

**T.C.  
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ: MUĞLA'DA  
YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE  
ÇEVREYE OLAN ETKİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**EZGİ BİLGE**

**TEMMUZ 2021**

**MUĞLA**

**T.C.**  
**MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ: MUĞLA'DA**  
**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE**  
**ÇEVREYE OLAN ETKİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**EZGİ BİLGE**

**TEMMUZ 2021**

**MUĞLA**

# MUGLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

## Fen Bilimleri Enstitüsü

### TEZ ONAYI

**Ezgi BİLGE** tarafından hazırlanan **YENİLENEBİLİR ENERJİ: MUĞLA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE ÇEVREYE OLAN ETKİLERİ**'' Başlıklı tezinin, 09/07/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Çevre Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans derecesi için gerekli şartları sağladığı oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

#### TEZ SINAV JURİSİ

Prof. Dr. Yasin ARSLAN (**Jüri Başkanı**)

İmza:

Kimya Anabilim Dalı,  
Karabük Üniversitesi, Karabük

Doç. Dr. Ali İmran VAİZOĞULLAR (**Danışman**)

İmza:

Marmaris SHMYO Tıbbi Lab. Tekn. Prog.,  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Dr. Öğr. Üyesi Öge ARTAGAN (**Üye**)

İmza:

Marmaris SHMYO Tıbbi Lab. Tekn. Prog.,  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

#### ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞI ONAYI

Prof. Dr. Ali Sehan TARKAN

İmza:

Çevre Anabilim Dalı Başkanı,  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Savunma Tarihi: 09/07/2021

Tez çalışmalarım sırasında elde ettiğim ve sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgelerin tarafımdan bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde edildiğini; akademik ve bilimsel etik kurallarına uygun olduğunu beyan ederim. Ayrıca, akademik ve bilimsel etik kuralları gereği bu tez çalışması sırasında elde edilmemiş başkalarına ait tüm orijinal bilgi ve sonuçlara atıf yapıldığını da beyan ederim.

Ezgi Bilge

09/07/2021

## ÖZET

### YENİLENEBİLİR ENERJİ: MUĞLA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE ÇEVREYE OLAN ETKİLERİ

Ezgi BİLGE

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ali İmran VAİZOĞULLAR

Temmuz 2021, 36 sayfa

Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları hakkında kapsamlı bir inceleme yapılmıştır. Sürekli olarak artan enerji ihtiyacını karşılamak üzere fosil kaynaklardan ziyade yenilenebilir kaynakların kullanılmasının daha olumlu sonuçlar doğuracağı ortaya çıkmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitleri, nasıl kullanıldığı ve bu kaynakların Türkiye'deki potansiyelleri araştırılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının hem çevreye, canlı yaşamına hem de ülke ekonomisine yaptığı katkılar ön plana çıkarılmıştır. Bu çalışma kapsamında Muğla ili Dalaman ve Fethiye ilçelerinde mevcut bulunan HES'lerden çıkan su örneklerinde TOK, KOİ, pH, iletkenlik ve Pb ile Zn tayinleri yapılarak çevreye olan etkileri incelenmiştir. Çalışmaya başlamadan önce bu örneklerin alım dönemleri farklı mevsimlerde olmak üzere belirlenmiştir. Eylül 2020, Ocak 2021 ve Mayıs 2021 olmak üzere 3 farklı dönemde HES'lerden alınan su örnekleri analiz edilmiştir. İletkenlik ve pH ölçümleri su alındığı anda yapılmıştır. TOK, KOİ, Pb ve Zn tayinleri ise laboratuvar ortamında yapılmıştır. Daha sonra bu veriler standart eğrilere göre grafiklendirilmiştir. Çıkan sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde incelenen HES'lerin çevreye belirgin bir olumsuz etkisi olduğu gözlemlenmemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir enerji, Yenilenebilir enerji kaynakları, Hidroelektrik enerji santrali

## ABSTRACT

### RENEWABLE ENERGY: THE EFFECTS OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN MUĞLA ON THE ENVIRONMENT

Ezgi BILGE

Master Thesis

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Environment

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali İmran VAİZOĞULLAR

July 2021, 36 pages

In this study, a comprehensive review of renewable energy sources has been made. It has been revealed that the use of renewable resources rather than fossil resources to meet the ever-increasing energy need will yield more positive results. The types of renewable energy sources, how they are used and the potentials of these sources in Turkey have been investigated. The contributions of renewable energy sources to both the environment, living life and the country's economy have been highlighted. Within the scope of this study, TOC, COD, pH, conductivity and Pb and Zn determinations were made in the water samples coming out of the hydroelectric power plants in Muğla province, Dalaman and Fethiye districts, and their effects on the environment were examined. Before starting the study, the sampling periods of these samples were determined to be in different seasons. Water samples taken from hydroelectric power plants in 3 different periods, September 2020, January 2021 and May 2021, were analyzed. Conductivity and pH measurements were made as soon as the water was taken. TOC, COD, Pb and Zn determinations were made in the laboratory environment. These data were then plotted according to standard curves. When the results were evaluated in general, it was seen that the hydroelectric power plants examined had a minimum negative impact on the environment.

**Keywords:** Renewable energy, Renewable energy sources, Hhydroelectric power plant.

## ÖNSÖZ

Tez çalışmalarım esnasında ulaştığım ve sunduğum tüm bilgi, belge, doküman ve sonuçların tarafımdan şahsen ve bu tez çalışması kapsamında elde edildiğini; akademik ve bilimsel etik kurallarına uygun olduğunu beyan ederim. Ayriyeten, bu tez çalışması esnasında başkalarına ait tüm orijinal bilgi ve sonuçlara atıf yapıldığını akademik ve bilimsel etik kuralları gereği beyan ederim. Yenilenebilir enerji kaynaklarının; günümüz dünyasında insanlara, çevremize, canlılara olan faydasının önemine vurgu yaptığımız bu çalışmada gerekli tüm özveri ve bilgilerini benden esirgemeyen ve her zaman yanımda olan sayın Doç.Dr. Ali İmran Vaizoğullar hocama teşekkürlerimi sunarım. Aynı zamanda her koşulda yanımda olan, beni motive eden aileme ve dostlarıma teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Enerji .....	1
1.2. Enerji ve Çevre İlişkisi .....	2
1.3. Sürdürülebilir Enerjinin Önemi.....	2
1.4. Türkiye’de Enerji Kaynakları.....	3
<b>2. YENİLENEBİLİR ENERJİ</b> .....	<b>5</b>
2.1. Rüzgâr Enerjisi .....	5
2.1.1. Türkiye’de rüzgâr enerjisi .....	6
2.1.2. Çevresel etkileri.....	7
2.1.3. Doğal yaşama etkileri .....	7
2.1.4. Canlı yaşamına etkileri .....	8
2.2. Güneş Enerjisi .....	9
2.2.1. Türkiye’de güneş enerjisi .....	10
2.3. Jeotermal Enerji.....	11
2.3.1. Türkiye’de jeotermal enerji.....	11
2.4. Biyokütle Enerjisi.....	12
2.4.1. Türkiye’de biyokütle enerjisi .....	13
2.5. Hidroelektrik Enerji Santralleri (HES).....	15
2.5.1. Nehir tipi hidroelektrik santraller .....	15
2.5.2. Depo tipi (barajlı) HES.....	16
2.5.3. Türkiye’de HES.....	16
2.5.4. Çevresel etkileri.....	16
2.5.5. Doğal yaşama etkileri .....	16
2.5.6. Canlı yaşamına etkileri .....	16

2.5.7. Dünya’da HES.....	18
<b>3. KİRLİLİK PARAMETRELERİ.....</b>	<b>19</b>
3.1. Kimyasal Oksijen İhtiyacı(KOİ) .....	19
3.2. Toplam Organik Karbon(TOK) .....	19
3.3. Ağır Metal Etkileri .....	20
<b>4. MATERYAL ve METOT .....</b>	<b>21</b>
4.1. Atomik Absorpsiyon Spektrometresi .....	21
4.2. Toplam Organik Karbon ve KOİ Standartlar Çözeltileri .....	22
<b>5. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>24</b>
5.1. pH Değişimi .....	24
5.2. TOK ve KOİ Analizleri.....	25
<b>6. SONUÇ .....</b>	<b>32</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>33</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>36</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. AAS için çalışma koşulları .....	22
Çizelge 4.2. Kullanılan reaktifler .....	22
Çizelge 5.1. Dalaman HES'lerdeki analiz sonuçları .....	31
Çizelge 5.2. Fethiye HES'lerdeki analiz sonuçları .....	31



## ŞEKİLLER DİZİNİ

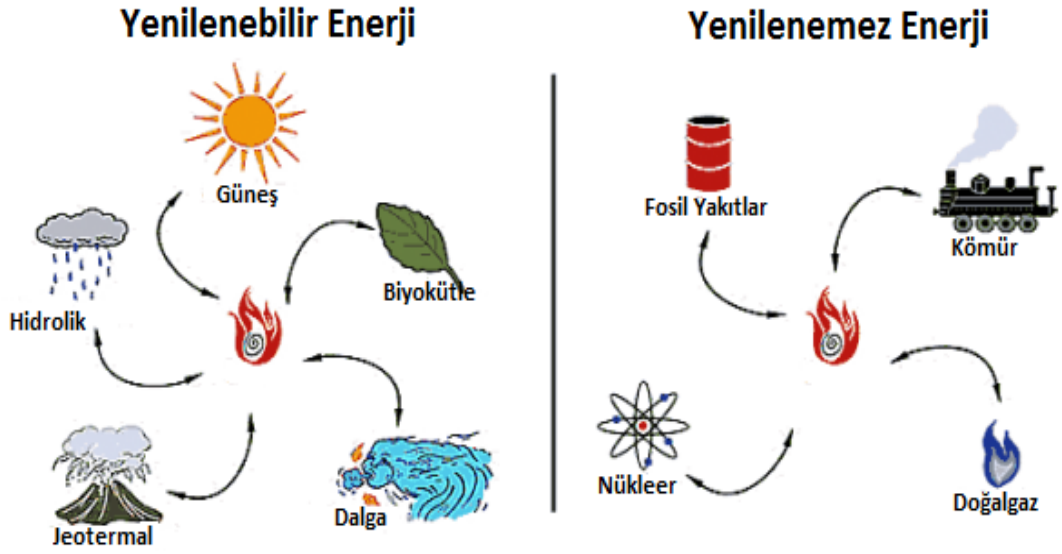
Şekil 1.1. Enerji kaynakları ( <a href="https://www.enerjibes.com/enerji-kaynaklari">https://www.enerjibes.com/enerji-kaynaklari</a> ).....	1
Şekil 1.2. Türkiye’de 2018 ve 2019 yılında kullanılan enerji kaynaklarının oransal dağılımı ( <a href="https://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/enerji-bulteni-ocak-2020.pdf">https://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/enerji-bulteni-ocak-2020.pdf</a> ).....	3
Şekil 1.3. Türkiye’de üretilen enerjinin kaynaklara göre dağılımı ( <a href="https://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/enerji-bulteni-Ocak-2020.pdf">https://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/enerji-bulteni-Ocak-2020.pdf</a> ).....	4
Şekil 2.1. Rüzgâr enerji santrali ( <a href="https://www.powerenerji.com/turkiyede-kurulu-ruzgar-enerji-santralleri-elektrik-uretimi-haritasi.html">https://www.powerenerji.com/turkiyede-kurulu-ruzgar-enerji-santralleri-elektrik-uretimi-haritasi.html</a> ) .....	6
Şekil 2.2. Güneş enerji santrali ( <a href="https://www.tenva.org/turkiyenin-en-buyuk-gunes-enerjisi-santrali-hizmete-acildi/">https://www.tenva.org/turkiyenin-en-buyuk-gunes-enerjisi-santrali-hizmete-acildi/</a> ).....	9
Şekil 2.3. Türkiye güneş enerji potansiyeli atlası ( <a href="https://www.mmo.org.tr">https://www.mmo.org.tr</a> ) .....	10
Şekil 2.4. Jeotermal enerji santrali ( <a href="https://sehatek.com.tr/blog/jeotermal-enerji-nedir-kullanim-alanlari-nelerdir/">https://sehatek.com.tr/blog/jeotermal-enerji-nedir-kullanim-alanlari-nelerdir/</a> ) .....	11
Şekil 2.5. Türkiye’nin jeotermal kaynakları ve sıcaklık dağılımı ( <a href="https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari">https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari</a> ).....	12
Şekil 2.6. Biyokütle enerji tesisi ( <a href="https://www.enerjiportali.com/eskisehire-yeni-bir-biyokutle-enerjisi-santrali-kurulacak/">https://www.enerjiportali.com/eskisehire-yeni-bir-biyokutle-enerjisi-santrali-kurulacak/</a> ) .....	13
Şekil 2.7. Türkiye’nin biyokütle potansiyeli ( <a href="https://docplayer.biz.tr/188995936-13-turkiye-de-biyokutle-enerjisi.html">https://docplayer.biz.tr/188995936-13-turkiye-de-biyokutle-enerjisi.html</a> ).....	13
Şekil 5.1. HES’lerin dönemlere göre pH değişimi.....	24
Şekil 5.2. Toplam organik karbon standart eğrisi .....	25
Şekil 5.3. Kimyasal oksijen ihtiyacı standart eğrisi .....	26
Şekil 5.4. Dalaman HES TOK ve KOİ’nin dönemlere göre değişimi .....	27
Şekil 5.5. Fethiye HES TOK ve KOİ’ nin dönemlere göre değişimi.....	27
Şekil 5.6. Zn standart eğrisi.....	28
Şekil 5.7. Pb standart eğrisi.....	29
Şekil 5.8. Dalaman ve Fethiye HES’teki iletkenlik değişimi.....	30

## SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AAS	Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
TOK	Toplam Organik Karbon
HCL	Oyuk Katot Lambası
HES	Hidroelektrik Santrali
Pb	Kurşun
Zn	Çinko

# 1. GİRİŞ

Enerji, yaşamın başlangıcından bu yana en büyük ihtiyaçlardan biri olmuştur. Bu sebepten yaşamın başlangıcından itibaren enerji kaynakları tüm dünyayı ilgilendirmiştir. Bu uzun süreç içerisinde nüfusun artması ve sanayinin gelişmesine paralel olarak enerji ihtiyacı da giderek artmaktadır. Yenilenemez enerji kaynaklarının hızla tükenmesi, tükenme hızından daha kısa bir süre içerisinde yenilenememesi, yenilenebilir kaynaklara göre çevreye daha fazla zarar vermesi nedenlerinden ötürü kullanımının azaltılarak yenilenemez kaynaklar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelinmesi faydalı olacaktır.



Şekil 1.1. Enerji kaynakları (<https://www.enerjibes.com/enerji-kaynaklari>)

## 1.1. Enerji

Bir cismin veya sistemin iş yapma yeteneği olarak tanımlanan enerji; kimyasal enerji, ısı enerjisi, elektrik enerjisi, mekanik enerji olarak sınıflandırılabilir ve bu enerjiler dönüşüm sistemleri ile birbirlerine dönüştürülebilmektedir. Bu çalışmada enerji kavramıyla genel anlamda elektrik enerjisinden bahsedilmektedir.

## **1.2. Enerji ve Çevre İlişkisi**

Ülkemiz enerji ihtiyacının büyük bir kısmını farklı ülkelerden fosil yakıtlar ithal ederek karşılamaktadır. Bunlar, en fazla zararlı gaz yayan enerji kaynaklarıdır. Fosil yakıtları ithal etmek, ülkemizi enerji konusunda dışa bağımlı hale getirmektedir ve aynı zamanda fosil yakıtların kullanımı çevreyi de olumsuz yönde etkilemektedir. Yakıncı ve Kök'e (2017) göre fosil kökenli yakıtlar; petrol, doğalgaz, kömür ve nükleer enerji hem tükenebilirlik yönünden hem de çevreye verdikleri zararlardan dolayı ön plana çıkmaktadır.

Özellikle fosil yakıt kullanımı dünyadaki tüm canlı yaşamını tehdit etmektedir. Bayraç (2010), temiz ve doğada bol miktarda bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarının ,küresel ısınma gibi çevre sorunlarını artıran fosil yakıtların kullanılmasından daha cazip olduğunu belirtmiştir.

Son 200 yıllık süreçte fosil yakıtlar özellikle ucuzluğu sebebiyle yoğun bir şekilde kullanım alanı bulmuş alternatif enerji kaynaklarının gelişimini engellemiştir 1973 petrol krizi sonrası tüm dünyada alternatif enerji kaynaklarına yönelim başlamıştır (Çukurçayır ve Sağır, 2008).

## **1.3. Sürdürülebilir Enerjinin Önemi**

Enerji kaynaklarının çevre koşullarına ve insanların yaşam kalitesine etkisi kullanılan kaynağın yenilenemeyen veya yenilenebilir nitelikteki kaynaklar olmasına bağlı olarak değişmektedir. Yücel ve Özder (2018), çalışmalarında ülkemizin enerji konusunda dışa bağımlılığını ifade etmekte ve ülkemizin rüzgâr potansiyeli olduğunu bu yüzden de ülkemizde rüzgâr enerjisinin değerli olduğunu belirtmektedir.

Türkiye geliştirmekte olan ve dolayısı ile enerji ihtiyacı her geçen gün artan bir ülke olarak geleceğe dönük, güvenilir ve düşük maliyetli enerji temin kaynaklarını geliştirmelidir. Bu kaynaklar, düşük maliyetli, güvenilir ve çevre dostu, yenilenebilir enerji temin kaynaklarıdır. Bahsedilen bu yenilenebilir enerji alternatif kaynakları Türkiye'nin enerji faturasını hafifletmeye yardımcı olacaktır. Bu sayede yenilenebilir enerji kaynakları büyük sosyoekonomik kazanımlar sağlayacaktır (Şahin, 2012).

Torunoğlu (2013), tez çalışmasında yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgâr enerjisinin lkemizde geniş üretim ve kullanım potansiyeli olduğunu belirtmektedir.

#### 1.4. Türkiye’de Enerji Kaynakları

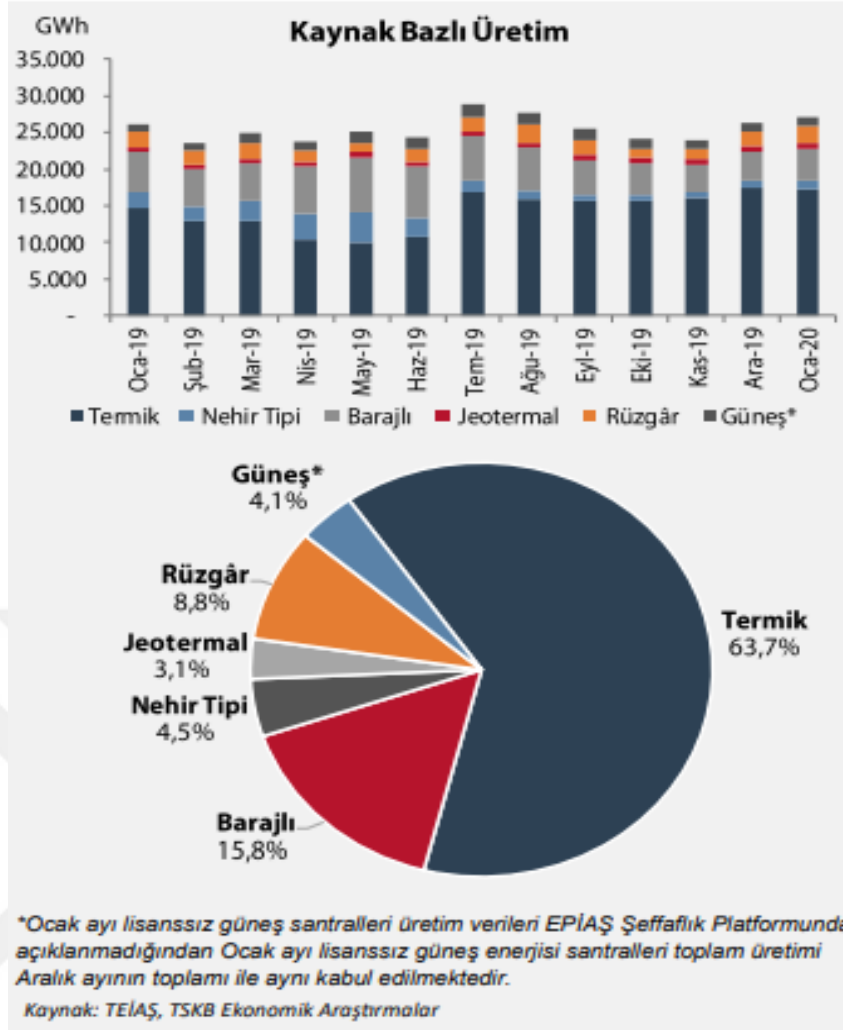
Gelişmekte olan ülkemiz sanayileşme faaliyetleri, artan nüfus, hayat standartlarının artması ,yeni teknolojilere yönelim gibi nedenlerden her geçen yıl daha fazla enerji tktmek durumundadır. Türkiye’nin enerji kaynakları çok çeşitlidir, enerji kaynakları kullanımında da bu çeşitliliği sağlamalıyız (Kaya ve Kaya, 2013).

Kaynaklar açısından bakıldığında, 2019 yılı itibariyle, toplam elektrik üretiminin %37,18’i kömürden, %29,21’i hidroelektrik santrallerden, %18,64’ doğal gazdan, %13,24’ jeotermal, rüzgâr ve güneş enerjisinden, %1,49’u yenilenebilir atıktan, %0,24’ sıvı yakıtlardan sağlanmışır.

Kaynaklar	2018 Yılı Payı (%)	2019 Yılı Payı (%)
Kömür	37,15	37,18
Hidroelektrik	19,66	29,21
Doğal Gaz	30,34	18,64
Jeotermal+ Rüzgâr+Güneş	11,54	13,24
Yenilenebilir Atık	1,19	1,49
Sıvı Yakıtlar	0,11	0,24

şekil 1.2. Türkiye’de 2018 ve 2019 yılında kullanılan enerji kaynaklarının oransal dağılımı (<https://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/enerji-bulteni-ocak-2020.pdf>)

2018 ve 2019 yılları kıyaslandığında kömür, hidrolik kaynaklar, biyoyakıtlar, jeotermal, rüzgâr ve güneşten yararlanma oranı artarken; doğal gazdan yararlanma oranında düşme görülmüştür.



Şekil 1.3. Türkiye’de üretilen enerjinin kaynaklara göre dağılımı  
(<https://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/enerji-bulteni-Ocak-2020.pdf>)

## 2. YENİLENEBİLİR ENERJİ

Yenilenebilir enerji için genel bir tabirde bulunmak gerekirse; sürekli devam eden, doğal süreçlerde var olan enerji döngüsünden elde edilen enerji diyebiliriz. Kilit nokta, enerjinin doğal süreçlerden ortaya çıkması ve tüketildiği hızdan daha yüksek bir hızda kendini yenilemesidir. Uluslararası Enerji Ajansı, yenilenebilir enerji kaynaklarını biyokütlenerjisi, güneş enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerji, rüzgâr enerjisi, okyanus enerjisi olarak sıralamaktadır. Bazı kaynaklarda, hidrojene de yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer verilmektedir.

Günümüzün temel tüketim araçlarından biri olan enerjinin; temiz, ekonomik ve verimli kullanımı, ülkelerin gelişmişlik düzeyleri hakkında bilgi vermektedir. Tüklenen doğal kaynaklar, küresel ısınma, iklim değişiklikleri ve dünyada hızla artan enerji kullanımı yenilenebilir enerji kaynaklarını daha önemli hale getirmektedir (Kaya ve Kaya, 2013).

Ülkemizin ihtiyacı olan enerji miktarının daha çok yenilenebilir enerji santrallerinden karşılanması enerji konusunda dışa bağımlılığımızı azaltacak, yalnızca santrallerin kurulum ve bakım maliyetleri bulunan kaynağını ise doğadan karşılayan bu enerji santrali ekonomimizi daha güçlü duruma getirecektir. Yenilenebilir kaynakların kullanımı daha önemli hale gelmiştir. Türkiye bu sayede yenilenebilir enerjide daha aktif hale gelebilir.

### 2.1. Rüzgâr Enerjisi

Kaynağı güneş olan rüzgâr enerjisi doğal, yenilenebilir, temiz ve sonsuz bir kaynaktır. Güneş yer yüzeyini ve atmosferi homojen ısıtmaz bunun sonucunda meydana gelen sıcaklık ve basınç farkından dolayı rüzgâr oluşur (Şenel ve Koç, 2015). Rüzgârların oluşumu basınç değişiminden yani yüksekten alçağa doğru akarken, bazı atmosferik durumlar örneğin dünyanın kendi eksenini etrafında dönmesi, yerel ısı yayılımı, yüzey sürtünmeleri ve morfolojik arazi yapıları gibi nedenler ile şekillenir.



**Şekil 2.1. Rüzgâr enerji santrali (<https://www.powerenerji.com/turkiyede-kurulu-ruzgar-enerji-santralleri-elektrik-uretimi-haritasi.html>)**

Rüzgâr insanoğlunun ilk kullandığı Enerji kaynaklarından biridir. Tarihin en eski dönemlerinden bu yana rüzgâr itici güç olarak kullanılmaktadır. Ancak petrolün yaygınlaşmasıyla geri planda kalmış ve özellikle 1973 petrol krizi sonrasında tekrardan yaygınlaşmaya başlamıştır. Bugün dünyada en hızlı gelişen enerji kaynağıdır (Çukurçayır ve Sağır, 2008).

Rüzgâr enerjisi sürekli büyüme içerisinde. Rüzgâr enerjisi potansiyelinin %90'ının hasat edilmesi imkânsız olmasına rağmen hasat edilebilir güç, küresel enerji talebinin birkaç kat üzerindedir. Rüzgâr enerjisinin kısıtlarından biri de rüzgâr kaynaklarının bol olduğu yerlerde altyapı eksikliği ve nüfusun azlığıdır. Mesela Afrika kıtasının rüzgâr enerji potansiyeli fazla olmasına rağmen buralarda hem enerji talebi az hem de bu potansiyeli karşılayacak altyapı bulunmamaktadır. Bu sebeplerle rüzgâr enerjisinin kullanımı hem elektrik talebinin fazla olduğu hem de temiz enerji için fazladan ödeme yapmaya istekli ve çevre bilinci gelişmiş Avrupa'da daha yaygındır.

### **2.1.1. Türkiye'de rüzgâr enerjisi**

Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyeli zenginidir. Bunu dağlık arazi yapısına ve farklı iklim tiplerine sahip olmasına bağlayabiliriz. Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları

açısından zengin bir ülke olmasına rağmen, çeşitli sebeplerle bundan etkin şekilde faydalanamamaktadır. Mevcut durumda çok yaygın olarak kullanılmasa da teknolojik gelişmelerle üretim maliyetleri düşerek zamanla fosil yakıtlarla rekabet edebilecek seviyeye ulaşacaktır. Rüzgâr enerjisi gerek kurulum maliyetinin düşük olması gerekse işletimlerinin kolaylığı nedeniyle yenilenebilir enerji kaynakları arasında ilk sıradadır. Elektrik üretiminde rüzgâr ucuz, hızla gelişen ve en çok yatırımın yapıldığı yenilenebilir enerji kaynağıdır (Kaya ve Kaya, 2013).

### **2.1.2. Çevresel etkileri**

Sera etkisi, asitleme ve diğer hava veya su kirliliği türleri gibi diğer çevresel konularda, rüzgâr enerjisi, geleneksel fosil yakıt enerji kaynaklarından önemli ölçüde daha temizdir.

### **2.1.3. Doğal yaşama etkileri**

Rüzgâr enerjisi, çevre etkileri yönünden zararsız olarak nitelendirilebilecek bir enerji kaynağıdır. Bütün çevresel etkileri göz önündedir. Uzun vadede ortaya çıkabilecek bir etki tespit edilememiştir. Rüzgâr türbinleri rüzgârın kinetik enerjisini elektrik enerjisine çevirirken yüzey atmosfer değişimlerine neden olur. Atmosfer içerisindeki değişiklikler bölge ikliminde değişime yol açabilmektedir (Zhou vd., 2012). Amerika Birleşik Devletleri'nde yaptıkları bir çalışmada rüzgâr santrallerinin yoğun bulunduğu bir alanda yaklaşık 8 yıllık bir dönemin uydu verilerinden bölgenin ortalama sıcaklığının 0,78 °C ısınma eğiliminde olduğu sonucuna varmışlardır. Tabi ki buradaki ısınma genel değil bölgesel bir sıcaklık artışıdır.

Fiziksel kirlilik olarak da tanımlanan gürültü kirliliği, sesin çeşitli kaynaklardan yayılarak hoş gitmemesi, insanı rahatsız ederek ya da insanlar üzerinde olumsuz sayılabilecek fizyolojik ve psikolojik etki yaratabilmesi sürecidir (Akman vd., 2000).

Rüzgâr türbinlerinin güç kapasiteleri birbirinden çok farklı olsa da; rüzgâr türbini teknolojisindeki gelişmeler sonucunda gürültü seviyeleri arasındaki farkın önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte doğal olarak rüzgâr türbinlerinde oluşan gürültü seviyesinin de ilerleyen yıllarda minimum düzeye ineceği tahmin edilmektedir. Kurulu kapasitelerin olduğu yerlerde, rüzgâr türbini çiftliklerinin

yakınında ikamet eden kişilerden gürültü üzerine bazı şikayetler geldiği bilinmektedir. Gürültüden etkilenmede psikolojik etkenler de önemlidir. Yapılan çalışmalarda gürültü kaynağının görülmesi psikolojik olarak gürültü algısını arttırmakta iken rüzgâr çiftliklerinden ekonomik kazancı olan kişiler ise gürültüden daha az etkilenmektedir (Doğanlı, 2010).

#### **2.1.4. Canlı yaşamına etkileri**

Rüzgâr türbinlerinden en fazla etkilenen canlı gruplarından biri kuşlardır. Rüzgâr türbinleri, çalışması sırasında kuş ölümlerine neden olabilmektedir. Yerleşik kuşların rüzgâr türbinlerine kolayca alışıarak yuva yaptığı bilinmektedir. Kuşların toplu göçü esnasında kuş ölümleri ekseriyetle karşılaşılan bir durumdur. Türbin kanatları, göçmen kuş sürüleri genellikle 150 metreden daha yüksekte uçmaktan olduğundan herhangi bir tehlike oluşturmamaktadır.

Hindistan'da yapılan bir çalışmada rüzgâr santrallerinin bölgede yaşayan yırtıcı kuşların sayısında azalmaya neden olduğu ve bunun sonucunda bu kuşların avladıkları kertenkelelerin sayılarında artış yaşandığı sonucuna ulaşılmıştır (Thaker vd., 2018). İsviçre'de yapılan başka bir çalışmada, rüzgâr türbinleri biyolojik çeşitlilik üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmasa da çevredeki kuş ve yaras popülasyonunun nüfus artış hızı ile santraldeki türbin sayısı arasında ters orantı olduğu ve çarpışma kaynaklı ölüm yoluyla kuş ve yaras popülasyonlarını etkiledikleri sonucuna varılmıştır (Schaub, 2012).

Elektromanyetik alanın oluşmasının nedeni rüzgâr türbini kanatlarının ve gövdesinin ayna görevi görmesidir. Alıcıdan gelen sinyaller yansıtılır ve yansıyan sinyaller alıcıya gelen doğrudan sinyallerle etkileşime girebilir. Büyük bir metal kanatlı rüzgâr türbini, düşük kaliteli bir alıcı ve verici arasında zayıf sinyalleri dağıttığında meydana gelir. Yapılan araştırmalarda, elektromanyetik etki ile TV ve radyo yayınlarının, havacılık ve denizcilik haberleşmelerinin olumsuz etkilendiği ortaya konmaktadır.

(Özkaya vd., 2008)'e göre Rüzgâr türbinlerinin elektromanyetik etkisi, kanat boyutuna ve malzemesine göre de değişir. Metal malzemelerin kullanıldığı türbinlerde gürültü ve elektromanyetik girişim oranları yüksektir.

Yapılan çeşitli araştırmalar, elektromanyetik alanların insan sağlığı üzerine etkileri bakımından bilimsel bir kesinliğin olmadığını ancak bu alanların zararlı etkileri konusunda ihtiyatlı davranmanın gerektiğini ortaya koymaktadır (Keleş, 2013).

Rüzgâr türbinleri çevredeki manzara üzerinde etkilidir. En önemli görsel etkileri; rüzgâr türbinlerinde gölge titreşimi ve parıltı etkisidir. Rüzgâr türbinlerinin dönen kanatları, gün doğumu ve gün batımı sırasında gölge oynamasına ve gölge titreşimine neden olabilir. (Şenel ve Koç, 2016).

## 2.2. Güneş Enerjisi



Şekil 2.2. Güneş enerji santrali (<https://www.tenva.org/turkiyenin-en-buyuk-gunes-enerjisi-santrali-hizmete-acildi/>)

Güneş enerjisinin yenilenebilir enerji kaynakları içinde en temiz kaynaklardan biri olduğu bilinir. Güneş ışınlarından gelen ışınlar güneş panellerinde elektrik enerjisine dönüştürülür. Güneş enerji santrallerinde yani GES’lerde paneller aracılığı ile elektrik enerjisine dönüştürülmüş olan bu enerji büyük güneş pillerinde veya akülerde depo edilir. Çoğu yenilenebilir enerji kaynağında olduğu gibi kaynağını doğadan aldığı için hammaddeye para harcanmaz. Güneş enerji santrallerinin maliyeti; kullanılacak malzemeye, üretilmek istenen enerji miktarına, coğrafi konumuna göre farklılık göstermektedir. Günümüzde sıklıkla güneş enerji santralleri ile karşılaşmaktayız. Çünkü temiz, depolaması kolay ve sınırsız bir kaynaktır.



## 2.3. Jeotermal Enerji



Şekil 2.4. Jeotermal enerji santrali (<https://sehatek.com.tr/blog/jeotermal-enerji-nedir-kullanim-alanlari-nelerdir/>)

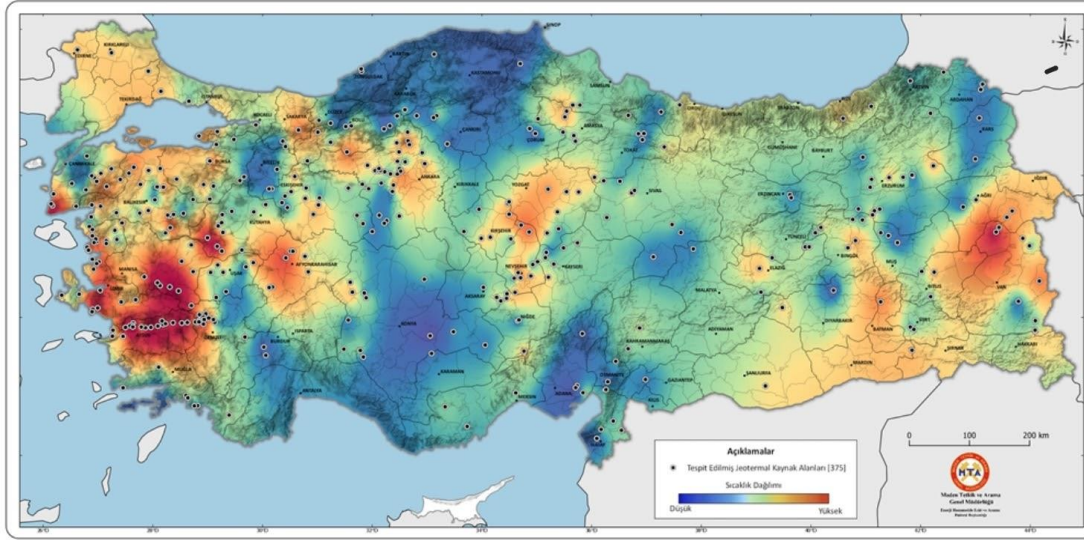
Jeotermal kaynaklar, yeraltında farklı derinliklerde toplanmış olan ısı veya minerallerin oluşturduğu bir enerjidir. Günümüzde bu enerjiden farklı alanlarda faydalanılmaktadır. Ayrıca bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde, çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla çözülmüş mineral, çeşitli tuz ve gazlar içeren, basınç altında sıcak su ve buhar vasıtasıyla yüzeye taşınan ısı olarak tanımlanabilir. Jeotermal enerji, genellikle yüzey sularından veya özel olarak açılmış sondaj kuyularından, zeminden yüzeye ulaşan çatlak ve kırıkların oluşturduğu zayıf zonlar kullanılarak elde edilir.

Jeotermal enerji genellikle ısı ve elektrik üretimi, termal turizm, sera ve sağlık alanında kullanılmaktadır. Rüzgâr, yağmur, güneş gibi meteoroloji olaylarından bağımsızdır. Yıl boyunca üretimi devam eder. Çok az da olsa çevreye hidrojen sülfür salar. Ancak diğer enerji kaynaklarına göre çevreye verdiği kirlilik miktarı çok daha düşüktür.

### 2.3.1. Türkiye'de jeotermal enerji

Türkiye, III. ve IV. jeolojik zamanlarda oluşmuş genç arazi yapısına sahiptir. Bu sebepten aktif fay hatları bulunur ve bu faylar jeotermal enerji potansiyeli bakımından oldukça zengindir. Jeotermal potansiyel olarak zengin bölgeler ile aktif faylar arasında

paralellik vardır. Haritada da görüldüğü üzere Batı Anadolu, jeotermal potansiyeli açısından son derece önemlidir.



**Şekil 2.5. Türkiye'nin jeotermal kaynakları ve sıcaklık dağılımı**  
(<https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>)

Ülkemizde jeotermal kaynaklardan daha çok sağlık turizminde faydalanılmaktadır. Her yıl binlerce turist sağlık turizmi kapsamında ülkemize gelmektedir. Bunun yanında jeotermal kaynaklar, konutlarda ve seralarda ısıtma amaçlı olarak da kullanılmaktadır. Denizli, Aydın, Çanakkale, Kütahya, İzmir, Manisa illerinde ise elektrik üreten jeotermal tesisler bulunmaktadır. Türkiye jeotermal enerji bakımından oldukça verimli bir kaynağa sahiptir. Yüksek kapasiteye sahip ülkemizin bu kaynağı kullanması ülke ekonomisine oldukça büyük fayda sağlamaktadır. Ek olarak yenilenebilir bir enerji kaynağı olmasından dolayı ekolojik dengeye de fayda sağlamaktadır. Bu sayede doğayı koruyabilir ve gelecek nesillere aktarabiliriz.

#### **2.4. Biyokütle Enerjisi**

Tarım atıkları, orman sektörü organik atıkları, hayvansal atıklar veya şehir atık suları çürütülerek elde edilen yakıtla biyogaz, bu enerji türüne biyokütle enerjisi denilmektedir. Yani biyokütle enerjisi organik maddelerden çeşitli yollarla elde edilen enerjidir. Bilinen en eski hammaddesi; yakacak odun, odun kömürü ve hayvan gübresidir. Odun, kolza, ayçiçek, soya vb. yağlı tohum bitkileri, patates, buğday, mısır vb. karbonhidrat bitkileri, keten, kenevir vb. elyaf bitkileri, bezelye, fasulye, buğday

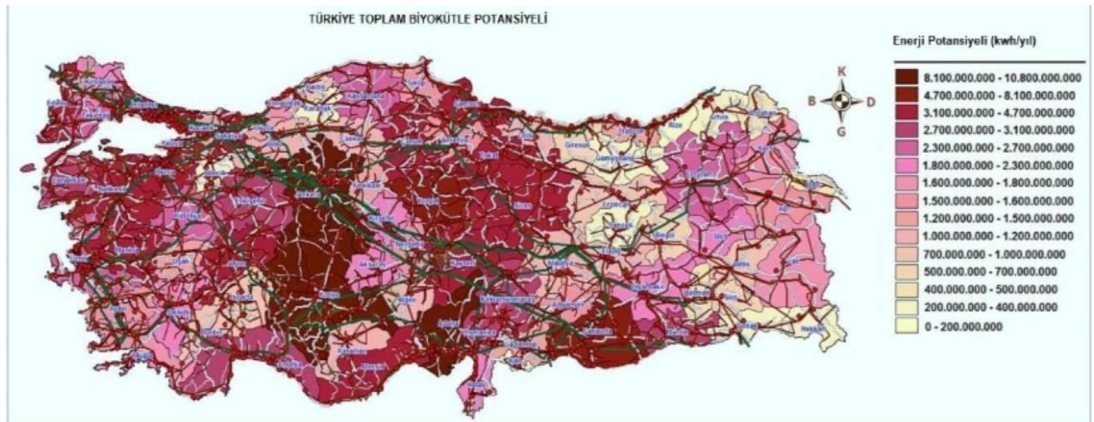
vb. protein bitkileri, dal, sap, saman, kök, kabuk vb. bitkisel artıklar, hayvansal atıklar, kentsel ve endüstriyel atıklar mevcut yakıtlara alternatif çok sayıda katı, sıvı ve gaz yakıtlara dönüştürülmektedir.



Şekil 2.6. Biyokütle enerji tesisi (<https://www.enerjiportali.com/eskisehire-yeni-bir-biyokutle-enerjisi-santrali-kurulacak/>)

Biyokütle enerjisi kırsal kesim ve sürdürülebilir enerji açısından önemli bir yere sahiptir. Bu durum yerel iş sahasının açılmasında da etkilidir. Kimyasal özellikleri bakımından depolanması veya transportu güvenlidir. Sadece depolanması anlamında geçici bir çevresel kirlilik riski oluşturabilir.

#### 2.4.1. Türkiye’de biyokütle enerjisi



Şekil 2.7. Türkiye’nin biyokütle potansiyeli (<https://docplayer.biz.tr/188995936-13-turkiye-de-biyokutle-enerjisi.html>)

Türkiye biyokütle enerji potansiyeline sahip, gerek üretim ve gerekse geniş çaplı kullanım alanına sahiptir. Bu potansiyel ülkemizin iklim koşulları ve su kaynakları ile de ilişkilidir. Modern biyokütle teknikleri kapsamında, enerji ormancılığı ve enerji bitkileri tarımından yararlanılması çalışmaları yapılmaktadır.

Türkiye’de ilk olarak 2005 yılında biyoyakıtlı motor uygulanmıştır. Buradan elde edilen biyoetanol benzine belli bir oranda karıştırılarak satılmıştır. Ülkemizde biyogaz; organik gübre üretimi, çevreci elektrik, çevre kirliliğini önleme ve uluslararası düzeyde izlenebilen faydalı bir enerji kaynağıdır. Belediyeler bu konuda fizibilite çalışmaları yapmaktadır. Tarım Bakanlığının da desteği ile bitkisel ve hayvansal kökenli organik atıkların bilinçsiz kullanımı yerine biyogaz üretimi için kullanımı ayrıca halkın bilinçlendirilmesi ve tesisler kurulması için çalışmalar yapılmaktadır.

## 2.5. Hidroelektrik Enerji Santralleri (HES)

Hidroelektrik enerji, sudaki potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştürülerek elektrik üretimi sağlanmasıdır. HES'ler suyun yüksek bir yerden alçak bir yere hareketi sırasında mevcut bulunan potansiyel enerjinin dönüşümü ile elektrik enerjisi elde edilen santrallerdir (Yaman ve Haşıl, 2018).



**Şekil 2.8. Hidroelektrik enerji santrali (<https://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik/karakaya-barajı.html>)**

Nehir tipi ve depo tipi olmak üzere iki tip hidroelektrik santral bulunmaktadır:

### 2.5.1. Nehir tipi hidroelektrik santraller

Doğal bir akarsu yatağından gelen suyun belli bir uzaklığa taşınması sonra da belli bir yükseklikten düşürülmesi sonucu türbinleri döndürmesi ve bu sayede elektrik üretilmesi sistemine dayanmaktadır. Nehir tipi hidroelektrik santrallerde depolama yoktur. Suyun birikmesi amacı ile nehir içerisine set çekilmektedir. Nehir suyu bir boru, tünel vb. ile santrale yönlendirilip elektrik üretilmektedir.

### **2.5.2. Depo tipi (barajlı) HES**

Baraj kurulumu ile biriktirilen suyun kullanılmasına dayalı HES'lerdir. Bazı çalışmalarda bu santrallerin çevreye, nehir tipi santrallerine göre olumsuz bir etkisinin de olduğu belirtilmiştir.

### **2.5.3. Türkiye'de HES**

Ülkemizin coğrafi konumu hidroelektrik gücünden yararlanabilmesi için uygundur. Çünkü ülkemiz yüksek ve dağlıktır. Kaynağını doğadan aldığı için de HES projeleri son yıllarda artarak devam etmektedir. (DSİ, 2019a) verilerine göre 683 adet HES aktif olarak çalışmakta, 47 adet HES inşaat halinde ve 281 adet HES ise lisans ve proje aşamasında olduğu görülmektedir. Yine aynı verilere göre bu HES'ler ülkemizin kurulu gücünün %31,2 sini oluşturmaktadır (DSİ, 2019b).

### **2.5.4. Çevresel etkileri**

Hidroelektrik santrallerin ortaya çıkaracağı sorunlar; planlama, yapım, işletme ve eşgüdüm aşamalarında ortaya çıkabilir.

### **2.5.5. Doğal yaşama etkileri**

HES'ler ekosistemde önemli değişikliklere neden olabilir. Bu da canlı türlerini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca akarsuyun akış düzenini değiştirmesi, barajların kültürel ve tarihi bölgeleri sular altında bırakması ve kıyılarda aşırı erozyona neden olması önemli sakıncalar arasındadır (Yaman ve Haşıl, 2018). Bu yüzden mevcut havzada bulunan bitki ve hayvan çeşitliliği göz önünde bulundularak HES projeleri planlanmalı ve uygulanmalıdır.

### **2.5.6. Canlı yaşamına etkileri**

Hidroelektrik santralin inşası sonrasında belli bölgeler yapay bir engel oluşturularak akarsu sisteminden, göl ekosistemine benzer ve durgun su ekosistemi meydana getirilir. Buna bağlı olarak da ırmağın, nehrin, çayın vb. akıntı hızı, debisi, su sıcaklığı

gibi karakteristik özelliklerinde değişimler olmaktadır. Bu değişimler fiziko-kimyasal ve ekolojik özellikler açısından canlıları etkiler. Örneğin bu akarsuda yaşayan canlıların; özellikle balıklarda üreme bölgeleri ile mevsimleri ve dağılımlarını olumsuz yönde etkileyebilir. Dalaman çayı üzerinde bulunan bir baraj gölünde yapılan çalışmada daha önce bu bölgede yaşadığı tespit edilen bazı balık türlerinin tükendiği gözlemlenmiştir (Özdemir vd., 2007).

Gerek rüzgâr enerjisi gerekse hidroelektrik enerjinin çevreye olumsuz etkileri bulunmaktadır. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve yaygınlaştırılması hem ekonomik hem de ekolojik açıdan fosil yakıtlara göre rasyoneldir. Ekolojik etkileri yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre daha düşüktür.

Bu enerji kaynaklarının çevreye olan etkileri incelenirken bazı parametreler göz önünde bulundurulmalıdır. Aşağıda çevreye olan etkileri sebebi ile su kalitesinde meydana getirilebilecek bazı değişiklikler listelenmiştir:

- Suyun renk, tat, koku ve bulanıklık değişiklikleri,
- Su, yüksek yeşil alg içeriği nedeniyle yeşil bir renge, mavi-yeşil alg türlerinin varlığında kırmızı bir renge sahip olabilir. Bu etki, suya estetik olmayan bir görüntü verir ve içme suyu kaynağı olarak su kullanıldığında ek maliyetlere yol açar.
- Gölün biyolojik olarak tıkanması ve dolayısıyla göl tabanındaki organik madde içeriği ve organik artıkların büyümesi nedeniyle hacminde azalma,
- Organik maddeyi aşırı miktarı nedeniyle serbest bırakamama ve dönüştürememe,
- Anaerobik ayrışma koşullarının ortaya çıkması nedeniyle karbondioksit, demir, manganez, amonyak ve hidrojen sülfid konsantrasyonunda belirgin artış,
- Demir ve manganezin çökelme reaksiyonlarının meydana gelmesi nedeniyle su depolama tesislerinin korozyonu,
- İnsanlarda mide-bağırsak hastalığına neden olan toksik maddelerin ortaya çıkması,

- Su kalitesindeki değişiklikler nedeniyle özel balık türlerinin ortak türlerle değiştirilmesi.

### **2.5.7. Dünya’da HES**

Dünya’da hidroelektrik enerji potansiyeli ile ilgili teorik, teknik ve ekonomik bazı farklılıklar vardır. Bu konuda yapılan araştırmalar toplam hidroelektrik enerji potansiyelinin yaklaşık 35.000 TWh / yıl olduğunu ortaya koymaktadır. Dünya enerji konseyindeki bir rapora göre “Bu potansiyelin 14,37 TWh / yıl teknik potansiyel, 8.082 TWh / yıl ise teknik ve ekonomik olarak uygulanabilir potansiyel olarak kabul edilmektedir”. Dünyanın hidroelektrik enerji potansiyelinin yaklaşık yarısı Asya kıtasında bulunmaktadır. 20. yüzyılda Avrupa ve Kuzey Amerika hidroelektrik enerji kullanımını arttırdı. Çin sayesinde Asya’da geliştirilen hidrolik enerji potansiyeli, toplam kurulu güç açısından Avrupa ve Kuzey Amerika’yı geride bıraktı. Asya, Güney Amerika ve Afrika hala büyük ölçüde gelişmemiş hidrolik enerji potansiyeline sahiptir (MK Ajansı 2019).

Dünya enerji üretiminin %16’sı hidroelektrik enerjiden üretilirken, %41 ile en büyük paya kömür sahip. Bunu %21 ile doğalgaz, %14 nükleer, %6 petrol, %1,3 biyokütle, %0,8 rüzgâr ve %0,8 ile diğerleri izlemektedir. Bu nedenle hidroelektrik, dünyanın enerji ihtiyacının karşılanmasında en büyük 3. paya sahip olması nedeniyle önemlidir.

### **3. KİRLİLİK PARAMETRELERİ**

#### **3.1. Kimyasal Oksijen İhtiyacı(KOİ)**

Suyun kirlilik derecesini belirlemede kullanılan en önemli parametrelerden biri kimyasal oksijen ihtiyacıdır. KOİ, suyun incelenmesi üzerine yapılan çalışmalarda önemli ve hızlı sonuç alınan bir parametredir. KOİ testi kısaca sudaki karbonlu maddelerin karbondioksit dönüşüne kadar ihtiyaç duyulan oksijen miktarını ifade etmektedir. Oksidasyonun hızlandırılması için katalizörler kullanılarak reaksiyon tamamlanır. Testte ulaşılan sonuç sudaki kirletici maddedeki karbonu gidermek için harcanan oksijen miktarıdır. Testin sonucunda oksijen ihtiyacı, suyun içerisinde bulunan karbon miktarının dolaylı bir ölçüsüdür. Elde edilen kalibrasyon eğrisi denklemi ile numunenin KOİ değeri bulunur.

#### **3.2. Toplam Organik Karbon(TOK)**

Toplam organik karbon, atık sularda organik kirliliği belirleyen en önemli parametrelerden birisidir. Organik kirleticiler sularda bulunan oksijeni harcayarak kirlenmeye sebep olurlar. Bu organik kirleticiler başlıca evsel kaynaklar olabildiği gibi endüstriyel kaynaklı da olabilmektedir. Bu kirletici etkenlerin sulara karışması sonucu zamanla suyun dip kısmında toplanırlar. Bu olaya sedimentasyon denir. Sedimentasyon olayı hem organik hem de inorganik maddeler için geçerli bir tanımlamadır. Bu ortamda mikroorganizmalar suda çözülmüş oksijeni kullanıp sedimentteki organik maddeleri parçalayarak bunun sonucunda su, CO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> ve PO<sub>4</sub> meydana getirirler.

### 3.3. Ağır Metal Etkileri

Barajlar ve rezervuarlar, ağır metallerin birikmesi için bir havuz görevi görebilir. Su ortamlarındaki hareketliliği ve kullanılabilirliği, öncelikle pH, çözülmüş oksijen ve organik madde içeriği dahil olmak üzere su kalitesi parametreleri tarafından kontrol edilir. Elementlerin oksidasyon seviyeleri yukarı doğru yayılırken, oksitlenir ve yeniden çökelmeye başlar. Örneğin alüminyum (Al), çözünmeyen silikoalüminat olarak meydana gelen, tortuda doğal olarak bol bulunan bir elementtir. Suyun pH'ı düşük olduğunda, Al'ın çözünmesi artar, böylece sudaki konsantrasyonu artar. Barajlar ve rezervuarlar da ağır metallerin taşınmasını kolaylaştırmada önemli bir rol oynamaktadır. Bir barajdan veya rezervuardan su salındığında, çökeltilerin yüksek akış hızı altında yeniden süspanse edilmesi sonucu, akıntı yönünde ağır metalleri taşıma eğilimi göstermektedir (Sim vd., 2016).

## 4. MATERİYAL ve METOT

Bu çalışmada Muğla ilinin Fethiye ve Dalaman ilçelerinde bulunan HES'lerden çıkan sularda TOK, KOİ, iletkenlik, pH ve Pb ile Zn analizleri yapılarak çevreye olan etkileri incelenmiştir. Numuneler Eylül 2020, Ocak 2021 ve Mayıs 2021 aylarında olmak üzere 3 dönem halinde HES'lerden çıkan sulardan alınmıştır. Kurşun ve çinko analizi yapmak için konsantrasyonu bilinen çözeltilerden kalibrasyon eğrileri ile HES'lerden aldığımız numuneler karşılaştırılıp değerlendirilmesi yapılmıştır.

### 4.1. Atomik Absorpsiyon Spektrometresi

Absorpsiyon spektroskopisi, çözeltilerdeki emici türlerin (kromoforlar) konsantrasyonlarını belirlemek için kullanılan en yaygın tekniklerden biridir. Kimyacıların ağır metal analizinde kullandıkları etkili bir analiz yöntemidir. Işığın atomlar tarafından emilmesi, hem nicel hem de nitel analiz için güçlü bir analitik araç sağlar. Atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS), temel durumdaki serbest atomların belirli bir dalga boyundaki ışığı absorbe edebilmesi ilkesine dayanır. Her element için absorpsiyon spesifikdir, başka hiçbir element bu dalga boyunu absorbe etmez. AAS, örneğin biyolojik, metalurjik, farmasötik ve atmosferik numunelerin eser metal analizi için kullanılan tek elementli bir yöntemdir. Atom türlerinin spektroskopik tayini, yalnızca Ag, Al, Au, Fe ve Mg gibi atomların birbirinden iyi ayrıldığı gazlaştırılmış bir numune üzerinde gerçekleştirilebilir(Matusiewicz, 1997).

Çalışmalarda GBC Avanta serisi atomik absorpsiyon spektroskopi cihazı kullanılmıştır. Kullanılan spektroskopik cihazın hem kurşun ve hem de çinko için uygulanan çalışma koşulları Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'deki gibidir.

Bu çalışmada analiz edilen ağır metaller Pb ve Zn olmak üzere iki çeşittir. Bu metal konsantrasyonlarının belirlenmesi için HES'lerden çıkan su, 1 L'lik şişelerde toplanmış, süzölmüş ve %2 nitrik asit ile sabitlenmiştir.

**Çizelge 4.1. AAS için çalışma koşulları**

Parametre	Çalışma Koşulları
Dalga Boyu	283.1 nm (Pb), 394 nm (Zn)
Lamba Akımı	10,0 mA
Bant Genişliği	0,5-1 nm
Işın Kaynağı	Oyuk Katot Lam
Yakıt Türü	Hava/Asetilen
Yakıt Oranı (L/dakika)	12,5/3,1
Taşıyıcı Gaz	Argon

**Çizelge 4.2. Kullanılan reaktifler**

Kimyasal Reaktifin Adı	Üretici Firma
HCl (%37, w/w)	Merck
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%95, w/w)	Merck
HNO <sub>3</sub> (%65, w/w)	Merck
Zn standart çözeltisi (1000 mg/L)	Merck
Pb standart çözeltisi (1000 mg/L)	Merck

#### 4.2. Toplam Organik Karbon ve KOİ Standartlar Çözeltileri

TOK stok çözeltisi için 2 g Potasyum Hidrojen Ftalat (C<sub>8</sub>H<sub>5</sub>KO<sub>4</sub>) 50 ml suda çözülmüş ve 1000 ml ye tamamlanmıştır. Burada çözelti derişimi (1000 ppm karbon) olarak tanımlanmıştır. Hazırlanan stok çözelti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile pH=2 olacak şekilde tamponlanarak saklanmıştır.

Analiz prensibi olarak, sudaki organik maddeler katalitik olarak yüksek sıcaklıklarda yakarak CO<sub>2</sub> haline getirilir. Açığa çıkan CO<sub>2</sub> ölçülerek numunedeki toplam organik karbon miktarı belirlenmiştir.

KOİ analizinde kullanılacak çözeltiler ise:

- Potasyum Dikromat - Civa Sülfat Çözeltisi: 3 g Civa Sülfat HgSO<sub>4</sub> 80 ml suda çözüldü. Üzerine 15 ml derişik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1,84 g/ ml) eklendi. Bu çözelti üzerine 1 g K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> ilave edilerek 100 ml ye tamamlanmıştır.

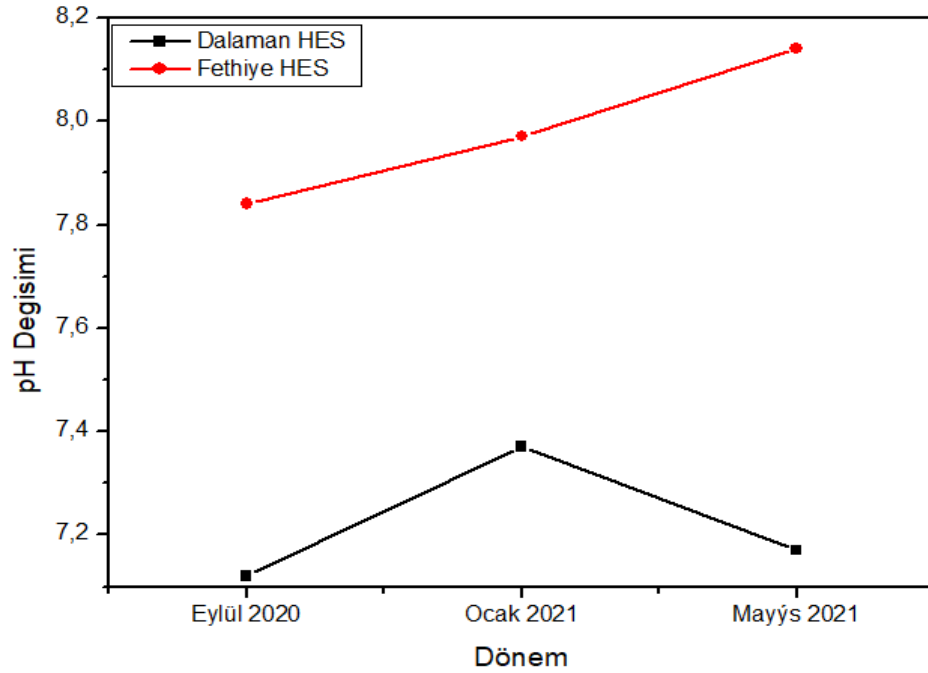
- Sulfirik Asit - Gümüş Sülfat Çözeltisi: 2 g Gümüş Sülfat ( $Ag_2SO_4$ ) 50 ml  $H_2SO_4$  (1,84 g / ml) içerisinde çözülerek hazırlanmıştır. Çözelti renkli şişede saklanmalıdır.
- Potasyum Hidrojen Ftalat (KHP) : TOK analizinde hazırlanmış olan stok çözelti kullanılmıştır.
- KOİ standartlarının hazırlanması: Stok KOİ çözeltisinden 1- 10 ppm aralığında değişen standart çözeltiler hazırlanmıştır. Bunun için yukarıda hazırlanan çözeltiler standartlara eklenmiş 150 °C sıcaklıkta 2 saat süreyle ısıtılmıştır. Elde edilen standartlar 600 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçülmüştür.



## 5. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 5.1. pH Değişimi

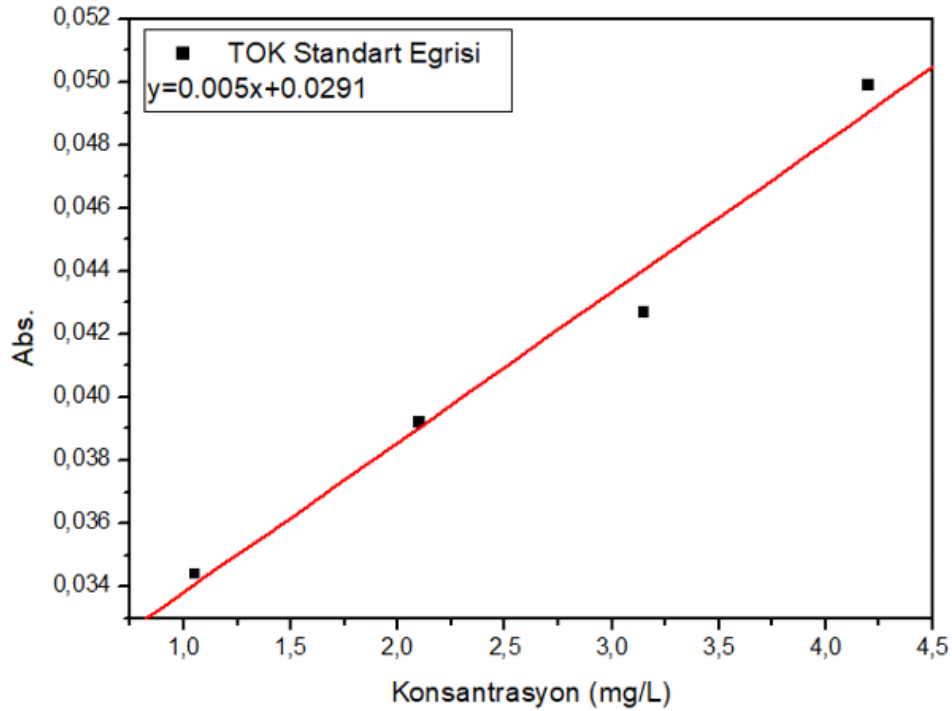
Şekil 5.1, istasyon örneklerinin dönemlere göre pH değişimini göstermektedir. Dalaman HES'te döneme göre pH değeri bir miktar artma eğilimi göstermiştir. Fakat pH değeri nötralliğe yakın alkali durumdadır. Dönemlere göre Fethiye HES örneğinde pH değeri Dalaman HES'e göre artma eğilimi göstermiştir. pH değerindeki bu farklılıklar oksidasyon indirgeme potansiyeli ile ilgili olabildiği gibi çözünebilir kimyasal türlerin varlığını tanımlar veya akış yolu üzerindeki tortulardan farklı metallerin çözünmesine izin veren bir durumdan kaynaklanmaktadır (Copaja vd., 2016).



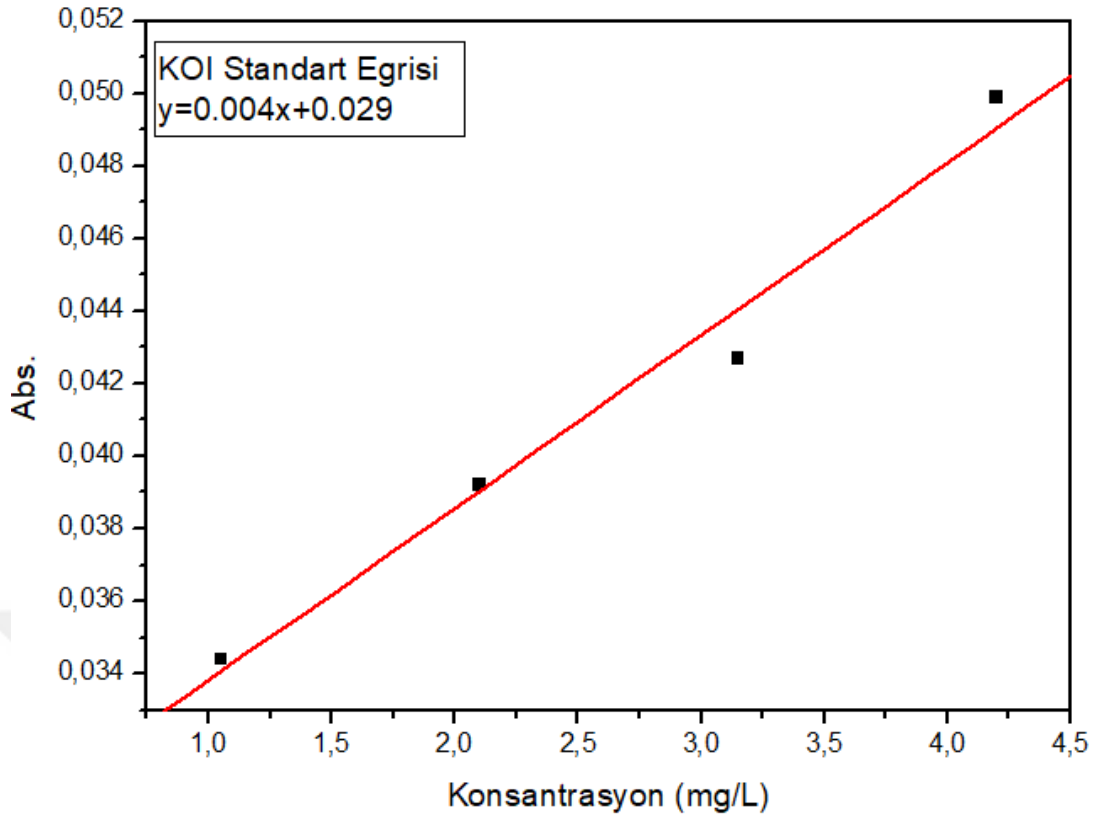
Şekil 5.1. HES'lerin dönemlere göre pH değişimi

## 5.2. TOK ve KOİ Analizleri

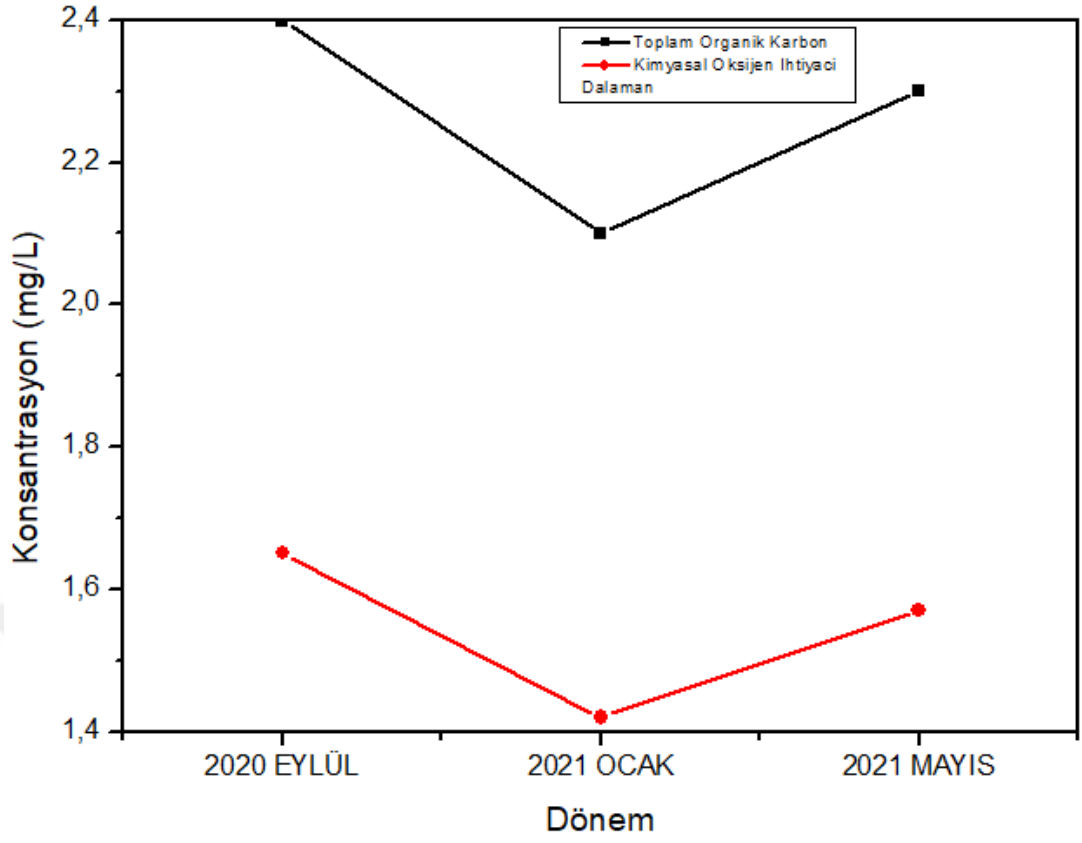
Şekil 5.2 ve Şekil 5.3'te TOK ve KOİ için hazırlanmış olan standart eğrilerini göstermektedir. Şekil 5.4'te Dalaman HES'e ait TOK ve KOİ grafiklerini göstermektedir. Buna göre eylül döneminde alınan su örneğinde TOK ve KOİ değerleri Ocak 2021 dönemine göre daha yüksek elde edilmiştir. Mayıs 2021 döneminde ise bir miktar artmıştır. Fakat bu artış Eylül 2021 döneminin üzerine çıkmamıştır. HES'lerde organik bileşenlerin ana kaynağı buharlaşmadan kaynaklanan tamamlama suyudur. Yüzeysel suları yeraltı sularına göre daha fazla organik bileşen bulundurur. Ancak yeraltı suyu kaynakları dünyanın birçok yerinde tükeniyor. Sonuç olarak, su/buhar döngüsü için yüksek saflıkta tamamlama suyu için ham kaynak olarak yüzeysel suyuna, arıtılmış suya ve hatta belediye atık suyuna daha fazla güven duyulmaktadır. Diğer bir komplikasyon, yüzeysel suyu kaynaklarının tipik olarak konsantrasyon ve organik türlerinde önemli mevsimsel değişikliklere sahip olmasıdır. Bu bağlamda TOK miktarındaki dönemsel azalma mevsimsel dönemlere göre hidrolojik akış yollarının çok fazla değişikliğe uğramadığını göstermektedir (Agren vd, 2008). Bir diğer öngörü ise olası toprak veya çamur akıntılarının disperse olmasından kaynaklanmasıdır.



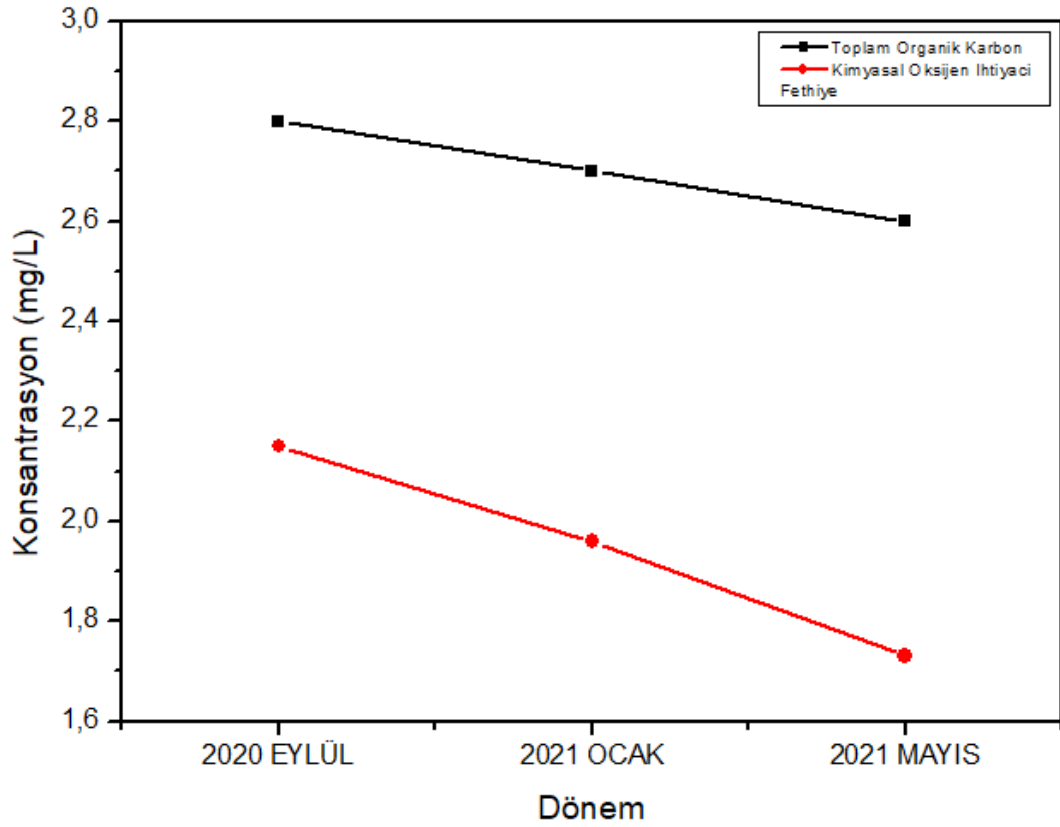
Şekil 5.2. Toplam organik karbon standart eğrisi



Şekil 5.3. Kimyasal oksijen ihtiyacı standart eğrisi

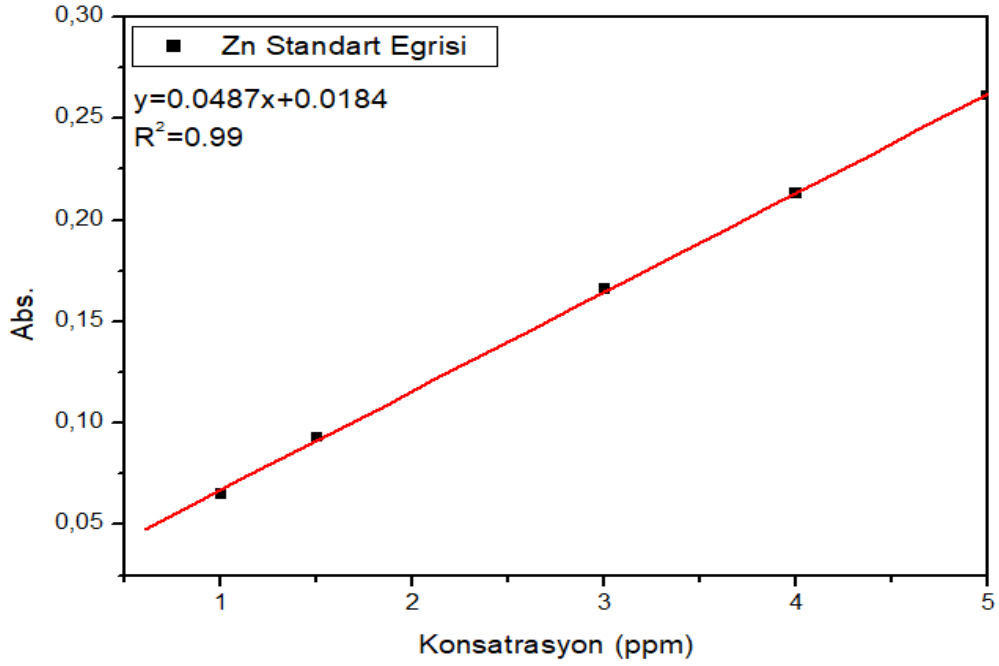


Şekil 5.4. Dalaman HES TOK ve KOİ'nin dönemlere göre değişimi

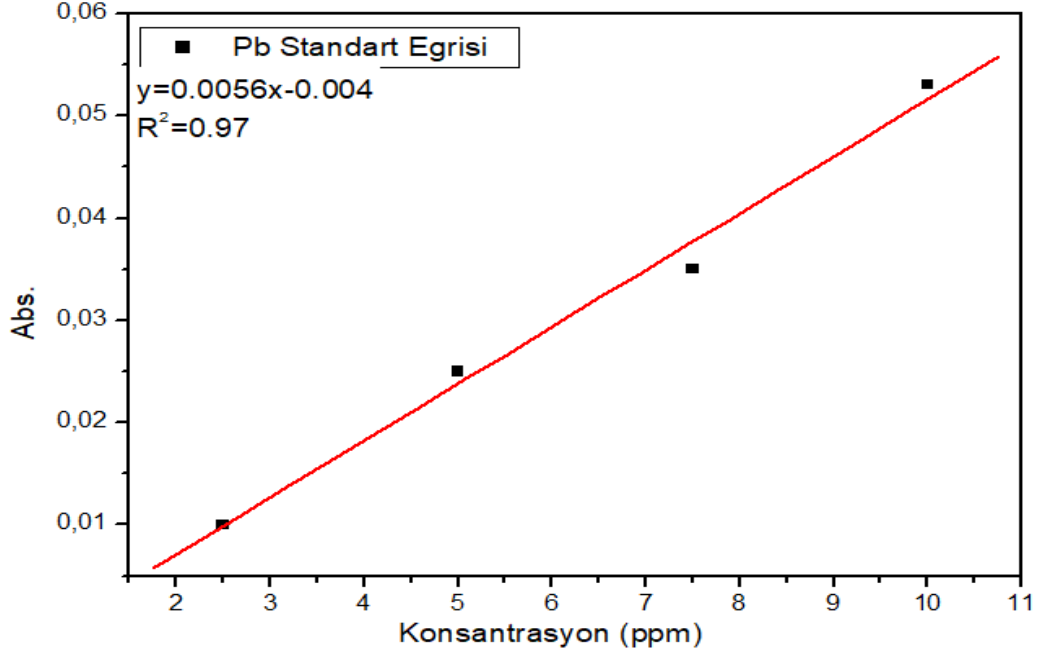


Şekil 5.5. Fethiye HES TOK ve KOİ' nin dönemlere göre değişimi

Benzer şekilde Fethiye HES'te TOK miktarı d6nemsel olarak azalma g6stermiştir. TOK değerlerindeki azalma Fethiye HES'te hidrolojik akış yollarının hiç değişmediği varsayımını doğurmaktadır. Her iki HES 6rneğinde incelenmiş olan KOİ verileri ise TOK verileri ile orantılı olarak değiştiğini g6stermiştir. Bu aslında beklenen bir sonuçtur. Fakat Fethiye HES'teki KOİ verisi Dalaman HES'e g6re bir miktar fazladır. Literat6r çalışmalarında genellikle KOİ değerinin ilkbahar ve yaz aylarında arttığı diğer yağışlı d6nemlerde ise azaldığı belirtilmiştir. Bu durum mevsimsel değişmelerin KOİ'nin konsantrasyonunda etkili değişmelere sebep olabileceğini g6stermektedir. Elde edilen bulgular incelendiğinde her iki 6rnek için en y6ksek Eyl6l 2020 d6neminde bulunan KOİ, Mayıs 2021 d6neminde azalmıştır. Fakat Dalaman HES'te az da olsa bir miktar artış g6stermiştir. Bu sonuç ortamda organik kirliliğe sebep olabilecek bir kaynağın bulunmadığı varsayımını doğurmuştur.

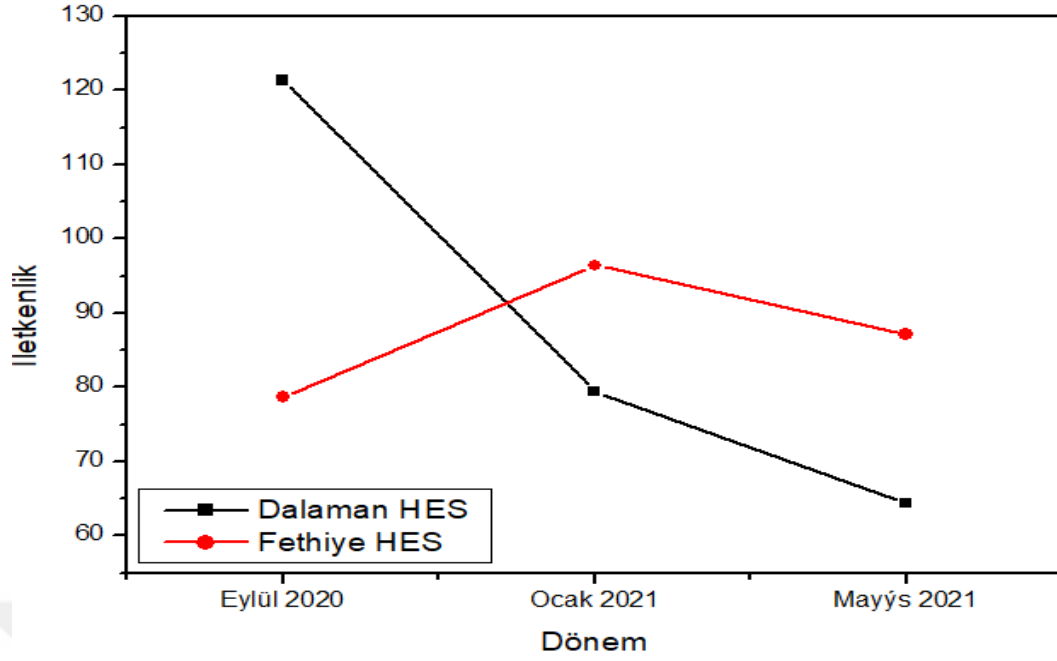


şekil 5.6. Zn standart eğrisi



Şekil 5.7. Pb standart eğrisi

Şekil 5.6 ve 5.7 Zn ve Pb'a ait standart eğrileri göstermektedir. Her iki metalin standart eğrisi 1 ve 10 ppm arasında hazırlanmıştır. Elde edilen bulgular Çizelge 5.1 ve 5.2'de belirtilmiştir. Her iki istasyondan alınan su örneklerindeki Zn ve Pb değerleri analizi limitleri altında (ALA) bulunmuştur. Bu sonuç olası ağır metal kirliliğine sebep olabilecek bir sistemin varlığının olmamasından kaynaklandığını göstermektedir. Örneklerin alındığı yerde herhangi bir ağır metal kirliliğine sebep olabilecek ağır endüstriyel sektörler bulunmamaktadır. Ek olarak, hidrodinamik çökelti koşulları da olabilir. Yani su akış yolunda çok fazla bir tortu hareketi olmaksızın devam eden bir jeolojik yapının varlığını göstermektedir.



Şekil 5.8. Dalaman ve Fethiye HES'teki iletkenlik değişimi

İletkenlik, bir çözeltinin elektrik akımı taşıma kabiliyetinin bir ölçüsüdür ve bu nedenle bir çözelti içindeki çözülmüş iyonların konsantrasyonunu temsil eder (Light, 2016). Çözülmüş iyonlar, özellikle  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$  ve  $SO_4^{2-}$  katyonları ve anyonları, kayaların çözünmesi ve karasal akış nedeniyle nehirlerde doğal olarak bulunur ve ayrıca antropojenik kaynaklardan nehirlere eklenebilmektedir (Welch vd., 2001). Bir nehrin belirli bir bölümünde bulunan çözülmüş iyonların konsantrasyonu ve bileşimi, alg topluluğunu ve dolayısıyla destekleyebileceği tüm ekosistemi güçlü bir şekilde etkilemektedir (Potapova ve Charles, 2003). Nehirlerde su iletkenliğinde bir miktar uzamsal değişkenlik beklenmektedir; örneğin, iletkenlik bir nehirde aşağıya doğru hareket etmeyi doğal olarak artırır, çünkü su daha alçak irtifalara doğru hareket ettikçe ana kayayı aşmak için daha fazla zamanı olur (Welch vd., 2001). Bilindiği gibi iletkenlikteki değişiklikler, diğer kimyasal ve biyolojik su özelliklerindeki değişiklikleri yansıtabilir. Çözülmüş iyon konsantrasyonları daha az seyreltildiği için, daha yüksek iletkenlik su akışının daha düşük olduğu dönemlerle de bağlantılıdır (Jesus vd., 2004). Hidroelektrik tesisinin geliştirilmesi, çözülmüş iyonların doğal döngüsünü ve dolayısıyla nehirlerin su iletkenliğini bozabilir.

Şekil 5.8, her iki HES'teki iletkenlik değişimlerini göstermektedir. Bu bilgiler doğrultusunda Dalaman HES'te iletkenlik Eylül 2020'de daha fazla iken Mayıs 2021'de ise daha azdır. Bu sonuç yağmurların iyon konsantrasyonunu seyreltmesinden

kaynaklanmaktadır. Fethiye HES’te ise Ocak 2021 döneminde, diğer dönemlere göre iletkenlikte bir miktar artış gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin ise kayaçların cinsine, çözünmesine bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir.

**Çizelge 5.1. Dalaman HES’lerdeki analiz sonuçları**

DÖNEM	Dalaman HES					
	TOK (ppm)	KOİ (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	pH	İletkenlik ( $\mu$ S/cm)
2020 EYLÜL	2,4	1,65	ALA	ALA	7,12	121,34
2021 OCAK	2,1	1,42	ALA	ALA	7,37	79,47
2021 MAYIS	2,3	1,57	ALA	ALA	7,17	64,32

**Çizelge 5.2. Fethiye HES’lerdeki analiz sonuçları**

DÖNEM	Fethiye HES					
	TOK (ppm)	KOİ (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	pH	İletkenlik ( $\mu$ S/cm)
2020 EYLÜL	2,8	2,15	ALA	ALA	7,84	78,65
2021 OCAK	2,7	1,96	ALA	ALA	7,97	96,45
2021 MAYIS	2,6	1,73	ALA	ALA	8,14	87,14

## 6. SONUÇ

Yapılan literatür taramaları, araştırmalar ve yapılan deneysel çalışmalar sonucunda yenilenebilir enerji kaynaklarının yenilenemez enerji kaynaklarına kıyasla çok daha temiz ve çevre dostu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Nüfusun arttığı ve teknolojinin geliştiği günümüzde, doğal olarak enerji ihtiyacı da giderek artmaktadır. Bu enerji ihtiyacını karşılamak için; havaya, toprağa ve suya zararlı kimyasal maddeler salarak kirlilik oluşturan hatta iklim değişikliklerine yol ačan fosil yakıtlar yerine temiz kaynaklara yönelmemiz bizden sonraki nesillere daha iyi bir gelecek bırakacağımız anlamı taşımaktadır. Aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelleri bakımından son derece avantajlı olan ölkemizde bu kaynaklara yönelim arttıka ekonomik açıdan iyileşmeler meydana gelecektir. Bu nedenlerden dolayı ölkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma oranı artırılmalıdır. Bunun için ise öncelikle vatandaşlarımızın bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte insanların yenilenebilir kaynaklara yönelmesini sağlamak amacıyla teşvikler verilmelidir.

## KAYNAKLAR

- Ågren, A., Jansson, M., Ivarsson, H., Bishop, K. ve Seibert, J. (2008) Seasonal and runoff-related changes in total organic carbon concentrations in the River Öre, Northern Sweden. *Aquatic Sciences*, 70(1): 21-29
- Ajansı, M. K., & Birimi, P. MEVLANA KALKINMA AJANSI KÜLTÜR, TURİZM VE TANITIM FAALİYETLERİ.
- Akman, Y., Ketenoglu, O., Evren, H., Kurt, L. ve Düzenli, S. (2000) *Çevre kirliliği (çevre biyolojisi)*, Palme Yayıncılık, 274s.
- Bayraç, H.N. (2010) Enerji kullanımının küresel ısınmaya etkisi ve önleyici politikalar, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2): 229-259.
- Copaja, S.V., Nuñez, V.R., Muñoz, G.S., González, G.L., Vila, I. ve Véliz, D. (2016) Heavy metal concentrations in water and sediments from affluents and effluents of mediterranean chilean reservoirs. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 61(1): 2797-2804.
- Çukurçayır, M.A. ve Sağır, H. (2008) Enerji sorunu, çevre ve alternatif enerji kaynakları, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20: 257-278.
- Doğanlı, M. (2010) Rüzgâr türbini gürültüsü, sağlık etkileri ve düzenleme önerileri. *Novosim Mühendislik*, 1-14.
- DSİ (2019a) Hidroelektrik enerji potansiyelimizin gelişim durumu. <http://enerji.dsi.gov.tr/haberler/2020/01/07/hi-droelektri-k-enerji-potansi-yeli-mi-zi-n-geli-si-m-durumu> (Erişim: 07 Ocak 2020)
- DSİ (2019b). Kaynaklarına göre kurulu güç ve üretim değerlerimiz. <http://enerji.dsi.gov.tr/haberler/2020/01/07/kaynaklarina-gore-kurulu-gu-ve-ureti-m-degerleri-mi-z> (Erişim: 07 Ocak 2020)
- İraz, R., Altınışik, İ. ve Peker, H.S. (2010) Güneş enerjisi yatırımlarına yönelik teşvikler ve Türkiye'deki durum. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler MYO Dergisi*, 13(1-2): 69-78.
- Jesus, T., Santos, P., Formigo, N. ve Tavares, G. R. (2004) Impact evaluation of the Vila Viçosa small hydroelectric power plant (Portugal) on the water quality

and on the dynamics of the benthic macroinvertebrate communities of the Ardena river. *Limnetica*, 23(3-4): 241- 255.

Kaya, F. ve Kaya, S. (2013) Türkiye’de artan rüzgâr enerji kullanımının Avrupa Birliği ile karşılaştırmalı bir şekilde değerlendirilmesi, *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9): 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Keleş, R. (2013) *100 soruda çevre: çevre sorunları ve çevre politikası*, Yakın Kitabevi.

Light, T. (2016) *Chemical and physical characteristics of rivers above and below four hydroelectric power facilities in the Chiriquí Viejo and Chico watersheds of Chiriquí, Panama.*

Matusiewicz, H. (1997) Methods for improving the sensitivity in atom trapping flame atomic absorption spectrometry: analytical scheme for the direct determination of trace elements in beer, *J. Anal. At. Spectrom.*, 12: 1287-1291.

Mevlana Kalkınma Ajansı, TR52 Düzey 2 Bölgesi (Konya-Karaman), *2023 Vizyon Raporu (Sanayi Sektörü)*

Özdemir, N., Yılmaz, F. Ve Yorulmaz, B. (2007) Dalaman Çayı üzerindeki Bereket Hidro-Elektrik Santrali Baraj Gölü suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin ve balık faunasının araştırılması, *Ekoloji*, 16(62): 30-36.

Özkaya, G., Variyenli, H.İ. ve Serkan, U. (2008) Rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretimi ve Kayseri ili için çevresel etkilerinin değerlendirilmesi, *C.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 29(1): 1–20.

Potapova, M. ve Charles, D. F. (2003) Distribution of benthic diatoms in US rivers in relation to conductivity and ionic composition, *Freshwater Biology*, 48(8): 1311-1328.

Schaub, M. (2012) Spatial distribution of wind turbines is crucial for the survival of red kite populations. *Biological Conservation*, 155, 111–118. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.06.021>

Sim, S.F., Ling, T.Y., Nyanti, L., Gerunsin, N., Wong, Y.E. ve Kho, L.P. (2016) Assessment of heavy metals in water, sediment, and fishes of a large tropical hydroelectric dam in Sarawak, Malaysia. *Journal of Chemistry*, 1-10.

Şahin, U. (2012) Nükleer enerji ülke perspektifi: Türkiye. Nükleer enerjinin sonu mu? Fukuşima’dan sonra alternatif enerji politikalarına uluslararası bir bakış, İstanbul, 120s.

Şenel, M. C. ve Koç, E. (2015). Dünyada ve Türkiye’de rüzgâr enerjisi durumu genel değerlendirme, *Mühendis ve Makina*, 56(663): 46–56.

- Şenel, M. ve Koç, E. (2016) Rüzgâr türbinlerinde çevresel etkilerin değerlendirilmesi, *Rüzgâr Enerjisi Dergisi*, 14:11–14.
- Thaker, M., Zambre, A. ve Bhosale, H. (2018) Wind farms have cascading impacts on ecosystems across trophic levels, *Nature Ecology and Evolution*, 2(12): 1854–1858. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0707-z>
- Torunoğlu G.Ö. (2015) *Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları ve çevresel etkileri*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Welch, E., Jacoby, J., May, C. ve Bilby, R. (2001) Stream Quality. In R. Naiman (Editörler.), *River ecology and management: Lessons from the Pacific coastal ecoregion*, Springer Science & Business Media, New York, NY, 69-85s.
- Yakıncı, Z.D. ve Kök, M. (2017) Yenilenebilir enerji ve toplum sağlığı, *İ.Ü. Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 5 (1): 43-55
- Yaman, M. ve Haşıl, F. (2018) Türkiye’deki hidroelektrik santrali (HES) uygulamalarına çevre açısından bakış. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 3(5): 145–156.
- Yücel, M. ve Özder, S. (2018) Yaw ve pitch kontrollü dişli kutusuz 5kw rüzgâr türbini üretilmesi ve verimliliği, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1): 74-87.
- Zhou, L., Tian, Y., Baidya Roy, S., Thorncroft, C., Bosart, L. F. ve Hu, Y. (2012) Impacts of wind farms on land surface temperature, *Nature Climate Change*, 2(7): 539–543.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Ad Soyad : E\*\*i B\*\*\*e  
Uyruk : T. C.  
Doğum Yeri ve Tarihi : G\*\*\*\*\*n 0\*/0\*/1\*\*5  
Medeni Hali : Bekar  
Telefon : +905\*\*\*\*\*1  
E-Posta : E\*\*\*\*\*e@[g\\*\\*\\*l.com](mailto:g***l.com)

### Eğitim

Alınan Derece	Aldığı Kurum/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lise	Görece Nihat Gürel Anadolu Öğretmen Lisesi	2013
Lisans.	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	2018

### İş Tecrübesi

Yıl	Yer	Pozisyon

### Yabancı Diller

Dil (İngilizce, vs)	Başlangıç	Orta	İleri
Yazma		X	
Konuşma		X	
Anlama		X	
Okuma		X	