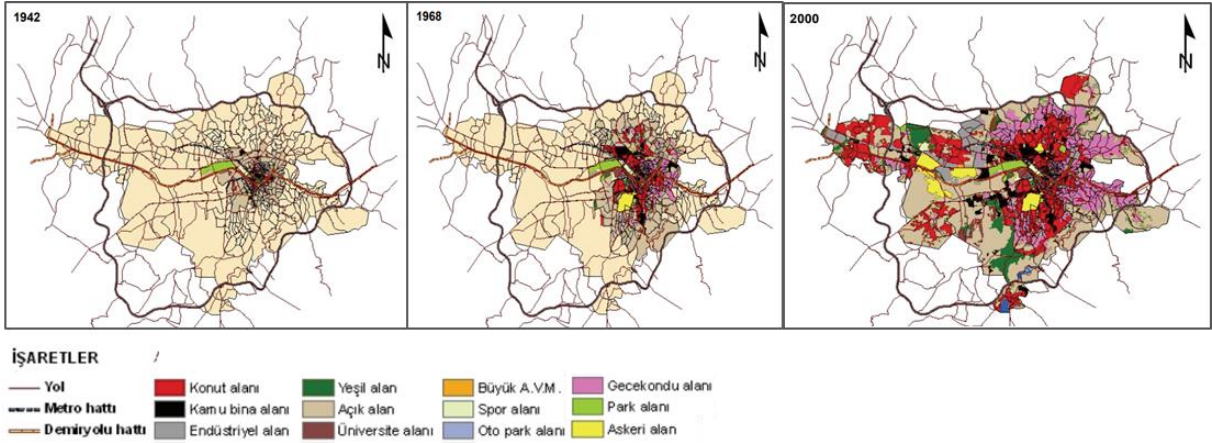
1982'de yeni bir planlama ile Ankara İmar Planı önerilmiştir. Bu planla birlikte günümüzdeki Ankara'nın makro formunu da belirleyen Eskişehir yolu üzerindeki batı koridoru planlanmıştır (Söylemez ve diğerleri, 2018). 1980'lerden sonra kent kuzey, güney ve doğu akslarında topografik sınırlara kadar ulaşmış ve bu alanın sınırları gecekondularla çevrelenmiştir (Günay, 2006). Merkezi saran gecekondular mahalleleri ile sıkışan kent, bu sıkışık alandan çıkarak topografyanın da uygun olduğu batı aksına doğru gelişim göstermiştir. Böylece Ankara'nın kentleşmesi yeni bir aksa kaymış; Ümitköy, Batıkent, Konutkent, Eryaman gibi uydu kentler ortaya çıkmıştır (Şenyapılı, 2006) (Şekil 2).



Şekil 2. 1924 Lörcher Planı, 1932 Jansen Planı (Erdoğan, 2008), 1990 Ankara Nazım Planı (Söylemez, 2018) ve Atatürk Bulvarı Aksı

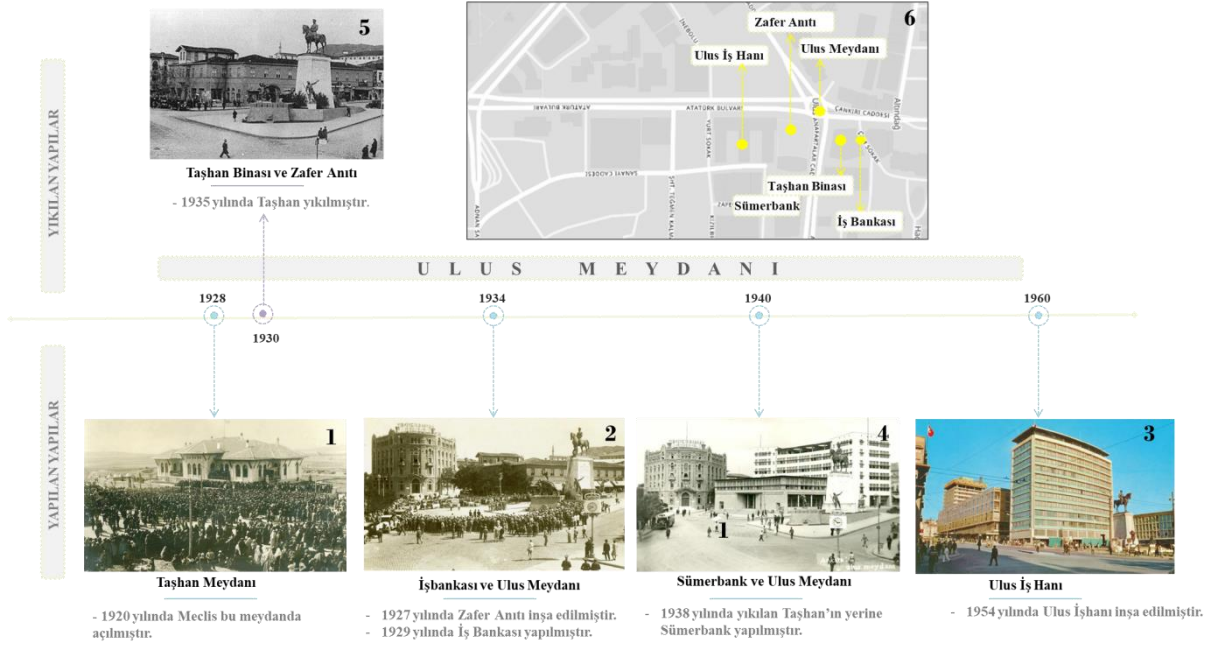
### 3. DEĞİŞEN ROLLERİN ULUS MEYDANI VE KIZILAY MEYDANI ÜZERİNDEN OKUNMASI

Doxiadis (1965) başkentlerin, beklentilerin ve taleplerin yansıdığı bir ayna olduğunu ve bu aynanın kenti yansıttığı için kentin fiziki görünüşünün önemli olduğunu belirtmiştir. Bir kasaba niteliğinde olan Ankara’da da kentin başkent olma durumu, farklı ihtiyaçların talep edilmesine ve kentin fiziksel yapısında değişimlere neden olmuştur. İdari bir statü kazanan kentte nüfus artmış, mevcut organik eski kent dokusuna kamusal ve idari birimler eklenmiş ve kent farklı yönlerde büyümüştür. Bu bağlamda Ankara’nın başkent olmasıyla kentsel ölçekte geçirdiği en büyük değişim kamu bina alanları üzerinde olmuştur. 1930’lu yıllarda kent ölçeğinde üniversite alanları 45 hektar, mezarlıklar 24 hektar, askeri alanlar 20 hektar alanı kaplarken kentin güney aksında yoğunluk gösteren kamu binaları 370 hektar alan kaplamaktadır. Bu süreçte Ankara’da arazi kullanımı açısından kamu bina alanları ikinci en büyük büyüme gösteren sınıf olmuştur (Aydın ve Özgür, 2009) (Şekil 3).



Şekil 3. Ankara'nın 1942, 1968, 2000 Yıllarındaki Arazi Kullanımı Değişimi (Aydın, 2011)

Kentin başkent olmasıyla dinamik değişimin yaşandığı ve en net okunduğu yerlerden biri de Ulus Meydanı, Kızılay Meydanı ve bu iki meydan arasındaki Atatürk Bulvarıdır. Ulus, Cumhuriyet öncesinde Taşhan Meydanı'na içine alan geleneksel bir merkez görünümündeyken 1920 yılında Meclis'in bu meydana açılmasıyla Taşhan Meydanı Millî Mücadele Merkezi olarak yeni bir anlam kazanmıştır (Bayraktar, 2013). 1923-1930 yılları arasında yönetimin ihtiyaç duyduğu yapıların yapıldığı kentin bürokratik ve politik merkezi olmuştur (Saner, 2007). 1929 yılında inşa edilen İş Bankası Binası ise, meydanın kurumsal yapısını güçlendirmiştir. 1930-1950 yılları arasında Ulus kültürel, finansal ve ticari merkez olarak da özelleşmiştir. 1935 yılında Taşhan yıkılıp yerine Sümerbank Binası yapılmıştır. Meydanda özellikle bu yıllarda banka binalarının yapılması ve bulvarın meydanla olan bağlantısında bankaların genel müdürlüklerinin inşa edilmesiyle Ulus finansal bir rol de üstlenmiştir. Ayrıca Balık Pazarı ve Belediye Dükkanlar Sitesi gibi yapılar Ulus'a ticari, meydanla ilişkili açılan sinemalar ve şehir bahçesi ise Ulus'a kültürel bir merkez özelliği kazandırmıştır. 1950-1980 yılları arasında Ulus'un finansal merkez özelliği sürmesine karşın bürokratik ve politik merkez özelliği azalmış, kültürel merkez özelliği yitirilmiştir, ticari merkez olarak ise önemi artmıştır. Bu yıllarda özel sektörün önem kazanmasıyla işhanları ve küçük ölçekli alışveriş merkezleri yapılmıştır. Ulus'un bu yeni yüzü 1947 yılında yanan Erkek Öğretmen Okul Binası'nın yerine 1954 yılında Ulus İşhanı binasının inşa edilmesiyle güçlenmiştir. 1980 sonrası özellikle Kavaklıdere'nin merkez özelliği kazanmasıyla birlikte Ulus'un bürokratik ve politik merkez özelliği sembolik düzeye inmiştir. Özel bankaların güçlenmesi ve merkez dışında yer seçmeleri nedeniyle Ulus finansal merkez özelliğini de kaybetmiştir. Sümerbank kurumunun özgün işlevinin değişmesi, İş Bankası Binası'nın taşınması Ulus Meydanı'nda önemli değişimler yaratmıştır (Bayraktar, 2013) (Şekil 4).

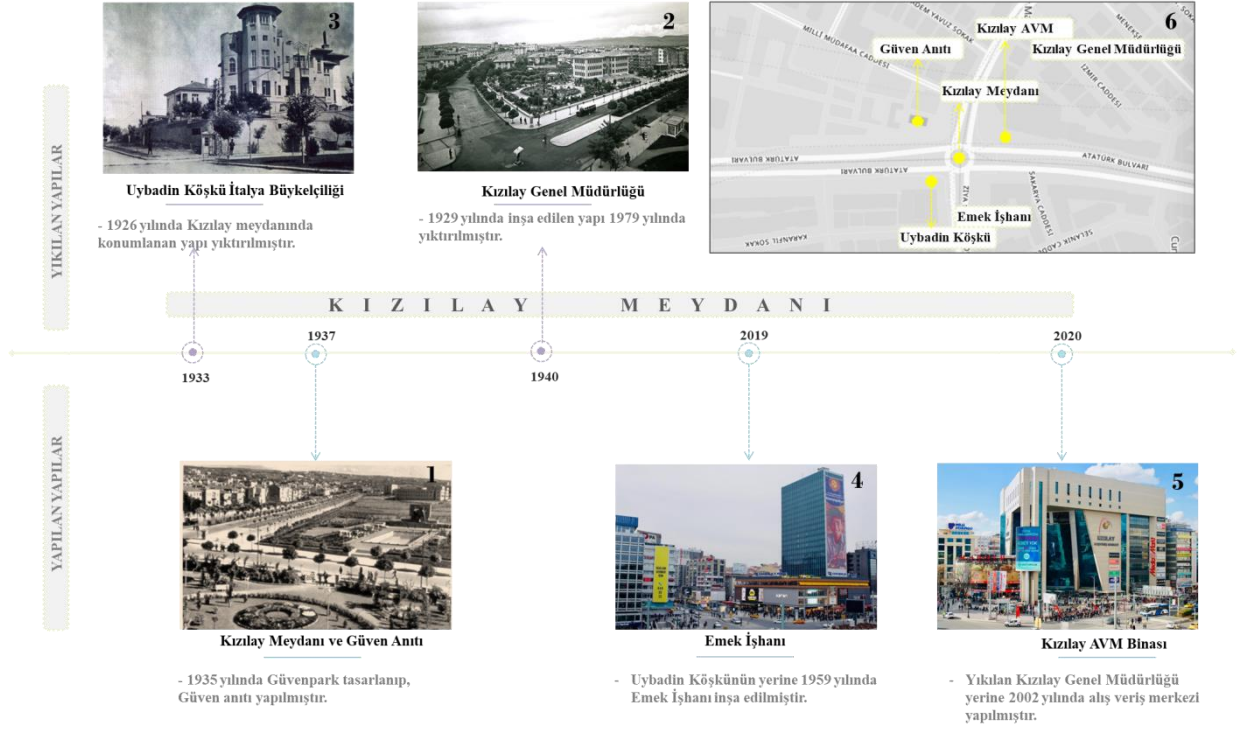


**Şekil 4.** Uzun Meydanı'nın (1928-1960 yılları arasındaki) Değişimi (Bayraktar,2013), (Öncü, 2017), (Url-4), (Url-5)

1923-1930 yılları arasında Lörcher planında önerilen Kızılay henüz bir merkez niteliği taşımamaktadır. Bu dönemdeki en önemli kamusal mekânlardan biri park olarak düzenlenmiş olan Havuzbaşı, diğeri ise meydana yapılan, meydanın ve yakın çevresinin de adını değiştiren Kızılay Genel Merkezi binasıdır. Cumhuriyetin kurumsal ve mekânsal üretiminin yoğun olarak yaşandığı 1930-1950 yılları arasında özellikle bakanlık binalarının inşa edilmesi, hükümet kartiyesinin burada yer alması ile Kızılay, bürokratik ve politik merkez olarak önem kazanmaya başlamıştır. (Bayraktar, 2013)

Kızılay Meydanı, protokol alanları olarak adlandırılan Vekâletler Bölgesi ve Güvenpark ile resmî bir kullanım kazanmıştır. Üçgen bir merkez içinde yer alan hükümet yapılarının konumlandığı idari bölgeyi Atatürk Bulvarı ve Milli Müdafaa Caddesi sınırlandırmıştır. İdari işlevlerin yer aldığı bu yapılar bir arada ve 5 katı geçmeyen yükseklikleri ile Ankara mevcut silüetine uyumlu bir şekilde tasarlanırken bu eğimli bölgenin en yüksek noktasına Türkiye Büyük Millet Meclisi yerleştirilmiştir (Turhanoğlu, 2010). Bölgenin Kızılay Meydanı'na açılan kuzey kısmında ise kamu yapıları ile konut dokusu arasında bir geçiş koridoru oluşturmak için Güven Park tasarlanmış, parka Cumhuriyet'in kimliğini simgeleyen Güven Anıtı yerleştirilmiştir. Böylece bu kimlik sadece yapılarla temsil edilmekle kalmayıp kentsel mekânla da özgülleştirilmiştir (Altaban, 1987). Ayrıca Kızılay, yapılan sinemalar ve kitap evleriyle birlikte bir kültürel merkez, banka şubelerinin açılmasıyla da finansal bir merkez özelliği taşımaya başlamıştır. 1952'de zemin kat ve bodrum kata pasajlar açılarak Kızılay ticari bir kimlik de kazanmıştır (Batuman, 2002). Ayrıca bulvarda yapılan yol genişleme çalışmaları 1968 yılında onaylanan Nazım Planı ile bulvardaki kat yüksekliklerinin 7-8 kata çıkarılması, bulvardaki özellikle kafelerin ve pastanelerin farklı işlevlerdeki ticarete dönüşmesi ve konut kullanımının yerini büro kullanımının alması alanın gerek fiziksel gerekse sosyal anlamda kimliğini değiştirmiştir (Vardar, 1989; Bilsel ve diğeri, 1997). 1980-2013 yılları arasında Kızılay'ın bürokratik ve politik özelliği zayıflamış, kültürel değerini kaybetmiş, finansal ve ticari açıdan ise önemini korumuştur.

Tüm bu yaşananlar yapım, yıkım, dönüşüm gibi bina ölçeğinde farklı değişimlere de neden olmuştur. Kızılay Meydanı üzerinde Atatürk Bulvarı'nın köşesinde konumlanan Mehmet Cemil Uybadın'a ait İtalya Sefareti olarak hizmet veren köşk yıkılarak 1959 yılında Türkiye'nin ilk gökdeleni olan Emek İşhanı inşa edilmiştir. Yine 1929 yılında meydana adını veren mimar Robert Örlü'nün tasarladığı Kızılay Genel Merkezi binası 1979 yılında yıktırılarak, Nesrin-Affan Yatman tarafından tasarlanan Kızılay Alışveriş Merkezi olarak hizmet vermeye başlamıştır (Ayna 2020) (Şekil 5).



Şekil 5. Kızılay Meydanı'nın (1928-1960 yılları arasındaki) Değişimi (Bayraktar, 2013), (Ayna, 2020), (Url-5)

1940'lı yıllarda kent bütününde kamu binalarının yapımı azalmıştır. Bu dönemde Anıtkabir için Rasattepe kamulaştırılıp Çankaya yönünde elçilikler yapılmıştır. 1950'lerde bakanlıklara bağlı bazı kuruluşlar ortaya çıkmış ve bu kuruluşlar Eskişehir Yolu üzerinde bakanlıkların güneybatısına yerleşmiştir. 1960'larda ise, idari kuruluşlar kent merkezinde kiralık yapılara dağılmışlardır (Batuman, 2002). İdari bölgenin ilk yerleşmelerinde yaratılan merkeziyet vurgusu kaybedilip bu birimler yeni gelişme bölgelerinin olduğu batı koridoruna doğru yayılım göstermiştir. Bakanlık yapılarının birbirleriyle ve diğer fonksiyonlarla birlikteliği düşünülmeden tekil olarak konumlandırılmıştır. Bu hareket ile birlikte kentin merkeziyetçi ve tek çekirdekli yapısı bozulmuştur (Orhan, 2013).

Ulus Meydanı ve Kızılay Meydanı'nı birbirine bağlayan ana omurga olan Atatürk Bulvarı üzerinden de tüm bu yaşananlara bağlı olarak bina ölçeğinde değişimler yaşanmıştır. Bu yapılardan 2. TBMM Binası Cumhuriyet Müzesi'ne, Maliye Vekâleti Binası Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi Rektörlük Binası'na dönüştürülerek özgün hali korunup idari işlevi değiştirilmiştir. Ankara Belediye Binası (Şehremaneti) Esnaf ve Sanatkarlar Odası olarak, Büyük Postane PTT Genel Müdürlüğü olarak, Tuz Nazırlığı Binası Ziraat Bankası olarak, Danıştay Binası Yüksek Seçim Kurulu olarak kullanılmak üzere yıkılıp yeniden inşa edilmiştir. Günümüzde İller Bankası ile Emlak ve Kredi Bankası yapıları ise kullanılmamaktadır (Ayna, 2020) (Tablo 1).

**Tablo 1.** Atatürk Bulvarı'nın Değişimi (Ayna, 2020), (Doğan, 2019), (Url-6), (Url-7)

ATATÜRK BULVARI	
Belediye Binası/1888	  <p>✓ Yapının bulunduğu alana Esnaf ve Sanatkarlar Odası olarak kullanılan taş bina inşa edilmiştir.</p>
Büyük Postane/1925	  <p>✓ Yapının bulunduğu alana PTT Genel Müdürlüğü olarak kullanılan bina inşa edilmiştir.</p>
Tuz Nazırlığı Binası	  <p>✓ Günümüze ulaşamayan binanın yerine inşa edilen Ziraat Bankası hala kullanılmaktadır.</p>
Danıştay Binası	  <p>✓ 1960'lı yıllarda yıktırılan yapının bugün yerinde Yüksek Seçim Kurumu tarafından kullanılan çok katlı bina yer almaktadır.</p>
İkinci T.B.M.M Binası/1924	  <p>✓ Varlığını koruyan yapı günümüzde Cumhuriyet Müzesi olarak kullanılmaktadır.</p>
Maliye Vekâleti Binası/1925	  <p>✓ Özgün hali korunan yapı Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi rektörlük binası olarak kullanılmaktadır.</p>
İller Bankası /1937	  <p>✓ Önce atıl bırakılıp daha sonra yıktırılan yapının yerinde Melike Hatun Camii'nin yeşil alanı yer alır.</p>
Emlak ve Kredi Bankası/1946	  <p>✓ 2016 yılında yıktırılan binanın bulunduğu alan şuan boş bir arsadır.</p>

#### 4. SONUÇ

Kentler tarihi süreç içinde farklı rollere sahip olmakta ve bu rollerin gerektirdiği çeşitli mekânlara ihtiyaç duymuştur. Bu durum kentlerin zamanla değişen rolleri üzerinden kente ekonomik, endüstriyel, turistik, askeri, idari gibi kimlikler kazandırmıştır. Kalkolitik çağdan beri sürekli bir yerleşimin olduğu düşünülen Ankara kenti, Hitit ve Friglerin egemenliğinde savunma, Libyalılar ve Persler döneminde ticari, Galatlarda yönetim, Roma idaresinde yönetim, askeri ve ticari, Osmanlı döneminde ticari ve askeri, Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulması ile de başkent olarak yönetim (bürokratik ve politik) işlevini yüklenmiştir. Kentin

zaman içerisinde değişen bu rollerinin kenti farklı ölçeklerde etkilediği görülmüştür. Kentin başkent olması özellikle Ulus'tan başlayan Kızılay'a doğru ilerleyen güzergâhta farklı ölçeklerde değişimlere neden olmuştur. Kentte başkent rolünü temsil edecek kentsel kamusal yapılar ve alanlar düzenlenmiştir. Kentte yaşanan bu politik ve ekonomik değişimler ile kamusal alanın inşa edildiği Ulus ve Kızılay Meydanlarının kullanım amaçları değişmiştir. Zamanla alanın prestiji, kullanıcı grupları, mekânsal tanımları ve kamusal anlamları değişmiştir. Kentin yoğunluklu olarak ihtiyaç duyduğu bürokratik, politik, kültürel, finansal ve ticari yapılar farklılaşmıştır. Bu dönüşümün etkilerinin Kızılay ve Ulus Meydanlarını da içine alan Atatürk Bulvarı aksında konumlanan kamu temsiliyeti olan bazı yapıların işlevini de değiştirdiği ya da yıkılıp yerine yapı yapıldığı görülmüştür. Örneğin, Atatürk Bulvarı üzerinde bulunan Ankara'da inşa edilen ilk resmi bina olma özelliği taşıyan, Hariciye Vekâleti olarak hizmet vermiş Tuz Nazırlığı Binası, Kızılay Meydanı'na adını veren Kızılay Binası bugün varlığını sürdürmemektedir. Yine aynı aksta konumlanan Ankara Belediye Binası (Şehremaneti), Büyük Postane, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Genel Müdürlüğü, İsviçre Büyükelçiliği, Mısır ve Lehistan Büyükelçiliği, Etibank, İller Bankası gibi bir dönemin önemli simge yapıları da yıkılmıştır.

Sonuç olarak kentler için değişim kaçınılmazdır. Sürekli değişen bir olgu olan kentin bu doğrultuda fiziksel ve sosyal değişimler yaşaması olağandır. Bu değişim süreci içerisinde kent bütününde alınan kararlar kentlerin zamanla yaşanmışlıklarının izini sürdürmelidir. Bu durum kentlere karakter katan kent kimliğini oluşturan rollerin fiziksel ve sosyal mekâna yansımalarının korunması açısından önem arz etmektedir. Böylece kentlerin bellekleri inşa edilebilir ve korunabilir. Bu nedenle kentlerin geçmişi bugünü ve geleceği arasında varlığının ve sürekliliğinin sağlanması özgün rollerinin aktarımını destekleyen bu mekânların korunması önemli olmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Akçalı, P., Ataşer, G., Dursun D. ve diğerleri. (2014). *Türk Dünyası Başkentleri Ankara, Almatı - Astana, Aşkabat, Bakü, Bişkek, Duşanbe, Lefkoşa, Taşkent*. Ankara: Akasya Kitapevi.
- Akçura, T. (1971). *Türkiye Cumhuriyeti Başkenti Hakkında Monografik Bir Araştırma*. Ankara: ODTÜ Yayınevi.
- Altaban, Ö. (1987). Kamu Yapıları Yer Seçim Süreçleri. ODTÜ Şehir ve Bölge Planlama Çalışma Grubu. Ankara: Ankara Büyükşehir Belediyesi, EGO Genel Müdürlüğü. 31-48.
- Anonim. (1991). *Çankaya*. İstanbul: Kent Hizmetleri Merkezi Yayını.
- Aydın, O. ve Özgür, E. (2009). Ankara'nın Kentsel Gelişiminin Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleriyle Ölçülmesi, *e-Journal of New World Sciences Academy Dergisi*, 4 (4), 215 – 242.
- Aydın, O. (2011). CBS Temelli Hüresel Otomata Yöntemiyle Kentsel Büyüme Modeli: Ankara Örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9 (2), 135-157.
- Ayna, Y. (2020). Fotoğraflara Göre Ankara'da Günümüze Ulaşamayan Türk Devri Yapıları. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara: Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Batuman, B. (2002). Mekan, Kimlik ve Sosyal Çatışma: Cumhuriyet'in Kamusal Mekanı Olarak Kızılay Meydanı, Ankara'nın Kamusal Yüzleri. İstanbul: İletişim Yayıncılık.
- Bayraktar, N. (2013). Tarihe Eş Zamanlı Tanıklık: Ulus ve Kızılay Meydanlarının Değişim Süreci. *Ankara Araştırmaları Dergisi*. 1(1), 20-35.
- Bilsel, G., Atak, E., Gökçe, B., Sezgin, D., Şan, H., Şişman, O. (1997). Ankara'nın Öncü Örnek Rolü. *TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi Ankara Sempozyumu*. Ankara.



- Boz, M. ve Kubat, A. (2017). Başkent Ankara'nın İki Simgesel Örnek Üzerinden Morfolojik Analizi. *Türkiye Kentsel Morfoloji Araştırma Ağı II. Kentsel Morfoloji Sempozyumu*. İstanbul.
- Çamur, K. (2000). Yeni Liberal Politikaların Kentsel Arazi Kullanım Yapısına Etkileri: Çankaya (Ankara) İlçesi'nde Yapılaşmanın Çözümlemesi 1985-1990. *Doktora Tezi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Doğan, K. (2019). 1920 – 1938 Dönemi Ankara'da Yapılan Kamu Yapıları. *Yüksek Lisans Tezi*. Edirne: Trakya Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Doxiadis, C.A. (1965). Islamabad. The Creation of a New Capital. *The Town Planning Review*.
- Eravcı, M. H. (2020). Cumhuriyet Dönemine Kadar Ankara Şehrinin Fiziksel Gelişimi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 3(6), 131-14.
- Erdoğan, A. (2008). Cumhuriyet ve Başkent. Ankara Büyükşehir Belediyesi. Ankara Tarihi ve Kültürü Dizisi. 4 (2).
- Günay, B. (2006). *Ankara Çekirdek Alanının Oluşumu ve 1990 Nazım Planı Hakkında Bir Değerlendirme*. Ankara: ODTÜ Yayıncılık.
- Gürsoy, C. (1959). Ankara Şehri. *Türk Coğrafya Kurumu*. Coğrafya Haberleri Yıl 1, 2, 6-14.
- Işık, Ş. (2005). Türkiye'de Kentleşme Ve Kentleşme Modelleri. *Ege Coğrafya Dergisi*. 14, 57-71.
- Kıray, B. M. (2007). *Kentleşme Yazıları*. İstanbul: Bağlam Yayıncılık.
- Orhan, E. (2013). Politik Yeniden Yapılanmada Kamu Binalarının Mekansal Organizasyonu: Başkent Ankara Örneği. 4. *Kentsel ve Bölgesel Araştırmalar Sempozyum*. Mersin.
- Öncü, A. M. (2017). Yıkımların Gölgesindeki Ankara'da Kamusal Mekanların Varoluş Mücadelesi. *Kebikec: İnsan Bilimleri İçin Kaynak Araştırmalı Dergisi*. 44.
- Saner, M. (2007). Kamusal Alandan Seyirlik Mekâna: Güvenpark ve Güvenlik Anıtı. 80. *Yılında Cumhuriyet'in Türkiye Kültürü Sempozyumu*. Ankara.
- Söylemez, E., Demiröz, İ., Kubat, S. A. (2018). Jansen Planı'nın Ankara Kentinin Gelişimi ve Kentin Çeper-Kuşak Alanlarına Etkisi. *Jansen ve Ankara Sempozyumu*. Ankara.
- Şenyapılı, T. (2006). *Ankara Kenti İkili Yapısında Dönüşümler*. Ankara: ODTÜ Yayıncılık.
- Tekeli, İ. (2008). *Göç ve Ötesi*. İstanbul: Tarih Vakfı Yurt Yayınları.
- Turhanoglu, F. A. (2010). Spatial production of Ankara as Capital City of Republican Turkey, *The International Journal of Interdisciplinary Social Sciences*.
- Uçaryiğit, E. (2017). Osmanlı Kentlerinde Kamu Yapıları ve Kentsel Düzen: Bursa, Edirne, Ankara, Konya Örnekleri. *Yüksek Lisans Tezi*. Pamukkale: Pamukkale Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Url-1. [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/161492/mod\\_resource/content/1/COG237\\_9.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/161492/mod_resource/content/1/COG237_9.pdf), Erişim: 04.01.2022.
- Url-2. <https://images.app.goo.gl/VEvHCUWdiGGp2BWJ6>, Erişim: 04.12.2021
- Url-3. <https://images.app.goo.gl/fYWatBXvhhSzNPeJ9>, Erişim: 04.12.2021
- Url-4. <https://tr.pinterest.com/pin/188095721911828343/>, Erişim: 01.01.2022.
- Url-5. <https://earth.google.com/web/>, Erişim: 10.05.2022.
- Url-6. <https://yidb.asbu.edu.tr/tr/rektorluk-hizmet-binasi-eski-maliye-vekaleti-binasi>, Erişim: 09.01.2022.
- Url-7. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Cumhuriyet> M%C3%BCzesi, Erişim:09.01.2022.

Vardar, A. (1989). Başkent'in İlk Planları. *Planlama*. 6 (6), 38-50.



## DİKDÖRTGEN MİKROŞERİT YAMA ANTENDE KISMİ TOPRAK DÜZLEM YAPININ BANT GENİŞLİĞİ VE ANTEN KAZANCINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Orhan Armağan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Yalvaç Teknik Bilimler MYO, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, ISPARTA

### ÖZET

Bu çalışmada 2,45GHz çalışma frekansına sahip yarıklı dikdörtgen mikroşerit yama anten tasarımı yapılmıştır. Anten tasarımında 66x101x1,6mm boyutlarında FR4 alttaş malzeme kullanılmış ve antenin yansıma katsayısı, toplam kazancı ve Bant Genişliği değerleri hesaplanmıştır. Antenin toprak düzleminin üç taraftan parametrik olarak indirgenmesiyle oluşturulan kısmi toprak düzlemlerinin antenlerin yansıma katsayısı S11, Toplam Kazanç ve Bant Genişliği değerlerine etkileri incelenmiş ve ilk durumlarla karşılaştırılmıştır. Bu işlemler için Ansoft HFSS ve CST Microwave Studio simülasyon programları kullanılmıştır. HFSS programında 2.45GHz çalışma frekansında yansıma katsayısı -21,43dB değerinden -30,6dB'ye, bant genişliği değeri 41,1MHz'den 290MHz'e ve kazanç değeri de 2.15dB'den 3,56dB'e kadar iyileşmeler gözlenmiştir. CST programında ise 2.45GHz çalışma frekansında yansıma katsayısı -19,85dB'den -35,7dB'ye, bant genişliği 43,1MHz'den 229,8MHz'e ve kazanç değeri 6,98dB'den 7,27dB'ye kadar iyileşmeler gözlenmiştir. Benzer olumlu etkiler farklı anten boyutları için gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** 2,45GHz, yansıma katsayısı, kazanç, ISM, bant genişliği, mikroşerit anten, yama anten

## INVESTIGATION OF THE EFFECT ON BANDWIDTH AND ANTENNA GAIN OF PARTIAL GROUND PLANE STRUCTURE ON RECTANGULAR MICROSTRIP PATCH ANTENNA

### ABSTRACT

In this study, a slotted rectangular microstrip patch antenna with an operating frequency of 2.45GHz was designed. In the design of the antenna, FR4 substrate material with dimensions of 66x101x1.6mm was used and the reflection coefficient, total gain and Bandwidth of the antenna were calculated. The effects of partial ground planes created by reducing the antenna's ground plane from three sides parametrically on the reflection coefficient S11, Total Gain and Bandwidth values of the antennas were examined and compared with the first cases. Ansoft HFSS and CST Microwave Studio simulation programs were used for these processes. In the HFSS program, improvements were observed in the reflection coefficient from -21.43dB to -30.6dB, the bandwidth value from 41.1MHz to 290MHz, and the gain value from 2.15dB to 3.56dB at 2.45GHz operating frequency. In the CST program, improvements were observed in the reflection coefficient from -19.85dB to -35.7dB, the bandwidth from 43.1MHz to 229.8MHz, and the gain value from 6.98dB to 7.27dB at 2.45GHz operating frequency. Similar positive effects were observed for different antenna sizes.

**Keywords:** 2,45GHz, reflection coefficient, gain, ISM, bandwidth, microstrip antenna, patch antenna

## 1. GİRİŞ

Mikroşerit yama antenler, ilk defa 1953 yılında keşfedilmesine [1] ve 1955 yılında patenti alınmasına rağmen [2], 1970'li yıllarda dikkat çekerek popüler olmaya başlamış ve ilk mikroşerit anten tasarımı bu yıllarda yapılmıştır. Küçük yapıları, yüksek frekanslarda çalışabilmesi, tasarımının kolay yapılması ve de maliyetinin düşük olması nedeniyle mikroşerit antenler çok tercih edilmektedir.

Karli ve Ammor, dar bant genişliğine sahip mikroşerit yama antende kısmi toprak düzlemi kullanarak bant genişliğini arttırdıklarını bildirmişlerdir [3].

Kurt 2022 yılında yapmış olduğu yüksek kazançlı dikdörtgen mikroşerit anten tasarımında 2,4 ve 2,5 GHz frekansları için sırasıyla -16,64dB ve -18dB s11 değerleri ile 3,45dBi ve 3,58dBi kazanç değerlerini elde etmiştir [4].

Farklı çalışma frekanslı mikroşerit implant anten tasarımları için CST Microwave Studio programı kullanılmış farklı çalışmalar mevcuttur [5, 6]. Keskin ve Güler çalışmalarında CST programı ile mikroşerit anten tasarımında kısmi toprak düzlem kullanmışlar ve bant genişliği ve kazanç değerleri hesaplamışlardır [7, 8].

## 2. DİKDÖRTGEN YAMA ANTEN TASARIMI

Balanis kitabında tasarım işlemi, basitleştirilmiş formülasyona dayanarak dikdörtgensel mikroşerit antenlerin pratik tasarımlarını sağlamaya yönelik verilmektedir. Tasarım işlemi, eldeki verilerin; taban malzemesinin dielektrik sabiti ( $\epsilon_r$ ), taban yüksekliği (h) ve rezonans frekansı (fr) olduğunu varsaymaktadır. Yani  $\epsilon_r$ ,  $f_r$ , ve h bilinen değişkenleri kullanılarak W genişliği ve L uzunluğu bulunabilir [9]. Bunun için; Etkin bir ışıyan için, iyi ışımaya verimliliğini verecek pratik bir genişlik için 2.1 eşitliği kullanılır.

$$W = \frac{1}{2f_r\sqrt{\mu_0\epsilon_0}}\sqrt{\frac{2}{\epsilon_r+1}} = \frac{v_0}{2f_r}\sqrt{\frac{2}{\epsilon_r+1}} \quad 2.1$$

Burada  $v_0$  boşluktaki ışık hızıdır. 2.2 eşitliği kullanılarak mikroşerit antenin etkin dielektrik sabiti belirlenir.

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left[1 + 12\frac{h}{W}\right]^{-1/2} \quad 2.2$$

Eşitlik 2.1 kullanılarak W bulunduktan sonra eşitlik 1.3 kullanılarak ek uzunluk  $\Delta L$  bulunur.

$$\frac{\Delta L}{h} = 0,412 \frac{(\epsilon+0,3)\left(\frac{W}{h}+0,264\right)}{(\epsilon-0,258)\left(\frac{W}{h}+0,8\right)} \quad 2.3$$

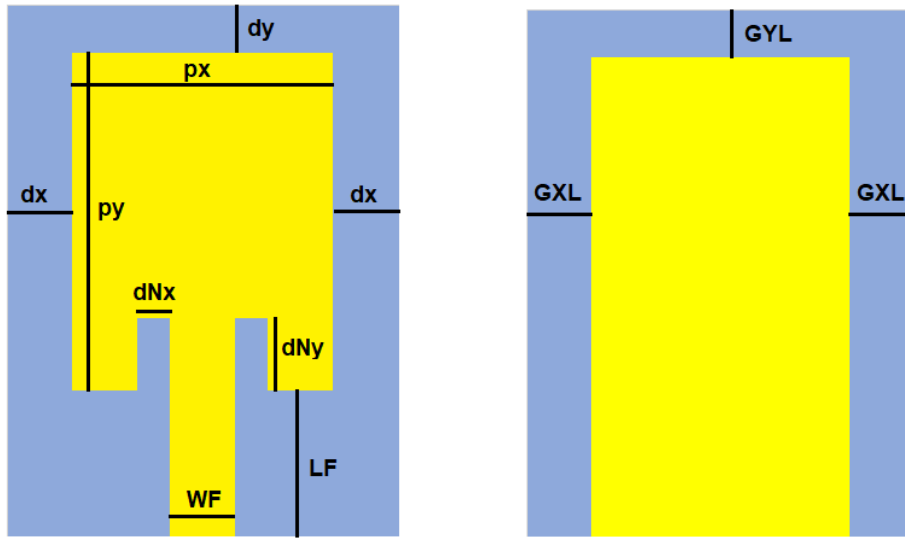
Yamanın gerçek uzunluğu L için eşitlik 2.4 kullanılarak bulunabilir.

$$L = \frac{1}{2f_r \sqrt{\epsilon_{reff}} \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} - 2\Delta L \quad 2.4$$

Rezonans frekansı 2,45GHz, dielektrik sabiti  $\epsilon_r = 4,3$  ve  $h=0,16\text{cm}$  olan FR4 epoxy taban malzemesi kullanarak dikdörtgenel mikroşerit anten tasarımını yapmak için W ve L yukarıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanabilir.

### 3. MATERYAL METOD

Dikdörtgen mikroşerit yama anten tasarımı için Ansoft HFSS ve CST Microwave Studio Simulasyon programları kullanılmıştır. Ansoft HFSS ile 2.45GHz çalışma frekanslı dikdörtgen mikroşerit yama anten tasarımı yapılmıştır. Bu tasarım sırasında FR4 epoxy malzeme ile Şekil 2.1.a'daki anten geometrisi kullanılarak 8 farklı değişkenle parametrik şekilde boyutlandırılmıştır. Parametrik değişkenlere bağlı olarak ISM Bandı 2,45GHz civarı çalışma frekansı için -10dB altında S11 anten yansıma katsayısı değeri elde edilen anten geometrisi parametre değerleri için toplam kazanç simülasyon değerleri kontrol edilmiştir. Bu elde edilen değerlerden optimum s11, bant genişliği ve kazanç değerleri için değişken boyutları belirlenmiştir. Buna göre kullanılan anten boyutu  $66 \times 101 \times 1,6\text{mm}$  olmuştur. Daha sonra bu anten boyutları değiştirilmeden Şekil 2.1.b'de görülen GXL ve GYL değişkenlerine göre parametrik kısmi toprak düzlemler oluşturulmuştur. Bu anten için GXL ve GYL değişkenlerinin parametrik değerlerine karşılık S11 anten yansıma katsayısı ve toplam anten kazancı değerleri ölçülerek kaydedilmiştir. Burada optimum s11, bant genişliği ve toplam kazanç değerlerinin elde edildiği GXL ve GYL kısmi toprak düzlem parametrelerin anten bant genişliği ve kazanç değerleri üzerine etkisi hem Ansoft HFSS hem de CST Microwave Studio programları ile simüle edilerek incelenmiştir. Bu ölçüm sonuçlarının tamamı 3. Bölümde açıklanarak tablo ve grafiklerle sunulmuştur.



Şekil 2.1 a.) Dikdörtgen mikroşerit yama anten ön yüzü b.) arka yüzü (toprak düzlemi)

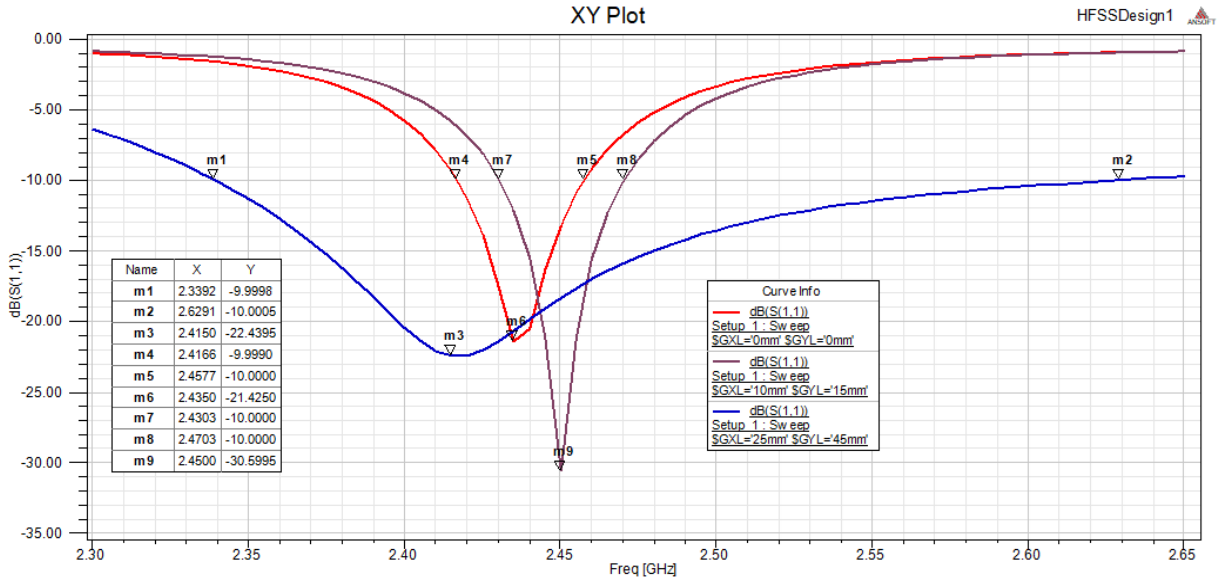
#### 4. SİMULASYON SONUÇLARI

Şekil 2.1’de geometrisi gösterilen anten hem Ansoft HFSS hem de CST Microwave Studio simülasyon programlarıyla tasarlanmış ve 66x101x1,6mm boyutlarındaki yarıklı dikdörtgenel mikroşerit yama anten FR-4\_epoxy malzeme kullanılarak tasarlanmıştır. Bu antenin 2 boyutlu toprak düzlemi üzerinde kenarlardan dikey boyutta mm. biriminde GXL değişkeni kadar, yatay boyutta da sadece üst taraftan yine mm biriminde GYL değişkeni kadar parametrik olarak küçültülerek kısmi toprak zeminli dikdörtgen mikroşerit yama antenler oluşturulmuştur. Oluşturulan antenler için s11 değerinin -10dB altında olmasına ve çalışma frekanslarının 2,45GHz civarında olmasına özen gösterilmiştir. Bu duruma uygun antenler için Tablo-1’de HFSS ile elde edilen veriler sunulmuştur. Bu tabloda GXL=0 ve GYL=0 satırı ilk oluşturulan tam toprak düzlemlilik dikdörtgen mikroşerit yama antene ait 2.15dB kazanç değeri, -21.42dB en küçük yansımaya katsayısı s11 değeri ve -10dB bant genişliği sınırları S11\_üst ve S11\_alt değerleri ile S11\_üst – S11\_alt ile hesaplanan bant genişliği değeri yer almaktadır. En büyük kazanç değeri GXL=0 ve GYL=45mm ile 3,56dB, en küçük yansımaya katsayısı değeri GXL=10mm ve GYL=15mm’de S11=-30,6dB, en büyük bant genişliği de GXL=25mm ve GYL=45mm’de BG=290MHz elde edilmiştir.

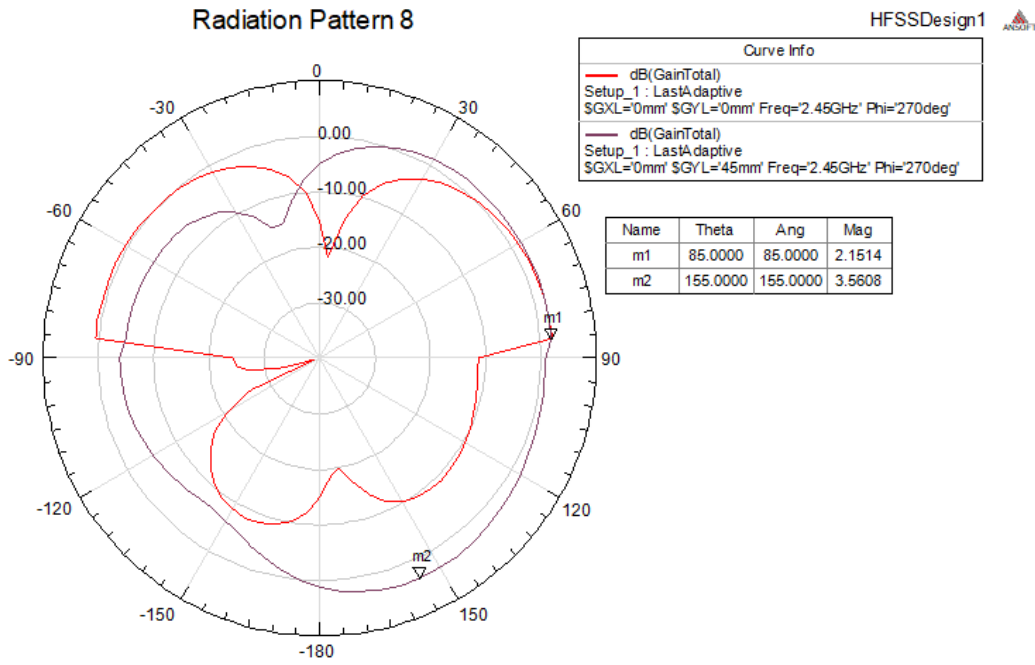
**Tablo 1.** Px=36mm, py=61mm, LF=25mm, WF=5mm, dx=15mm dy=15mm, dNx=1,5mm, dNy=7.16mm için Ansoft HFSS programı ile elde edilen yansımaya katsayısı, anten kazancı ve bant genişliği değerlerinin GXL ve GYL’ye göre değişimleri

Ansoft HFSS						
GXL [mm]	GYL [mm]	S11 Alt (-10dB)	S11 üst (-10dB)	Gain[dB]	min S11 [dB]	BG [MHz]
0	0	2,4166	2,4577	<b>2,15</b>	<b>-21,425</b>	<b>41,1</b>
0	10	2,423	2,463	0,793	-24,92	40
0	45	2,27	2,353	<b>3,56</b>	-14,81	83
5	15	2,4315	2,471	-1,117	-29,06	39,5
5	45	2,2691	2,351	3,185	-18,05	81,9
10	0	2,407	2,444	2,882	-13,84	37
10	15	2,4303	2,4703	-0,805	<b>-30,6</b>	40,1
25	45	2,339	2,629	2,739	-22,44	<b>290</b>
30	35	2,305	2,511	3,025	-12,01	206
30	40	2,323	2,565	3,119	-12	242

Şekil 3.1’de GX, GYL için tam toprak düzlem, en küçük yansımaya katsayısı ve en büyük bant genişliği veren değerler için frekans-S11 değişim grafikleri gösterilmiştir. Şekil 3.2’de tam toprak düzlemlilik anten kazancı ile en büyük kazanç değerine sahip antenlerin HFSS programındaki ışınma örüntüleri karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



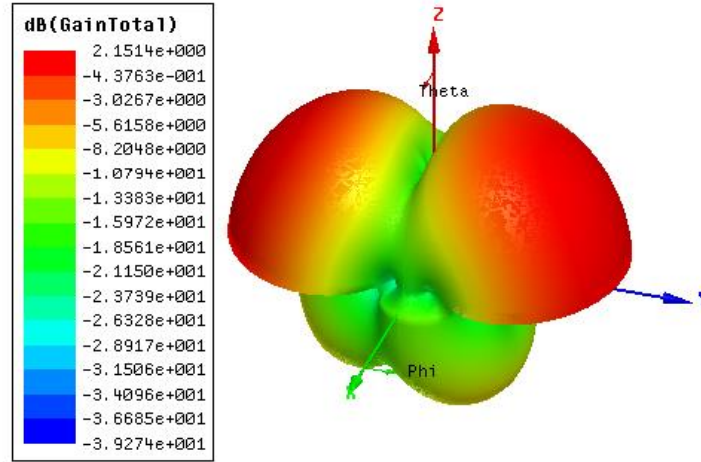
Şekil 3.1 En iyi yansıma katsayısı ve en büyük band genişliği ve tam toprak düzlem s11 sonuçlarının frekansa göre değişim grafiklerinin HFSS'de karşılaştırılması



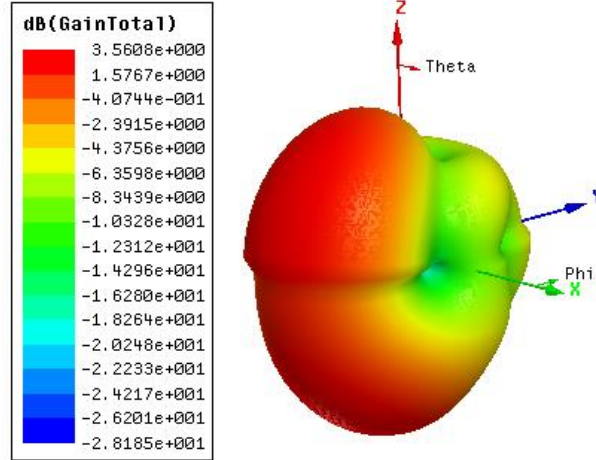
Şekil 3.2 En büyük kazanç ve tam toprak düzlem sonuçlarının HFSS ışıma örüntüsü ile karşılaştırması

Şekil 3.3'te tam toprak düzlemlı anten için HFSS programı üç boyutlu polar ışımaya diyagramı görüntüsü sunulmuştur. Burada kazanç değeri 2,15dB görülmektedir.

Şekil 3.4'te  $GXL=0$ ,  $GYL=45mm$  için elde edilen HFSS üç boyutlu polar ışımaya diyagramı sunulmuştur. Burada, elde edilen 3,56dB en büyük kazanç değeri görülmektedir.



Şekil 3.3 Tam toprak düzlemlı antenin HFSS'de 3 boyut polar ışımaya diyagramı



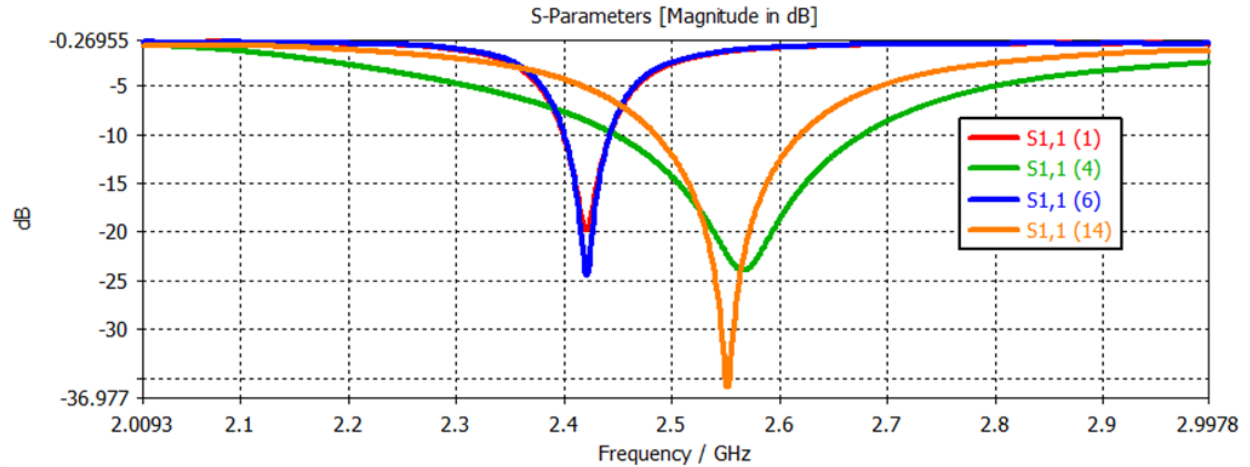
Şekil 3.4 Tam toprak düzlemlı antenin HFSS'te 3 boyut polar ışımaya diyagramı

Tablo-2'de CST programı ile elde edilen veriler sunulmuştur. Bu tabloda  $GXL=0$  ve  $GYL=0$  satırı, CST ile ilk oluşturulan tam toprak düzlemlı dikdörtgen mikroşerit yama antene ait 6,98dB kazanç değeri, -21.42dB en küçük yansıma katsayısı  $s_{11}$  değeri ve -10dB bant genişliği sınırları  $S_{11\_üst}$  ve  $S_{11\_alt}$  değerleri ile  $S_{11\_üst} - S_{11\_alt}$  ile hesaplanan bant genişliği değeri yer almaktadır. En büyük kazanç değeri  $GXL=0$  ve  $GYL=10mm$  ile 7,27dB, en küçük yansıma katsayısı değeri  $GXL=25mm$  ve  $GYL=5mm$ 'de  $S_{11}=-35,87dB$ , en büyük bant genişliği de  $GXL=25mm$  ve  $GYL=45mm$ 'de  $BG=290MHz$  elde edilmiştir.



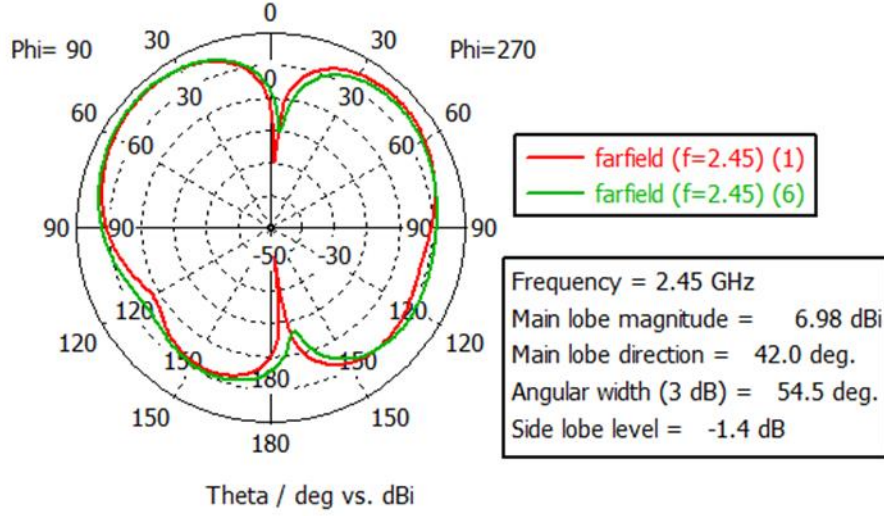
**Tablo 2.** Px=36mm, py=61mm, LF=25mm, WF=5mm, dx=15mm dy=15mm, dNx=1,5mm, dNy=7,16mm için CST Microwave Studio programı ile elde edilen yansımaya katsayısı, anten kazancı ve band genişliği değerlerinin GXL ve GYL'ye göre değişimleri

CST Microwave Studio						
GXL [mm]	GYL [mm]	S11 Alt (-10dB)	S11 üst (-10dB)	Gain[dBi]	min S11 [dB]	BG [MHz]
0	0	2,3994	2,4425	<b>6,98</b>	<b>-19,85</b>	<b>43,1</b>
0	10	2,4002	2,4424	<b>7,27</b>	-24,4365	42,2
5	15	2,4182	2,4592	7,11	-28,86	41
25	5	2,4851	2,6194	4,75	<b>-35,87</b>	134,3
25	10	2,4869	2,6173	5,2	-35,7	130,4
25	15	2,5232	2,6355	5,75	-20,565	112,3
25	20	2,7129	2,8065	5,11	-16,11	93,6
25	45	2,4472	2,677	4,38	-23,96	<b>229,8</b>

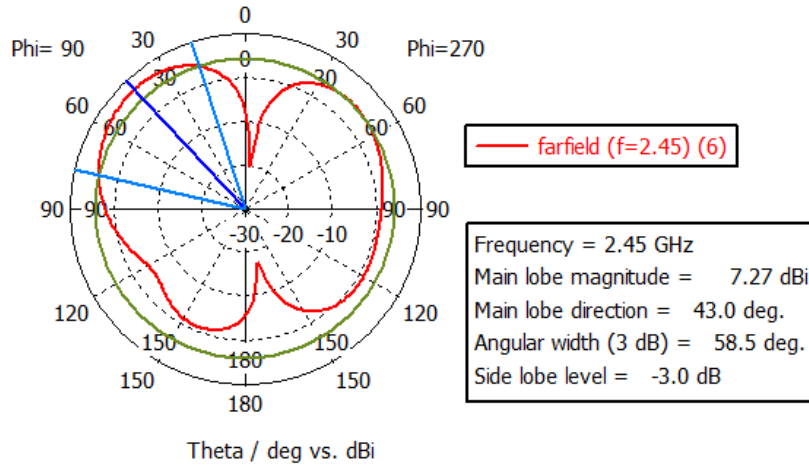


**Şekil 3.5** En iyi yansımaya katsayısı, en büyük band genişliği ve en iyi kazancın olduğu s11 ile tam toprak düzlem s11 sonuçlarının frekansa göre değişim grafiklerinin CST'de karşılaştırılması

Şekil 3.5'te GX=0, GYL=0 için tam toprak düzlem, en küçük yansımaya katsayısı, en büyük bant genişliği ve en büyük kazanç değerinin elde edildiği değerler için frekans-S11 değişim grafikleri gösterilmiştir. Şekil 3.6'da tam toprak düzlemli anten kazancı ile en büyük kazanç değerine sahip antenlerin CST Microwave Studio programındaki ışımaya örüntüleri karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Şekil 3.7'de de en büyük kazanç değerine sahip antenin CST Microwave Studio programındaki ışımaya örüntüsü gösterilmiştir.



Şekil 3.6 En büyük kazanç ve tam toprak düzlem sonuçlarının CST ışıma örüntüsü ile karşılaştırması



Şekil 3.7 En büyük kazanç ışıma örüntüsünün CST ile görüntüsü

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada 101x66x1,6mm boyutlarındaki, arkası tamamen toprak düzlem olan dikdörtgen mikroşerit yama antenin HFSS programında  $f=2.45\text{GHz}$  çalışma frekansı civarında, yansımaya katsayısı  $s_{11}=-21,43\text{dB}$ , Band Genişliği  $BG=41,1\text{MHz}$  ve Toplam anten kazancı 2,15dB elde edilmiştir. Antenin mikroşerit yama boyutları değiştirilmeden kısmi toprak düzlem yapı parametrik olarak değiştirilmiş 2,45GHz frekansı için en küçük yansımaya  $s_{11}=-30,6\text{dB}$ , en büyük band genişliği  $BG=290\text{MHz}$  ve en büyük Toplam Kazanç= $3,56\text{dB}$  değerleri görülmüştür. Benzer şekilde aynı boyutlardaki arka yüzeyin tamamı toprak düzlemli dikdörtgen mikroşerit yama anten için CST Suit programında  $f=2.45\text{GHz}$  çalışma frekansında,  $s_{11}=-19,85\text{dB}$  yansımaya katsayısı,  $BG=43,1\text{MHz}$  Band Genişliği ve 6,98dB Toplam kazanç elde edilmiştir. Antenin mikroşerit yama boyutları değiştirilmeden kısmi toprak düzlem yapı parametrik olarak uygulanmış 2.45GHz frekansı için en küçük  $s_{11}=-35,87\text{dB}$ , en büyük  $BG=229,8\text{MHz}$  ve en büyük Toplam Kazanç= $7,27\text{dB}$  değerleri

görülmüştür. Bu değerlerden de anlaşılacağı gibi kısmi toprak düzlem yapının s11, band genişliği ve kazanç üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu gözlemlenmiştir. Benzer olumlu etki farklı anten boyutu için de görülmüştür.

Tasarlanmış olan bir antene, boyutları değiştirilmeden kısmi toprak düzlem oluşturularak S11 yansıma katsayısı, maksimum kazanç, Bant Genişliği gibi parametrelerden istediğinizin iyileştirilmesinin mümkün olabileceği iki ayrı simülasyon programı sonuçlarıyla gösterilmiştir. Bu değerlendirmeler göz önüne alındığında antenin boyutları ve kullanılan malzeme özellikleri değiştirilmeden antende sadece kısmi toprak düzlem oluşturularak antenin kazancında, s11 değerinde veya bant genişliği değerinde iyileşme sağlanabildiği için, bu çalışmanın literatüre anlamlı katkı sağlayacaktır. Benzer çalışmalar farklı çalışma frekanslarına, farklı alttaş malzemeler, farklı anten geometrileri kullanılarak genişletilebilir.

## 6. KAYNAKLAR

- [1] Deschamps, G. A. (1953). Microstrip microwave antennas. In Proceedings of the Third Symposium on the USAF Antenna Research and Development Program, Oct (pp. 18-22).
- [2] Gutton, H., & Baissinot, G. (1955). Flat aerial for ultra high frequencies. French patent, 703113.
- [3] Karli, R., & Ammor, H. (2015). Rectangular patch antenna for dual-band RFID and WLAN applications. *Wireless Personal Communications*, 83(2), 995-1007.
- [4] H. Kurt, (2022). High-Gain Rectangular Patch Microstrip Antenna for IEEE 802.11 b/g Applications. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, no. 34, pp. 657-660.
- [5] Alper, F. and Coşkun, Ö. (2020). ISM 2.45 GHz Mikroşerit İmplant Anten Tasarımı Ve Doku İçi Ölçümleri. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(2), 541-551.
- [6] Gözel, M., Kasar, Ö. and Kahrıman, M. (2019). 868 MHz UHF bandında H-şeklinde katlanmış implant mikroşerit dipol anten tasarımı. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 10(3), 797-806.
- [7] Keskin, S. E. B., & Güler, C. (2021). Design Of Circular Slotted Rectangular Microstrip Patch Antenna With Dual-Resonance For Wlan/Wimax Applications. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9(4), 1296-1301.
- [8] Keskin, S. E. B. (2019). 2.4 Ghz Geniş Bant Mikroşerit Anten Tasarımı. *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1), 1-14.
- [9] Balanis, C. A. (2005). *Antenna theory: analysis and design*. John wiley & sons.



## SÜCÜLLÜ VE KOZLUÇAY BARAJ GÖLLERİNİN (ISPARTA/YALVAÇ) PLANKTONU

**Ömer ERDOĞAN**

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Yalvaç Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Çevre Koruma ve Kontrol Programı, 32400, Isparta, Türkiye omererdogan@isparta.edu.tr

### Özet

Bu çalışmada Isparta ili Yalvaç ilçesinde bulunan Sücüllü ve Kozluçay Barajlarının planktonik organizmaları belirlenmiştir. Çalışmada her iki gölde de gölün iki farklı noktasından plankton örnekleme yapılmıştır. Sücüllü Barajında 27 tür fitoplankton ve 24 tür zooplankton, Kozluçay Barajında ise 23 tür fitoplankton ve 17 tür zooplankton belirlenmiştir. Her iki gölde de fitoplanktonda Bacillariophyta zooplanktonda Rotifera baskın gruplar olmuştur. Fitoplanktonik organizmalardan *Gyrosigma attenuatum*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella afinis* ve *Eudorina sp Ceratium hirundinella*, *Synedra acus*, zooplanktonik organizmalardan *Asplanchna priodonta*, *Euchlanis dilatata*, *Polyarthra vulgaris* yoğun olarak görülen organizmalar olmuştur.

Anahtar kelimeler: Sücüllü Barajı, Kozluçay Barajı, Zooplankton, Fitoplankton

### Abstract

In this study, planktonic organisms of Sücüllü and Kozluçay Dams in Yalvaç district of Isparta province were determined. In the study, plankton sampling was made from two different points of the lake in both lakes. 27 species of phytoplankton and 24 species of zooplankton were determined in Sücüllü Dam, and 23 species of phytoplankton and 17 species of zooplankton were determined in Kozluçay Dam. In both lakes, Bacillariophyta in phytoplankton and Rotifera in zooplankton were dominant groups. Among the phytoplanktonic organisms *Gyrosigma attenuatum*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella afinis* and *Eudorina sp Ceratium hirundinella*, *Synedra acus*, zooplanktonic organisms *Asplanchna priodonta*, *Euchlanis dilatata*, *Polyarthra vulgaris* were the most common organisms.

Keywords: Sücüllü Dam Lake, Kozluçay Dam Lake Zooplankton, Phytoplankton

### GİRİŞ

Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü ülkemizde tespit edilen 320 adet doğal gölün bulunduğunu belirlemiştir. Bu göllerden bir kısmı mevsimsel olup kışın yağın

yağışlarla canlılık kazanıp yaz aylarında tekrar kurumaktadır. Yapay göller olan barajlar; sulama, taşkın önleme, akarsu rejimi düzenleme ve elektrik enerjisi üretmek için yapılmaktadır. Devlet Su İşlerinin güncel verilerine göre Türkiye’de işletmede 861 adet baraj bulunmaktadır. Baraj göllerinin son yıllardaki artışı ile içsu potansiyelinde ciddi bir paya sahip hale gelmiştir. Bu potansiyelin su ürünleri açısından veya içme suyu olarak akılcı şekilde kullanılması için mevcut durumlarının ortaya çıkarılması önem taşımaktadır. Planktonik organizmalar suyun hareketine bağlı olarak serbestçe hareket edebilen canlılardır. Besin zincirinin ilk halkasını oluşturan fitoplankton ve ikinci halkasını oluşturan zooplanktonik organizmaların bir göl içerisindeki tür çeşitliliğinin belirlenmesi gölün potansiyeli ve su kalitesi hakkında bilgi vermesi açısından önemlidir (Krebs, 1972Özel, 1992; Tanyolaç, 1993).

## **MATERYAL VE METOT**

Çalışma alanından biri olan Sücüllü Baraj Gölü; Isparta'nın Yalvaç ilçesi sınırları içinde, Yalvaç ilçesine yaklaşık 20 km mesafede bulunan bir göldür. Eski adı Yalvaç Barajı olan Sücüllü Barajı, Isparta'da, Sücüllü Çayı üzerinde, sulama amacı ile 1968 - 1973 yılları arasında inşa edilmiş bir barajdır. DSİ'den edinilen bilgilere göre toprak gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 950.000 m<sup>3</sup>, akarsu yatağından yüksekliği 46,00 m, normal su kotunda göl hacmi 8,90 hm<sup>3</sup>, normal su kotunda göl alanı 0,82 km<sup>2</sup>'dir. 2050 hektarlık bir alana sulama hizmeti vermektedir.

Arazide çalışılan diğer baraj gölü olan Kozluçay Barajı Yalvaç ilçesine yaklaşık 20 km uzaklıkta bulunmaktadır. Baraj 2012 yılında inşaatı tamamlanarak işletmeye açılmıştır. 57 metre gövde yüksekliğine sahip ve 2.35 milyon metreküp depolama hacmi bulunan baraj 6280 dekar tarım arazisi sulama kapasitesi bulunmaktadır.

Çalışmada her iki baraj gölü’nde gölü temsil eden iki noktadan olmak üzere 2022 ilkbahar ve yaz mevsimlerinde plankton örnekleme yapılmıştır. (Şekil 1 ve 2).



Şekil 1. Sücüllü Barajı ve örnekleme noktaları



Şekil 2. Kozluçay Barajı ve örnekleme noktaları

Planktonik organizmalar yatay ve dikey plankton çekimi ile elde edilmiştir. Plankton çekimlerinde ön ağız çapı 17 cm ve ağ göz açıklığı 55 µm olan Hensen tipte plankton kepçesi kullanılmıştır. Örneklerin alınmasında dikey çekimler için hızı sıfır olan bir tekneden, üzeri metrik olarak ölçeklendirilmiş bir ipin ucuna bağlanan plankton kepçesi ile dikey yönde, yaklaşık 2 m/s hızla çekilmesiyle alınmıştır. Toplanan örnekler, 500 ml'lik plastik örnek koruma kaplarına konulmuş, plankton kepçesinin bezine yapışan organizmalar su ile birkez yıkanmış ve şişedeki örneğin üzerine eklenmiştir. Yatay çekimlerde 1,5-2 km/saat hızla 2-3 dk çekim yapılmış, toplanan örnekler yine 500 ml'lik plastik örnek koruma kaplarına konulmuştur. Süzülen su miktarının hesaplanabilmesi için plankton kepçesine flowmetre (akıntıölçer) takılmıştır. Toplanan plankton örnekleri, kavanozlara aktarıldıktan sonra % 4'lük formaldehit çözeltisi ile tespit edilmiştir. (Özel, 1992). Planktonik canlıların teşhisinde aşağıdaki kaynaklardan yararlanılmıştır. (Pestalozzi, 1955; 1982 Krammer and LangeBertalot 1986; 1988; 1991a, bEdmondson,1959-a,b,c; Elster ve Ohle, 1974; Pontin, 1978; Koste, 1978-a, b, Rutner-Kolisko, 1974).

## BULGULAR

### Fitoplankton Taksonları

Süçüllü Barajında fitoplanktonda Euglenozoa dan 1, Dinophyta dan 1 Chlorophyta dan 4 Charophytadan 3 ve Bacillariophyta dan 17 tür olmak üzere toplam 27 tür belirlenmiştir (Tablo 1). Kozluçay Barajında Euglenozoa dan 1, Dinophyta dan 2, Chlorophyta dan 2 Charophytadan 3 ve Bacillariophyta dan 15 tür olmak üzere toplam 23 tür belirlenmiştir

Tablo 1. Süçüllü ve Kozluçay Barajı fitoplanktonu

	Süçüllü Barajı	Kozluçay Barajı
<b>TAKSONLAR</b>		
<b>CYANOPHYTA</b>		
<i>Oscillatoria sp.</i>	+	-
<b>BACILLARIOPHYTA</b>		
<i>Cocconeis placentula</i>	+++	+

<i>Amphora ovalis</i>	++	++
<i>Cymatopleura elliptica</i>	+	-
<i>Gyrosigma attenuatum</i>	+++	+++
<i>Cymbella afinis</i>	+++	++
<i>C. lanceolata</i>	+	+
<i>C. minuta</i>	++	+
<i>Synedra acus</i>	+	+++
<i>Gomphonema acuminatum</i>	+	+
<i>Navicula capitata</i>	++	+
<i>Navicula sp.</i>	+	-
<i>Nitzschia palea</i>	++	-
<i>Cymatopleura solea</i>	-	+
<i>Cymatopleura eliptica</i>	+	-
<i>Surirella ovalis</i>	+	+
<i>Surirella angusta</i>	+	+
<i>Meridion circulare</i>	-	+
<i>Tabellaria flocculosa</i>	+	+
<i>Melosira varians</i>	+	+
<b>CHLOROPHYTA</b>		
<i>Pediastrum duplex</i>	++	++
<i>Eudorina sp.</i>	+++	++
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	+	-
<i>S. acuminatus</i>	+	-
<b>CHAROPHYTA</b>		
<i>Closterium sp.</i>	+	++
<i>Cosmarium sp.</i>	+	+
<i>Zygnema sp.</i>	+	-
<i>Spirogyra sp.</i>	-	+



<b>EUGLENOZOA</b>		
<i>Euglena acus</i>	+	+
<b>DINOPHYTA</b>		
<i>Ceratium hirundinella</i>	+	+++
<i>Peridinium sp.</i>	-	+++

+:Seyrek ++:Orta +++: Yoğun

### Zooplankton Taksonları

Sücüllü Barajında zooplanktonda ise Rotifera grubuna ait 20, Cladocera grubuna ait 2 ve Copepoda grubuna ait 2 tür olmak üzere toplam 24 tür belirlenmiştir. Kozlucağ barajında ise Rotifera grubuna ait 13, Cladocera grubuna ait 2 ve Copepoda grubuna ait 2 tür olmak üzere toplam 17 tür belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Sücüllü ve Kozlucağ Barajı zooplanktonu

	Sücüllü Barajı	Kozlucağ Barajı
<b>TAKSONLAR</b>		
<b>ROTİFERA</b>		
<i>Keratella cochlearis</i>	++	++
<i>Keratella quadrata</i>	+	-
<i>Ascomorpha ovalis</i>	+	+
<i>Asplanchna priodonta</i>	+++	+++
<i>Polyarthra vulgaris</i>	+++	++
<i>Synchaeta pectinata</i>	++	+
<i>Synchaeta oblonga</i>	+	-
<i>Notholca acuminata</i>	+	+
<i>Conochilus sp.</i>	-	+
<i>Filinia longiseta</i>	+	+
<i>Hexarthra mira</i>	+	+
<i>Trichotria pocillum</i>	+	-
<i>Euchlanis dilatata</i>	+++	++

<i>Lecane lunaris</i>	+	+
<i>Lecane bulla</i>	+	-
<i>Testudinella patina</i>	+	-
<i>Colurella adriatica</i>	++	+
<i>Rotaria neptunia</i>	+	-
<i>Cephalodella gibba</i>	+	-
<i>Lepadella ovalis</i>	++	+
<i>Brachionus calyciflorus</i>	+	-
<b>CLADOCERA</b>		
<i>Bosmina longirostris</i>	++	++
<i>Daphnia longispina</i>	+	-
<i>Chydorus sphaericus</i>	-	+
<b>COPEPODA</b>		
<i>Cyclops strenuus</i>	+	+
<i>Nitocra hibernica</i>	+	+

+:Seyrek ++:Orta +++: Yoğun

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmamızda fitoplanktonda baraj göllerinin ikisinde de belirlenen türlerin büyük bir çoğunluğu Bacillariophyta grubunda yer almaktadır (Sücüllü Barajı 17 tür, Kozluçay Barajı 15 tür). Bu durum ülkemizde baraj göllerinde yapılan diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Kıvrak ve Gürbüz, 2005; Ustaoglu vd., 2010; Yılmaz, 2013. Karasakal, 2019, Asar, 2022) Sücüllü baraj gölünde *Gyrosigma attenuatum*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella afinis* ve *Eudorina sp.* baskın taksonlar olurken *Pediastrum duplex*, *Amphora ovalis* ve *Nitzschia palea* türleri orta yoğunluktaki taksonlar olmuştur. Kozluçay Barajında ise *Peridinium sp.* *Ceratium hirundinella*, *Gyrosigma attenuatum*, *Synedra*

*acus* türleri baskın taksonlar *Pediastrum duplex*, *Amphora ovalis*, *Eudorina sp* orta yoğunluktaki taksonlar olmuştur. Bu türler daha önce baraj göllerinde yapılan çalışmalarda da baskın taksonlar olarak bildirilen türlerdir (Özyalın ve Ustaoglu, 2008, Yılmaz, 2013. Karasakal, 2019, Asar, 2022). Cyanophytaya ait tek takson *Oscillatoria sp.* olurken sadece Sücüllü Barajından teşhis edilmiştir. Wetzel (1983)'in daha çok organik maddece zengin ve sığ sularda bulunduğunu bildirdiği Euglenozoa'dan *Euglena acus* her iki baraj gölünde de seyrek olarak belirlenmiştir. Dinophyta grubuna ait türler oligotrof ve mezotrof sularda yaygın olarak bulunmaktadır (Cirik ve Cirik, 1999; Reynolds ve ark., 2002). Çalışmamızda *Ceratium hirundinella* ve *Peridinium sp.* türleri Sücüllü Barajında seyrek Kozluçay Barajında ise yoğun olarak gözlemlenmiştir

Çalışmamızda zooplanktonda baraj göllerinin ikisinde de belirlenen türlerin büyük bir çoğunluğu Rotifera grubunda yer almaktadır (Sücüllü Barajı 20 tür, Kozluçay Barajı 13 tür). Rotifer türlerinin üreme başarısının diğer gruplara göre yüksek olması, daha az av baskısı altında olmalarından dolayı rotifer türleri diğer gruplara göre zooplanktonda baskın olarak bulunmaktadır. Daha önceki yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar görülmektedir (Ustaoglu;2010, Dirican ve Musul, 2008, Saler vd;2014, Tuna ve Ustaoglu, 2016, ). Sücüllü Baraj gölü'nde *Asplanchna priodonta*, *Euchlanis dilatata* ve *Polyarthra vulgaris* yoğun *Colurella adriatica*, *Lepadella ovalis* ve *Bosmina longirostris* türleri orta yoğunlukta gözlemlenmiştir. Kozluçay Baraj Gölü'nde ise *Asplanchna priodonta* yoğun, *Euchlanis dilatata*, *Polyarthra vulgaris* *Keratella cochlearis* ve *Bosmina longirostris* türleri orta yoğunlukta gözlemlenmiştir (Tablo 2).

Zooplanktonik organizmalar göllerin kirlilik seviyesinin belirlenmesinde indikatör organizma olarak kullanılmaktadırlar (Sladeczek, 1983).

Çalışmamızda baskın olarak bulunan taksonlar *Asplanchna priodonta*, *Euchlanis dilatata*, *Polyarthra vulgaris* ve *Bosmina longirostris* türleri olmuştur. Bu türler göllerde yaygın olarak görülen kozmopolit ve littoral türlerdir. (Ruttner-Kolisko, 1974 ve Stemberger, 1979).

Brachionus ve Keratella türleri ötrofik göllerde yayılış gösteren türlerdir (Tanyolac, 1993). Çalışmamızda Sücüllü Baraj Gölü'nde *Keratella cochlearis* ve *Keratella quadrata* ve Kozluçay Baraj Gölü'nde ise sadece *Keratella cochlearis* türü belirlenmiştir. *Keratella cochlearis* türü her iki gölde de orta yoğunlukta bulunmaktadır.

Cladoceran *Daphnia longispina* ve *Bosmina longirostris* ötrof sularda daha çok yayılış gösteren türlerdir (Smirnov, 1996). Çalışmamızda *Daphnia longispina* türü sadece Sücüllü Baraj gölünde seyrek olarak görülürken *Bosmina longirostris* türüne her iki gölde de orta yoğunlukta rastlanılmıştır.

Sücüllü Baraj Gölü'nde yapılmış az sayıda çalışma bulunmaktadır (Aslantürk ve Çetinkaya, 2021, Aslantürk ve Çetinkaya, 2022). Kozluçay Baraj Gölü'nde ise daha önce yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Aslantürk ve Çetinkaya (2022) çalışmalarında Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği trofik durum indeksine göre Sücüllü Baraj Gölü'nün toplam fosfor ve Secchi diski derinliği açısından ötrofik, Chl-a ve çözünmüş oksijen açısından oligotrofik karakter gösterdiğini, Carlson Trophic State indeksine göre Chl-a TSI değeri oligotrofik iken Secchi diski derinliği, toplam fosfor ve ortalama TSI ötrofik karakterde olduğunu belirlemişlerdir.

Çalışmamızda her iki gölde belirlenen baskın planktonik türler ele alındığında Sücüllü Baraj Gölü'nün Mesotrofik-Ötrofik, Kozluçay Baraj Gölü'nün ise Mesotrofik karakterde olduğunu söyleyebiliriz. Bu durumun Sücüllü Baraj Gölü'nün yerleşim yerine yakın ve

etrafında tarım arazilerinin olmasından yine Kozluçay Baraj Gölü'nün nispeten bu etkilerden uzak konumda bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

## **KAYNAKLAR**

Asar, Aysu. Ardiçtepe Barajı fitoplankton ekolojisi. MS thesis. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2022.

Cirik, S., Cirik, D., 1999, Limnoloji (III. Baskı), E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yayınlar, No:21,166s.

Cirik, S., Cirik, Ş., 2008. Limnoloji (Ders Kitabı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 21, 166s.

Dirican, Seher, and Haldun Musul. "ÇAMLIGÖZE BARAJ GÖLÜ (SİVAS-TÜRKİYE) ZOOPLANKTON FAUNASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA." *Sakarya University Journal of Science* 12.1 (2008): 17-21.

Edmondson, W. T., 1959-a. Rotifera: Freshwater Biology. 2nd John Wiley & Sons Inc., 420-494 pp., New York.

Edmondson, W. T., 1959-b. Cladocera: Freshwater Biology. 2nd John Wiley & Sons Inc., 587-656 pp., New York.

Edmondson, W. T., 1959-c. Free-Living Copepoda: Freshwater Biology. 2nd John Wiley & Sons Inc., 735-861 pp., New York.

Einsle, V., 1996. Copepoda: Cyclopoida Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthacyclops. Coord. Edit: Dumont, H. J., Guide to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. SPB Academic Publishing bv.

Elster, H.J., Ohle, W., 1974. Plankton Rotifer Biology and Taxonomy. Chapter 'Die Rotatorien' Stuttgart.

Karasakal Balaban, Mahide. Manyas barajının fitoplankton ekolojisi. MS thesis. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019.

Kıvrak, E., and H. Gürbüz. 2005. Seasonal variations in phytoplankton composition and physical-chemical features of Demirdöven Dam Reservoir, Erzurum, Turkey, *Biologia*, Bratislava, 60/1: 1- 8.

- Kocataş, A., 2006. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 50, 597 s.
- Koste, W., 1978-a. Rotatoria. Überordnung Monogononta. Die Rädertiere Mitteleuropas, I. Textband, p. 670, II. Tafelband, 670 p., Berlin.
- Koste, W., 1978-b. Rotatoria. Überordnung Die Rädertiere Mitteleuropas II. Tafelband, 235 p., Berlin.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1986–1991 a,b. Bacillariophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2 (1–4), VEB G. Fischer Verlag, Jena
- Mis, Didem Özdemir, et al. "Tahtalı Baraj Gölü (İzmir)'nün Zooplankton Kompozisyonu." Su Ürünleri Dergisi 26.2 (2009): 129-134.
- Özel, T., 1992. Planktonoloji. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları No: 145. Bornova/İzmir.
- Özyalın, Serdar, and M. Ruşen Ustaoglu. "Kemer Baraj Gölü (Aydın) Net Fitoplankton Kompozisyonunun İncelenmesi." Su Ürünleri Dergisi 25.4 (2008): 275-282.
- Pestalozzi, H. G. (1955). Das Phytoplankton Des Süßwassers Band XVI, 4. Teil; Euglenophyceen. Pestalozzi, H. G. (1968). Das Phytoplankton Des Süßwassers, Band XVI, 1. Teil, Cyanophyta.
- Pestalozzi. H. G. (1982). Das Phytoplankton Des Süßwassers 8. Teil, 1. Hälfte, Conjugatophyceae; Zygnematales und Desmidiaceae, Germany
- Pontin, R.M., 1978. "A Key to British Freshwater Planktonic Rotifera. Freshwater Association Scient. Publ. No:38, 178 p., UK.
- Reynolds, C.S., Huszar, V., Kruk, C., Naselli-Flores, L. and Melo, S., 2002. Review, Towaers A functional classification of the freshwater phytoplankton, J.of Plankton Research, 24 (5): 417-428
- Rutner- Kolisko, A., 1974. Plankton Rotifers: Biology and Taxonomy. Vol. XXVI, Part 1, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 146 p., Stuttgart,
- Saler, Serap, Hilal Haykir, and Nesrin Baysal. "ZOOPLANKTON OF UZUNÇAYIR DAM LAKE (TUNCELI-TURKEY)/Uzunçayir Baraj Gölü (Tunceli-Türkiye) Zooplanktonu." Journal of Fisheries Sciences. com 8.1 (2014): 1.
- Sladeczek, V., Rotifers as Indicators of Water Quality. Hydrobiologia. 100, 169–201, 1983. 26.

Tanyolaç, J.,1993. Limnoloji. Cumhuriyet Üniv. Fen. Fak. Hatipoğlu Yayınevi.  
ANKARA.

TUNA, Aslı, and M. RUŞEN USTAOĞLU. "Kemer Baraj Gölü (Aydın-Türkiye) zooplankton faunası." *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research* 2.2 (2016): 95-106.

Ustaoğlu M. R., Balık S., Gezerler-Şipal U., Özdemir-Mis, D. ve Aygen, C. (2010). Buldan Baraj Gölü (Denizli) Planktonu ve Mevsimsel Değişimi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 27 (3), 113-120.

Wetzel, R.G. 1983. *Limnology*. (second edition) Saunders College Publishing.

Yılmaz, N. (2013). Phytoplankton composition of Sazlıdere Dam lake, Istanbul, Turkey. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 7 (2), 203-211.