

T.C.  
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENERJİ ANABİLİM DALI

TÜRKİYE'DEKİ HİDROELEKTRİK ENERJİSİ İLE  
DİĞER ENERJİ TÜRLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI  
ve MUĞLA İLİNİN HİDROELEKTRİK ENERJİ  
POTANSİYELİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜRCAN KIZILEL

ARALIK 2016

MUĞLA

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

**ENERJİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE'DEKİ HİDROELEKTRİK ENERJİSİ İLE**  
**DİĞER ENERJİ TÜRLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**  
**ve MUĞLA İLİNİN HİDROELEKTRİK ENERJİ**  
**POTANSİYELİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GÜRCAN KIZILEL**

**ARALIK 2016**

**MUĞLA**

**MUGLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**TEZ ONAYI**

GÜRCAN KIZILEL tarafından hazırlanan **TÜRKİYE'DEKİ HİDROELEKTRİK ENERJİ İLE DİĞER ENERJİ TÜRLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI MUĞLA İLİNİN HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYELİ** başlıklı tezinin, 30/12/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Enformatik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans derecesi için gerekli şartları sağladığı oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

**TEZ SINAV JURİSİ**

Prof. Dr. Ali GÜNGÖR (Jüri Başkanı)

İmza:



Makina Mühendisliği Anabilim Dalı,  
Ege Üniversitesi, İzmir

Yrd. Doç. Dr. Asude ELTEZ (Danışman)

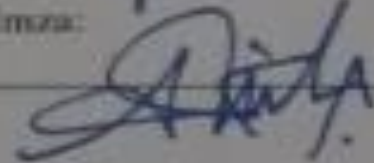
İmza:



Makine Mühendisliği Anabilim Dalı,  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Doç. Dr. Ali KEÇEBAS (Üye)

İmza:

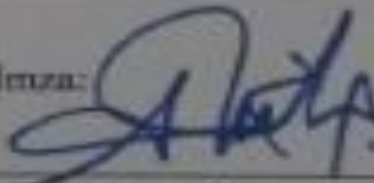


Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı,  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

**ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞI ONAYI**

Prof. Dr. Ali KEÇEBAS

İmza:



Enerji Ana Bilim Dalı Başkanı,  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Yrd. Doç. Dr. Asude ELTEZ

İmza:



Danışman, Enerji Anabilim Dalı,  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Sivurma Tarihi: 30/12/2016

Tez çalışmalarım sırasında elde ettiğim ve sunduğum tüm sonuç, döküman, 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.

Gürcan KIZILEL

30/12/2016



## ÖZET

# TÜRKİYE'DEKİ HİDROELEKTRİK ENERJİSİ İLE DİĞER ENERJİ TÜRLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI ve MUĞLA İLİ'NİN HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYELİ

Gürcan KIZILEL

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Enerji Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Asude ELTEZ

Aralık 2016, 59 sayfa

Bu çalışmada Türkiye'deki hidroelektrik enerjisi ile diğer enerji türlerinin karşılaştırılması ve Muğla ilinin hidroelektrik enerji potansiyeli araştırılmıştır.

Günümüzde Türkiye'nin nüfusu hızlı bir şekilde artış göstermekte ve buna bağlı olarak sanayileşme, şehirleşme ile birlikte artan ticaret ve üretim olanakları enerjiye olan talebi her geçen gün arttırmaktadır. Bu kapsamda Türkiye'nin enerji potansiyelini fosil ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak incelenmiş olup belirli ölçütlerde karşılaştırılmaları yapılmıştır.

Muğla ilinin hidroelektrik potansiyeli incelenirken öncelikle Ege bölgesinde bulunan havzaların hidroelektrik potansiyellerinin karşılaştırılmaları yapılmıştır.

Son olarak Muğla İlinin içinde yer aldığı Batı Akdeniz ve Büyük Menderes havzaları incelenmiştir. Bunun sonucunda Muğla ilinin akarsularının hidroelektrik potansiyelleri tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji, Fosil ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ege Bölgesi Havzaları, Muğla İli, Batı Akdeniz ve Büyük Menderes Havzaları, Akarsu Hidroelektrik Potansiyelleri

## ABSTRACT

### COMPARASION OF HYDROELECTRIC POWER AND OTHER ENERGY TYPES IN TURKEY AND INVESTIGATION OF HYDROELECTRIC POWER POTENTIAL OF MUGLA

Gürcan KIZILEL

Master Thesis

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Energy

Supervisor: Assistant Professor Asude ELTEZ

December 2016, 59 Papers

In this paper, Hydro-electric power and other energy types in Turkey are compared. Hydro-electric power potential of Mugla is investigated, too.

Significant increase in population of Turkey demands more power at commercial and production stages which has been stimulated mutually by the development in industrial and civilization sectors. In this manner, energy potential of Turkey which is mainly consisted by fossil and renewable energy resources is examined and compared in certain criteria.

In order to research the hydro-electric power potential of Mugla, the comparison of hydro-electric power potential of Aegean region catchments has been carried out in the first instance.

In the last part of the paper, western-mediterranean and the Buyuk Menderes catchments including Mugla city have been focused. Thus, hydro-electric power potential at the rivers of Mugla has been evaluated.

**Keywords:** Energy, Fossil and Renewable Energy Resources, Aegean Region Catchments, Western-Mediterranean and the Buyuk Menderes Catchments, Hydroelectric Power Potential at Rivers

## ÖNSÖZ

Bu tezin yazımı sırasında, Yrd. Doç. Dr. Asude ELTEZ'e çalışmalarında göstermiş olduğu kolaylıklar ve bilimsel bir çalışmanın, düşünmenin temellerini öğrettiği için teşekkürü bir borç bilirim.

Tezin ana hatlarının belirlenmesinde değerli katkılarını esirgemeyen tüm Enerji Ana Bilim Dalı hocalarıma da şükranlarımı sunarım.

Ayrıca çalışmamın tüm aşamalarında sabırla beni destekleyen değerli aileme ve Hacer KAYA'ya minnettar olduğumu belirtmek isterim.



## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. TÜRKİYE’NİN ENERJİ KAYNAKLARI.....</b>	<b>2</b>
2.1. Fosil Enerji Kaynakları .....	2
2.1.1. Kömür enerjisi .....	3
2.1.1.1. Türkiye’deki kömür ve linyit santral sayıları.....	
ve kurulu gücü.....	3
2.1.2. Petrol, asfaltit ve bitüm enerjisi.....	4
2.1.2.1. Türkiye’deki fueloil, asfaltit, nafta, motorin ve çok yakıtlı elektrik	
santral sayıları ve kurulu gücü.....	5
2.1.3. Doğal gaz enerjisi.....	6
2.1.3.1. Türkiye’deki doğal gaz santral sayıları.....	
ve kurulu gücü .....	6
2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	7
2.2.1. Güneş enerjisi.....	8
2.2.1.1. Türkiye’de güneş enerjisi potansiyeli.....	9
2.2.1.2. Güneş enerji santralleri sayısı ve kurulu gücü.....	10
2.2.2. Rüzgar enerjisi.....	10
2.2.2.1. Rüzgar enerji santral sayıları	
ve kurulu gücü .....	12
2.2.3. Jeotermal enerji.....	13
2.2.3.1. Türkiye’de jeotermal enerji potansiyeli.....	14
2.2.3.2. Türkiye’deki jeotermal enerji santralleri sayısı	
ve kurulu gücü.....	15

2.2.4. Biyokütle enerjisi.....	16
2.2.4.1. Türkiye'nin biyokütle enerji potansiyeli.....	16
2.2.4.2. Türkiye'deki biyokütle enerji santralleri sayısı ve kurulu gücü.....	19
2.2.5. Hidrolik enerji.....	19
2.2.5.1. Türkiye'nin su kaynakları potansiyeli.....	19
2.2.5.2. Türkiye'deki hidroelektrik enerji santralleri sayısı ve kurulu gücü.....	21
2.2.5.3. Hidroelektrik enerjinin avantaj ve faydaları.....	22
2.2.5.4. Sonuç olarak.....	24
2.3. Türkiye'de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü.....	24
2.4. Türkiye'deki Enerji Santrallerinin Belli Ölçütlerde Karşılaştırılması.....	25
2.4.1. Karşılaştırmanın sonucu.....	27
<b>3. TÜRKİYE'NİN HİDROELEKTRİK POTANSİYELİ.....</b>	<b>29</b>
3.1. Brüt, Teknik ve Ekonomik Potansiyel.....	29
3.2. Ege Bölgesi Hidroelektrik Potansiyeli.....	30
3.2.1. Kuzey Ege havzası.....	32
3.2.2. Gediz havzası.....	32
3.2.3. Küçük Menderes havzası.....	32
3.2.4. Büyük Menderes havzası.....	32
3.2.5. Batı Akdeniz havzası.....	33
<b>4. MUĞLA İLİ ve HİDROELEKTRİK POTANSİYELİ.....</b>	<b>35</b>
4.1. Muğla İlinin Coğrafi Durumu.....	35
4.2. Muğla İlinin Topoğrafyası ve Jeomorfolojik Durumu.....	35
4.3. Hidrolik Potansiyelinin Bağlı Olduğu Etmenler.....	36
4.3.1. Hidrolik potansiyel üzerinde yer şeklinin etkisi.....	36
4.3.2. Hidrolik potansiyel üzerinde akarsu debisinin etkisi.....	36
4.3.3. Hidrolik potansiyel üzerinde iklimin etkisi.....	36
4.3.3.1. Yağış durumu.....	37
4.3.3.2. Sıcaklık durumu.....	37
4.3.3.3. Buharlaşma durumu.....	38

<b>5. MUĞLA İLİ SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ</b> .....	<b>39</b>
5.1. Muğla İli Havzaları.....	39
5.1.1. Batı Akdeniz havzası.....	39
5.1.2. Büyük Menderes havzası.....	39
5.2. Muğla İlinin Su Durumu.....	40
5.2.1. Yerüstü suları.....	40
5.2.1.1. <i>Bütünüyle il sınırları içerisinde olanlar</i> .....	40
5.2.1.2. <i>Büyük menderese dökülen akarsular</i> .....	41
5.2.1.3. <i>Muğla il dışından beslenenler</i> .....	41
5.2.2. Yeraltı suları.....	42
5.3. Muğla İlinin Hidroelektrik Enerji Üretimi Amacıyla Su Kullanımı.....	43
5.3.1. Muğla elektrik santralleri sayısı ve kurulu gücü.....	43
5.3.1.1. <i>Yapım aşamasındaki santraller ve kurulu güçleri</i> .....	46
5.3.1.2. <i>Üretim lisansı alınan santraller ve kurulu güçleri</i> .....	46
5.3.2. Muğla ili elektrik enerjisi tüketim bilgileri.....	47
5.3.3. Hidroelektrik santrallerin sınıflandırılması.....	47
5.3.4. Muğla ili hidroelektrik potansiyelinin incelenmesi.....	48
5.3.4.1. <i>Ön inceleme raporunu göre</i> .....	48
5.3.4.2. <i>Fizibilite raporuna göre</i> .....	49
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>50</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>53</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>59</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Fosil enerji kaynakları potansiyeli .....	2
Çizelge 2.2. Kömür ve linyit santralleri profili .....	4
Çizelge 2.3. Motorin ve çok yakıtlı santralleri profili .....	5
Çizelge 2.4. Doğal gaz santralleri profili.....	7
Çizelge 2.5. Yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli.....	7
Çizelge 2.6. Güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi .....	8
Çizelge 2.7. Yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı.....	10
Çizelge 2.8. Güneş santralleri profili .....	10
Çizelge 2.9. Bölgeler için oluşturulan rüzgar hızı ve enerji yoğunluk değerleri .....	11
Çizelge 2.10. Rüzgar enerjisi potansiyeli .....	12
Çizelge 2.11. Rüzgar santralleri profili .....	13
Çizelge 2.12. Jeotermal enerjiden elektrik enerjisi üretim potansiyeli olan sahalar .....	15
Çizelge 2.13. Jeotermal santralleri profili .....	15
Çizelge 2.14. Biyokütle enerji potansiyeli .....	17
Çizelge 2.15. Biyokütle santralleri profili .....	19
Çizelge 2.16. Su kaynakları potansiyeli .....	20
Çizelge 2.17. Hidroelektrik santralleri profili .....	21
Çizelge 2.18. Enerji santrali maliyetleri .....	25
Çizelge 3.1. Havzalara göre hidroelektrik potansiyel.....	30
Çizelge 3.2. Ege Havzalarında bulunan akarsuların akımları.....	31
Çizelge 3.3. Ege Bölgesi havzalarının teknik potansiyeli.....	33
Çizelge 4.1. Muğla ilinin aylık ortalama sıcaklık değerleri.....	38
Çizelge 5.1. Muğla İlinin Önemli Akarsularının Debisi.....	42
Çizelge 5.2. İl bazında yeraltı suyu envanteri.....	43
Çizelge 5.3. Muğla enerji santrali profili ve santral tipleri.....	44

Çizelge 5.4. Muğla HES.....	45
Çizelge 5.5. Yapım aşamasındaki santraller.....	46
Çizelge 5.6. Üretim Lisansı alınan santraller.....	46
Çizelge 5.7. Ön inceleme raporuna göre.....	48
Çizelge 5.8. Fizibilite raporuna göre.....	49



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Türkiye'nin güneş radyasyonu / ısı haritası .....	9
Şekil 2.2. Rüzgar enerji potansiyeli (REPA).....	11
Şekil 2.3. Türkiye'de nanotektoniği - volkanik etkinliği ve jeotermal alanlar .....	14
Şekil 2.4. Bitkisel atıkların enerji değeri (tep/yıl).....	17
Şekil 2.5. Orman atıklarının enerji değeri (tep/yıl).....	18
Şekil 2.6. Hayvansal atıkların enerji değeri (tep/yıl).....	18
Şekil 2.7. Hidroelektrik enerjisi potansiyel atlası.....	20
Şekil 2.8. Hidroelektrik potansiyeli.....	21
Şekil 2.9. Kurulu güce göre enerji payları.....	24
Şekil 2.10. İlk yatırım maliyetleri \$/kW.....	26
Şekil 2.11. Sabit işletme maliyetleri \$/kW.....	26
Şekil 2.12. Değişken işletme maliyetleri \$/kW.....	27
Şekil 3.1. Türkiye havzaları .....	31
Şekil 3.2. Havzaların teknik potansiyeli.....	34
Şekil 3.3. HES projeleriyle birlikte teknik kapasite kullanım oranı (%).....	34
Şekil 4.1. Yıllık yağış ortalaması .....	37
Şekil 4.2. Türkiye aylık ortalama buharlaşma miktarı.....	38
Şekil 5.1. Muğla ili kurulu güce göre enerji dağılımı (MW).....	45
Şekil 5.2. Muğla ili elektrik enerjisi tüketim bilgileri (GWh).....	47
Şekil 6.1. Muğla ilinde 2012-2015 yılları arasındaki elektrik tüketim grafiği.....	51
Şekil 6.2. Muğla ilinin fizibilite sonrası toplam elektrik üretimi grafiği.....	52

## SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

\$	Amerikan Doları
%	Yüzde
Sm <sup>3</sup>	Gaz hacmi
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BEPA	Biyokütle Enerjisi Potansiyel Atlası
°C	Santigrat Derece
DSİ	Devlet Su İşleri
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EMO	Elektrik Mühendisleri Odası
EMT	Elektro Manyetik Teorisi
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme ve Denetleme Kurumu
ETKB	Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	Elektrik Üretim Anonim Şirketi
GEPA	Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası
GES	Güneş Enerji Santrali
GSMH	Gayrisafi Milli Hasılatı
GWh	Gigawattsaat
h	Hektar
HES	Hidroelektrik Enerji Santrali
hm <sup>3</sup>	Hektometreküp
km	Kilometre
km <sup>2</sup>	Kilometrekare
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattsaat
LNG	Liquefied Natural Gas (sıvılaştırılmış doğalgaz)
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MMO	Makine Mühendisleri Odası
MTA	Maden Tetkik ve Arama

m	Metre
mm	Milimetre
m <sup>2</sup>	Metrekare
m <sup>3</sup>	Metreküp
Max.	Maximum
Min.	Minimum
Mtep	Milyon Ton Eşdeğer Petrol
MW	Megawatt
MWh	Megawattsaat
REPA	Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası
RES	Rüzgar Enerji Santrali
TC	Türkiye Cumhuriyeti
TKİ	Türkiye Kömür İşletmeleri
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
tep	Ton Eşdeğer Petrol
vb	Ve Benzeri
W	Watt
WEC	Dünya Enerji Konseyi
YEGM	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

# 1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi, ekonominin ve sosyal hayatın, yaşamımızın en önemli girdisi ve vazgeçilemez bir unsurdur. Nüfus artışı, sanayileşme, şehirleşme ile birlikte küreselleşme sonucu artan ticaret ve üretim olanaklarına bağlı olarak enerjiye olan talep her geçen gün artmaktadır. Sanayi tesislerinin çalışması, aydınlatma, ısınma ve ulaşımın sağlanması büyük ölçüde enerjiye dayanmaktadır. Enerji, ülkelerin kalkınmasında önemli bir güç olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle ülkelerin gelişmişlik düzeyleri belirtilirken ürettikleri ve tükettikleri enerji miktarları da göz önünde bulundurulmaktadır.

Ekonomik büyüme, artan kişi başına düşen gelir, olumlu demografik eğilimler ve yüksek şehirleşme hızı, Türkiye'deki enerji talebinin başlıca etmenlerini oluşturmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye'deki hidroelektrik enerjisi ile diğer enerji türlerinin karşılaştırılması yapılmış ve hidroelektrik enerjinin avantajlarına değinilmiştir. Bu amaç doğrultusunda Türkiye de bulunan 26 akarsu havzasının Ege Bölgesinde kalan kısımları incelenmiş ve son olarakta Muğla ilinin hidroelektrik potansiyeli tespit edilmiştir.

## 2. TÜRKİYE’NİN ENERJİ KAYNAKLARI

Ekonomi ve sosyal kalkınma açısından enerji kaynakları oldukça önemlidir. Türkiye de artan nüfus, ekonomik gelişme ve gelişen yaşam standartlarına paralel olarak enerjiye olan talep her geçen gün artmaktadır. Türkiye’nin enerji potansiyelini fosil ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere iki bölüm halinde inceleyeceğiz. Maden kömürü, linyit, asfaltit, bitümler, petrol ve doğal gaz ülkede bulunan fosil enerji kaynaklarıdır. Ancak Türkiye linyit dışında bu kaynak türleri açısından zengin bir ülke değildir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından ise güneş, rüzgar, jeotermal, biyokütle ve hidrolik enerjisi açısından önemli potansiyeli bulunmaktadır.

### 2.1. Fosil Enerji Kaynakları

Fosil enerji; kullandıkça bitmeleri ve yenilerinin gelmesinin çok uzun sürmesidir. Bu kaynaklar Türkiye enerji potansiyeli içinde büyük yer tutmamaktadır. Ortadoğu ve Kafkasya’da zengin petrol, doğal gaz yatakları olmasına rağmen jeolojik özellikleri gereği Türkiye’de bu enerji kaynaklarına pek rastlanmamaktadır. Aynı durum maden kömürü için de geçerlidir. Türkiye’nin fosil enerji kaynaklarından sadece linyit rezervleri yönüyle kendi ihtiyacını karşılayabilmesi söz konusudur. Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından Türkiye’nin fosil enerji kaynakları potansiyeli çıkarılmıştır (Çizelge2.1.).

Çizelge 2.1. Fosil enerji kaynakları potansiyeli

Kaynaklar (Milyon Ton)	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam
Taş Kömürü	526	425	368,4	1319,4
Linyit	13442	451	7	13900
Petrol	43,13	-	-	43,13
Doğalgaz (milyar m3)	7	-	-	7
Asfaltit	45	29,5	8	82,5
Bitüm	817	555	269	1641

### 2.1.1. Kömür enerjisi

Kömür; katmanlı tortul çökellerin arasında bulunan katı, koyu renkli, karbon ve yanıcı gazlar bakımından zengin kayadır. Türkiye’de mevcut fosil enerji kaynakları içinde en önemli pay kömüre aittir. Dünya Enerji Konseyi (WEC) istatistiklerine göre dünya kömür rezervleri 861 milyar tondur (WEC, 2010). Türkiye 15,2 milyar tonluk rezervi ile dünyadaki kömürün yaklaşık %1,7’sine sahiptir. Türkiye’deki kömürlerin 1,3 milyar tonunu maden kömürü, 13,9 milyar tonunu ise linyit kömürü oluşturmaktadır. Türkiye’nin en önemli maden kömürü rezervleri Zonguldak kömür havzasındadır (Doğanay, 1998; Karabulut, 2000). Zonguldak Havzasındaki toplam taşkömürü rezervi 1,319 milyar ton, buna karşılık görünür rezerv ise 526 milyon ton düzeyinde bulunmaktadır.

Türkiye’deki linyitlerin ısı değeri oldukça düşüktür. Toplam rezervlerin %56’sı 1000-1500 kcal/kg arasında ısı değerine, tüm rezervlerin %90’ı ise 3000 kcal/kg’ ın altında 1000-5000 kcal/kg arasında bir ısı değerine sahiptir. Bu yüzden linyitler büyük oranda termik santrallerde yakıt olarak kullanılmaktadır. Isı değeri yüksek olan linyitler ise daha çok konutların ısıtılması ve sanayi sektöründe değerlendirilmektedir. Türkiye’nin en büyük linyit rezervinin %46’sı Afşin-Elbistan havzasında bulunmaktadır. Yaklaşık 4,8 milyar ton rezervi ile bu saha aynı zamanda en büyük linyite dayalı termik santrallere (2795 MW) sahiptir.

Ayrıca Konya-Karapınar (1,8 milyar ton), Afyon-Dinar (941 milyon ton), Eskişehir-Alpu (902 milyon ton), Manisa-Soma (720 milyon ton), Ankara-Çayırhan (366 milyon ton) önemli linyit rezervlerine sahip bölgelerdir (TKİ, 2013).

2015 yılında 44.129,524 milyon ton kömür üretimi gerçekleşmiştir. Bunun %95’ini linyit, %3’ünü taş kömürü ve %2’sini de asfalt kömürü oluşturmuştur. Üretilen linyit kömürünün de %89’u termik santrallerde tüketilmiştir.

#### 2.1.1.1. Türkiye’deki kömür ve linyit santral sayıları ve kurulu gücü

Kömür enerjisi; bir madde moleküllerinin başka bir madde molekülleri ile yaptığı reaksiyon sonucu ortaya çıkan ısı enerjisidir. Türkiye’de bulunan 39 kömür ve linyit

santrallerinin toplam kurulu gücü 17316 MW'tır. 2015 yılında kömür ve linyit santralleri ile 72.791.886.039 kilovatsaat elektrik üretimi yapılmıştır. Yıllık elektrik üretimi ise yaklaşık 90359 GWh'tir. Enerji atlası tarafından Türkiye'nin kömür ve linyit santral profili oluşturulmuştur (Çizelge 2.2.).

Çizelge 2.2. Kömür ve linyit santralleri profili

Kömür ve Linyit Santralleri Profili	
Aktif Santral Sayısı	39
Kurulu Güç	17316 MWe
Kurulu Güce Oranı	% 21,96
Yıllık Elektrik Üretimi	~90359 GWh
Üretimin Tüketime Oranı	% 34,75

### 2.1.2. Petrol, asfaltit ve bitüm enerjisi

Petrol (neft ya da yer yağı); hidrokarbonlardan oluşmuş, sudan yoğun kıvamda, koyu renkli, arıtılmamış, kendisine özgü kokusu olan, yer altından çıkarılmış doğal yanıcı mineral yağdır. Latince' de taş anlamına gelen "petra" ile yağ anlamına gelen "oleum" sözcüklerinden oluşmuştur (Petra oleum = Petrol).

Dünya birincil enerji tüketiminde ilk sırada olan petrol, Türkiye'de 43,13 milyon ton rezerve sahiptir. Türkiye de Petrol üretiminin büyük bir bölümü Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki sahalardan karşılanmaktadır. Türkiye'de petrol üretimine 1946 yılında 544 ton ile başlanmıştır. Daha sonra artan bu üretim değeri 1991 yılında 4,4 milyon ton ile en üst seviyesine ulaşmıştır. Bu yıldan itibaren petrol üretimi gerilemeye başlamış ve 2011 yılında 2.367 milyon tona kadar düşmüş, 2015 yılına gelindiğinde ise petrol üretimi 2.515 milyon ton olmuş fakat petrol ithalatı da artmıştır (EPDK 2015 Yılı Sektör Raporu).

Örneğin Ülkenin 2013 yılı petrol tüketimi yaklaşık 34,5 milyon ton civarındadır. Tüketilen petrolün ise 33,1 milyon tonu ithal edilmiştir. Bunun %11'lik kısmı yerli üretim olup geri kalan kısmı ithalat yoluyla karşılanmaktadır. İthalatı büyük oranda

Irak (%32), İran (%28), Suudi Arabistan (%14), Rusya (%7), Kazakistan (%6), Libya (%2) gibi ülkelerden yapılmaktadır (EPDK).

Asfaltit, petrol kökenli katı bir yakıt olup yüksek yumuşama noktasına sahip doğal asfalt benzeri bir maddedir (Şengüler, 2007). Türkiye’de 82,5 milyon ton olan asfaltit rezervleri genellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Şırnak ve Silopi çevresindedir (TKİ).

Organik kayaçlar içinde önemli bir yeri olan bitümler ısıtıldığında petrol ve gaz üretilen kayaçlardır. Türkiye’de 1,6 milyar ton olan rezervler genellikle Ankara - Beypazarı, Kütahya - Seyitömer, Hatıldağ - Bolu ve Dodurga - Çorum’da dağılışı göstermektedir (Şengüler, 2007).

#### 2.1.2.1. Türkiye’deki fueloil, asfaltit, nafta, motorin ve çok yakıtlı elektrik santral sayıları ve kurulu gücü

Türkiye’de bulunan 84 fueloil, asfaltit, nafta, motorin ve çok yakıtlı elektrik santrallerinin toplam kurulu gücü 4754,80 MW’tır. Yıllık elektrik üretimi ise yaklaşık 7323 GWh’tir. Enerji atlası tarafından Türkiye’nin motorin ve çok yakıtlı santral profili oluşturulmuştur (Çizelge 2.3.).

Çizelge 2.3. Motorin ve çok yakıtlı santralleri profili

Motorin ve Çok Yakıtlı Santralleri Profili	
Aktif Santral Sayısı	84
Kurulu Güç	4754,80 MWe
Kurulu Güce Oranı	% 6,4
Yıllık Elektrik Üretimi	~7323 GWh
Üretimin Tüketime Oranı	% 6,9

### 2.1.3. Doğal gaz enerjisi

Doğal gaz; yer kabuğunun içindeki fosil kaynaklı bir çeşit yanıcı gaz karışımıdır. Diğer fosil enerji kaynaklarına göre hava kirliliği yönünden daha çevreci olan doğal gaz günümüzün en önemli enerji kaynaklarından biridir. Bu enerji kaynağı Türkiye enerji pazarı içinde çok hızlı bir biçimde gelişmiştir. Ülkede ilk doğal gaz üretimi 1976 yılında Trakya'da gerçekleşmiş olup üretilen gaz Hamitabat ve çevresindeki sanayi kuruluşlarına verilmiştir (Şahin, 2007).

Rusya'dan 1987 yılında başlanan ithalatla birlikte Türkiye'deki doğal gaz tüketimi hızlı bir şekilde artmıştır. Aradan geçen 28 yıllık süre sonunda tüketilen doğal gaz 2015 yılında, 50.862.943.531 Sm<sup>3</sup> doğal gaz ve 535,40 milyon Sm<sup>3</sup> LNG tüketimine ulaşmış ve 2015 yılında 48.427,08 milyon Sm<sup>3</sup> doğal gaz ithal edilmiştir. Bu miktarın sadece 381,37 milyon Sm<sup>3</sup>'ü yerli kaynaklara aittir. Doğal gaz ihtiyacının % 1,3'ünü yerli kaynaklardan sağlayan Türkiye geri kalan bölümünü ithal etmektedir. Neredeyse tamamen dışa bağımlı bir enerji kaynağı olmasına rağmen doğal gaz Türkiye birincil enerji kaynakları tüketimi içinde %29'luk oranı ile ilk sırada gelmektedir (TPAO, 2015).

Ülkedeki toplam doğal gaz rezervleri 7 milyar m<sup>3</sup>'tür. Bu rezerv değeri Türkiye'nin üç aylık toplam tüketiminden daha azdır. Türkiye ithal ettiği doğal gazı Rusya (%58,31), İran (%17,04), Azerbaycan (%13,43), Cezayir (%8,52), Nijerya (%2,7) karşılamaktadır. Bunlardan Rusya, İran ve Azerbaycan'dan Türkiye'ye doğal gaz boru hatlarıyla Cezayir ve Nijerya'dan LNG olarak gelmektedir.

#### 2.1.3.1. Türkiye'deki doğal gaz santral sayıları ve kurulu gücü

Türkiye'de bulunan 277 doğal gaz santrallerinin toplam kurulu gücü 22584,60 MW'tır. 2015 yılında doğal gaz santralleri ile 98.326.026.435 kilovatsaat elektrik üretimi yapılmıştır. Yıllık elektrik üretimi ise yaklaşık 148359 GWh'tir. Enerji atlası tarafından Türkiye'nin doğal gaz santral profili oluşturulmuştur (Çizelge 2.4.).

Çizelge 2.4. Doğal gaz santralleri profili

Doğalgaz Santralleri Profili	
Aktif Santral Sayısı	277
Kurulu Güç	22584,60 MWe
Kurulu Güce Oranı	% 29,0
Yıllık Elektrik Üretimi	~ 148359 GWh
Üretimin Tüketime Oranı	% 58,76

## 2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji; gücünü güneşten alan ve hiç tükenmeyeceği düşünülen aynı zamanda çevreye zarar vermeyen enerji kaynaklarıdır. Aynı zamanda doğal kaynaklardan elde edilen ve sürdürülebilirliği olan enerjiler olarak da tanımlanmaktadır. Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli yönünden fosil kaynaklara göre daha avantajlı durumdadır. Bu kaynaklar, fosil enerji kaynaklarının tersine zamanla tükenmez ve kömür, petrol, doğalgaz gibi yenilenemeyen enerjilere alternatiflerdir. Özellikle ülkemizde güneş, rüzgar, jeotermal, biyokütle ve hidrolik enerjilerin potansiyeli oldukça yüksektir. Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığına bağlı yenilenebilir enerji genel müdürlüğü tarafından Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli tespit edilmiştir (Çizelge 2.5.).

Çizelge 2.5. Yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli

Kaynaklar	Görünür	Muhtemel	Mümkün
Güneş (milyar kWh/yıl)	380	-	380
Rüzgar (Deniz MW)	10463	-	10463
Rüzgar (Kara MW)	37386	-	37386
Jeotermal (Elektrik MW)	640	-	532
Jeotermal (Isı MW)	31500	-	28152
Biyokütle (Mtep)	32	-	32
Hidrolik (milyar kWh)	433	216	140

### 2.2.1. Güneş enerjisi

Yaşamın kaynağı olan Güneş, doğal sistem enerjisinin büyük bir bölümünü sağlar. Çapı yaklaşık 1.4 milyon km olup, iç çevresinde çok yoğun gazlar bulunmaktadır. Yeryüzünden yaklaşık 151.106 milyon km uzaklıktadır. Nükleer yakıtlar dışında, dünyada kullanılan tüm yakıtların ana kaynağıdır (GEKA, 2012). Doğal enerji kaynaklarının kökeni olan güneşten ısıtma ve elektrik elde etme gibi amaçlarda yararlanılmaktadır. Güneş enerjisi çevreci, temiz bir enerji kaynağı olduğu için fosil enerji kaynaklarına alternatif olacak bir enerji olarak görülmektedir. Türkiye bulunduğu matematik konum gereği güneş enerjisi potansiyeli bakımından oldukça iyi durumdadır. Ülkede yıllık ortalama güneşlenme süresi 2640 saat, (günlük 7,2 saat) yıllık ortalama güneş radyasyon değeri 1311 kWh/m<sup>2</sup> (günlük 3,6 kWh/m<sup>2</sup>) tir (Toklu, vd., 2010). Türkiye, 110 gün gibi yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir ve gerekli yatırımların yapılması halinde Türkiye yılda birim metre karesinden ortalama olarak 1.100 kWh'lik güneş enerjisi üretebilir (GEKA, 2012). Aylık ortalama güneşlenme süreleri bakımından haziran (325 saat), temmuz (365 saat) ve ağustos (343 saat) ayları potansiyellerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Türkiye'nin aylara göre güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süreleri Çizelge 2.6.'da görülmektedir (YEGM, 2015).

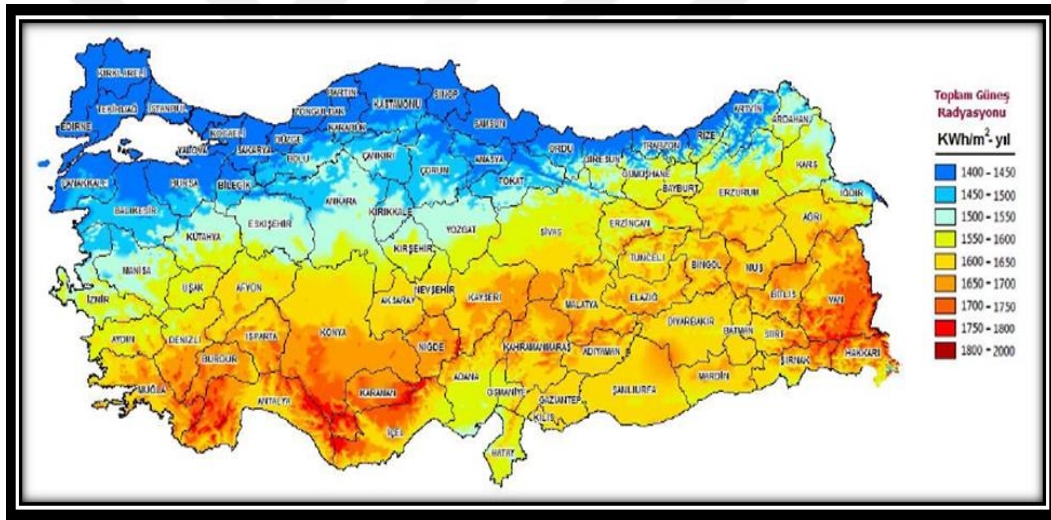
Çizelge 2.6. Güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi		Güneşlenme Süresi (saat/ay)
	(kcal/cm <sup>2</sup> -ay)	(kWh/m <sup>2</sup> -ay)	
Ocak	4,45	51,75	103
Şubat	5,44	63,27	115
Mart	8,31	96,65	165
Nisan	10,51	122,23	197
Mayıs	13,23	153,86	273
Haziran	14,51	168,75	325
Temmuz	15,08	175,38	365
Ağustos	13,62	158,4	343
Eylül	10,6	123,28	103
Ekim	7,73	89,9	214
Kasım	5,23	60,82	157
Aralık	4,03	46,87	280
<b>Toplam</b>	<b>112,74</b>	<b>1311</b>	<b>2640</b>
<b>Ortalama</b>	<b>308 cal/cm<sup>2</sup>-gün</b>	<b>3.6kWh/m<sup>2</sup>-gün</b>	<b>7.2 saat/gün</b>

### 2.2.1.1. Türkiye’de güneş enerjisi potansiyeli

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından Türkiye’nin güneş potansiyelini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmış ve bunun sonucu 2010 yılında Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) hazırlanmıştır.

GEPA’ya göre, Türkiye’de yaklaşık 56.000 MW termik santral kapasitesine eşdeğer güneş enerjisi potansiyelinin bulunduğu ve bu potansiyelden yararlanılması durumunda yıllık ortalama 380 milyar kWh elektrik enerjisi üretilebileceği hesaplanmıştır. Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından Türkiye’nin güneş radyasyonu / ısı haritası oluşturulmuştur (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Türkiye’nin güneş radyasyonu / ısı haritası

Türkiye’de güneş enerjisi potansiyelinin bölgesel dağılımına bakıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin ilk sırada geldiği görülür. Onu sırasıyla Akdeniz, Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgeleri takip eder. Güneş enerjisi bakımından en az potansiyele sahip olan bölge ise Karadeniz Bölgesi’dir. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından Türkiye’nin yıllık toplam güneş enerji potansiyeli bölgesel dağılımı oluşturulmuştur (Çizelge 2.7.).

Çizelge 2.7. Yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı

Bölge	Toplam Ortalama Güneş Enerjisi (kWh/m <sup>2</sup> -yıl)	En Çok Güneş Enerjisi (Haziran) kWh/m <sup>2</sup>	En Az Güneş Enerjisi (Aralık) kWh/m <sup>2</sup>	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat/yıl)	En Çok Güneşlenme Süresi (Haziran) saat	En Çok Güneşlenme Süresi (Aralık) saat
Güneydoğu Anadolu	1460	1980	729	2993	407	126
Akdeniz	1390	1869	476	2956	360	101
Doğu Anadolu	1365	1863	431	2664	371	96
İç Anadolu	1314	1855	412	2628	381	98
Ege	1304	1723	420	2738	373	165
Marmara	1168	1529	345	2409	351	82
Karadeniz	1120	1315	409	1971	273	87

### 2.2.1.2. Güneş enerji santralleri sayısı ve kurulu gücü

Güneş enerjisi; güneş ışınlarının (foton) paneller vasıtasıyla elektrik enerjisine çevrilmesidir. Türkiye’de bulunan 465 güneş enerji santrallerinin toplam kurulu gücü 792,80 MW’tır. Yıllık elektrik üretimi ise yaklaşık 927 GWh’tir. Enerji atlası tarafından Türkiye’nin güneş santrali profili oluşturulmuştur (Çizelge 2.8.).

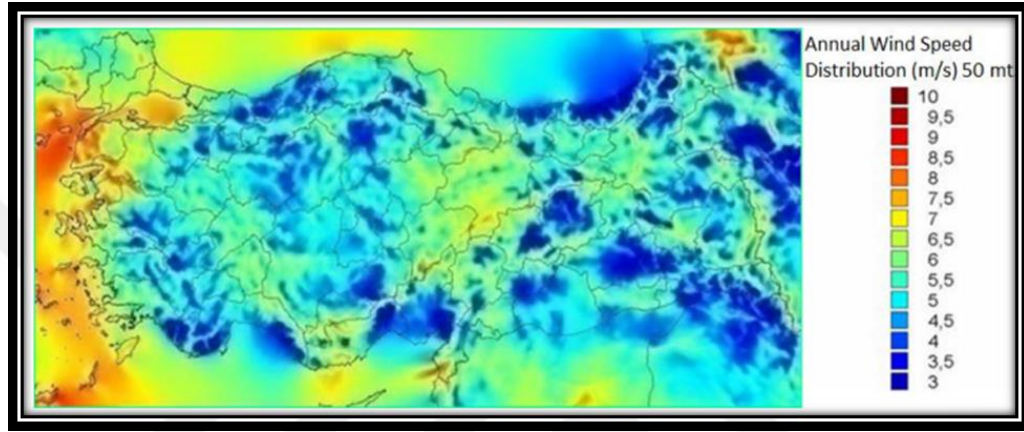
Çizelge 2.8. Güneş santralleri profili

Güneş Santralleri Profili	
Aktif Santral Sayısı	428
Kurulu Güç	792,80 MWe
Kurulu Güce Oranı	% 0,6
Yıllık Elektrik Üretimi	~ 927 GWh
Üretimin Tüketime Oranı	% 0,32

### 2.2.2. Rüzgar enerjisi

Rüzgar; güneş enerjisinin dönüşmüş biçimidir. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde rüzgar enerjisi en gelişmiş olanı ve ticari anlamda en elverişli olanıdır (Albostan vd., 2009). Türkiye’deki rüzgar enerjisi potansiyeli; rüzgar hızına ve rüzgarın sürekliliğine bağlı olarak bölgeler ölçeğinde farklılık göstermektedir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından Türkiye’nin rüzgar potansiyelini

belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmış ve bunun sonucu 2006 yılında Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA) hazırlanmıştır (Şekil 2.2.). Bu atlas Türkiye’de orta ölçekli sayısal hava tahmin modeli ve mikro ölçekli rüzgar akış modeli kullanılarak üretilen rüzgar kaynak bilgileri verilmektedir. Bu çalışmalar ışığında Türkiye’de elektrik üretilebilecek rüzgar enerjisi potansiyeli rüzgar hızı 7,0 m/sn üzeri değerlere göre hesaplandığında 10.463 MW deniz, 37.386 MW kara olmak üzere toplam 47.849 MW olarak belirlenmiştir (YEGM, 2013).



Şekil 2.2. Rüzgar enerji potansiyeli (REPA)

Şekil 2.2.’de gösterilmiş olan REPA’ya göre Marmara Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Ege sahilleri Türkiye’nin en iyi rüzgar potansiyeline sahip olan alanlarıdır (Güler, 2009).

Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından bölgeler için oluşturulan rüzgar hızları ve enerji yoğunluk değerleri oluşturulmuştur (Çizelge 2.9.).

Çizelge 2.9. Bölgeler için oluşturulan rüzgâr hızı ve enerji yoğunluk değerleri

Bölge	Rüzgar Hızları (m/s)	Enerji Yoğunluğu (W/m <sup>2</sup> )
Doğu Anadolu	2,12	13,19
Karadeniz	2,38	21,36
Akdeniz	2,45	21,38
İç Anadolu	2,46	20,14
Ege	2,65	23,47
G.Doğu Anadolu	2,69	29,33
Marmara	3,29	51,91

Yerleşim alanları dışında yerden 50 m yükseklikteki rüzgar hızları Marmara, Batı Karadeniz, Doğu Akdeniz kıyılarında 6.0-7.0 m/sn, iç kesimlerde ise 5.5-6.5 m/sn civarındadır. Batı Akdeniz kıyılarında 5,0-6,0 m/sn iç kesimlerinde 4,5- 5,5 m/sn, Kuzeybatı Ege kıyılarında 7,0-8,5 m/sn, iç kesimlerde ise 6,5-7,0 m/sn'dir (Çağlar vd., 2008).

Özellikle, Ege Denizi kuzeydoğusu rüzgar potansiyeli yönünden oldukça iyi durumdadır. Ayrıca İç Anadolu Bölgesi'nin doğusu, Orta Toroslar ve Doğu Akdeniz'de ortalama rüzgar hızı değerleri yönünden enerji üretimi için oldukça elverişlidir. Orta şiddete sahip ve elektrik enerjisi üretimi açısından uygun olmayan alanlar Türkiye'de geniş yer kaplamaktadır. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğüne hazırlanmış olan Türkiye'nin rüzgar enerji potansiyeli hızları ve bu hızlara karşı ne kadar elektrik üretebilecekleri tespit edilmiştir (Çizelge 2.10.).

**Çizelge 2.10. Rüzgar enerjisi potansiyeli**

Rüzgar Derecesi	Rüzgar Sınıfı	50 m'de		Toplam Alan (km <sup>2</sup> )	Rüzgarlı Arazi Yüzdesi	Toplam Kurulu Güç Potansiyeli (MW)
		Rüzgar Gücü (W/m <sup>2</sup> )	Rüzgar Hızı (m/sn)			
Orta	3	300-400	6,5-7,0	16.781,39	2,27	83.906,96
İyi	4	400-500	7,0-7,5	5.851,87	0,79	29.259,36
Harika	5	500-600	7,5-8,0	2.598,86	0,35	12.994,32
Mükemmel	6	600-700	8,0-9,0	1.079,98	0,15	5.399,92
Sıradışı	7	>800	>9,0	39,17	0,01	195,84
<b>Toplam</b>						<b>131.756,40</b>

#### 2.2.2.1. Rüzgar enerji santral sayıları ve kurulu gücü

Rüzgar enerjisi; yüksek basınçlı alanlardan alçak basınçlı alanlara doğru oluşan hava akımının yani rüzgarın kinetik enerjisinin rüzgar gülleri vasıtası ile mekanik enerji ve buradan jeneratörler ile elektrik enerjisine çevrilmesidir. Türkiye'de bulunan 164 rüzgar enerji santrallerinin toplam kurulu gücü 5404 MW'tır. 2015 yılında rüzgar enerji santralleri ile 11.543.059.498 kilovatsaat elektrik üretimi yapılmıştır. Yıllık

elektrik üretimi ise yaklaşık 13926 GWh'tir. Enerji atlası tarafından Türkiye'nin rüzgar santral profili oluşturulmuştur (Çizelge 2.11.).

Çizelge 2.11. Rüzgar santralleri profili

Rüzgar Santralleri Profili	
Aktif Santral Sayısı	164
Kurulu Güç	5404 MWe
Kurulu Güce Oranı	% 6,4
Yıllık Elektrik Üretimi	~ 13926 GWh
Üretimin Tüketime Oranı	% 5,16

### 2.2.3. Jeotermal enerji

Jeotermal enerji kısaca yerkürenin doğal ısısı olup, yerkabuğunun derinliklerinde birikmiş olan basınç altındaki sıcak akışkan (su, buhar, gaz) ve sıcak kuru kayaların içerdiği termal enerji olarak tanımlanır.

Alp - Himalaya kıvrım sistemi içinde bulunan Türkiye aktif faylar bakımından zengindir. Bu fay hatları boyunca ülkede oldukça fazla doğal sıcak su akışı mevcuttur. Yer kabuğunun farklı derinliklerinde uygun jeolojik şartlarda doğal olarak oluşan ve yeryüzüne kendiliğinden çıkan bu sular mineral, tuz ve çeşitli element özellikleri açısından farklılıklar göstermektedir. Bu kaynaklar sıcaklık ve kimyasal özelliklerine göre farklı şekillerde değerlendirilmektedir. Buna göre dünya uygulamalarında jeotermal kaynakların kullanımı doğrudan ve dolaylı şekilde olmaktadır. Doğrudan kullanım alanları genellikle düşük (20-70 °C) ve orta sıcaklıklı sahalardaki (70-150 °C) kaynaklarını kullanılması şeklinde olmaktadır. Bu kaynaklar bölgesel ısıtma, soğutma, tarımsal ürün kurutma, mineral tuz eldesi, termal turizm ve endüstriyel sahalarda kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklıklı (150 °C) sahalardan ise elektrik elde etmek için faydalanılmaktadır (Külekçi, 2009; Yılmaz and Bayar, 2006).

### 2.2.3.1. Türkiye’de jeotermal enerji potansiyeli

Türkiye’de yaklaşık 1000 kadar doğal çıkan sıcak su kaynağı bulunmaktadır. Ayrıca MTA’nın yapmış olduğu çalışmalarda 198 adet jeotermal alan tespit edilmiştir. Bu çalışmalar sonunda Türkiye’nin jeotermal ısı potansiyeli 31.500 MW olarak hesaplanmıştır (Hepbaşlı and Çanakçı, 2003; MTA, 2013; Toklu, 2013). Buna göre Türkiye jeotermal ısı potansiyeli açısından Dünya’da 7. Avrupa’da ise 5. sıradadır. Araştırmalardan elde edilen bilgilere göre Türkiye’deki en büyük jeotermal potansiyele Batı Anadolu (%79) sahiptir. Onu İç Anadolu (% 8,5), Marmara (% 7,5), Doğu Anadolu (% 4,5) ve diğer bölgeler (% 0,5) takip eder. Elektrik İşleri Etüt İdaresi ve Maden Tetkik ve Arama kurumlarının ortaklaşa gerçekleştirdiği Türkiye’de nanotektoniği – volkanik etkinliği ve jeotermal alanlar Şekil 2.3.’te verilmiştir (EİE - MTA).



Şekil 2.3. Türkiye’de nanotektoniği - volkanik etkinliği ve jeotermal alanlar

Türkiye’deki jeotermal kaynakların % 94’ü düşük ve orta sıcaklıklı olup, doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, mineral elde etmek vb.) için, % 6’sı ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygundur (Koçak, 2001; Korkmaz, Basel vd. 2009). Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan elektrik üretimi için 20 uygun alan tespit edilmiştir ve bunların tamamı Batı Anadolu’da yer alır (Çizelge 2.12.).

**Çizelge 2.12. Jeotermal enerjiden elektrik enerjisi üretim potansiyeli olan sahalar**

Sıra	Saha Adı	Sıcaklığı (°C)	Sıra	Saha Adı	Sıcaklığı (°C)
1	Denizli-Kızıldere	242	11	Aydın-Umurlu	155
2	Aydın-Germencik-Ömerbeyli	232	12	İzmir-Seferhisar	153
3	Manisa-Alaşehir-K.dere	214	13	Manisa-Salihli-Caferbey	150
4	Aydın-Yılmazköy	192	14	Aydın-Hıdırbeyli	146
5	Aydın-pamukören	188	15	Aydın-Sultanhisar	145
6	Manisa-Salihli-Göbekli	182	16	Denizli-Karataş	137
7	Çanakkale-Tuzla	174	17	İzmir-Balçova	136
8	Aydın-Salavath	171	18	İzmir-Dikili	130
9	Denizli-Tekkehamam	168	19	Aydın-Nazilli-Bozyurt	120-127
10	Kütahya-Simav	162	20	Aydın-Atça	124

#### 2.2.3.2. Türkiye'deki jeotermal enerji santralleri sayısı ve kurulu gücü

Türkiye'de bulunan 31 jeotermal enerji santrallerinin toplam kurulu gücü 775,10 MW'tır. 2015 yılında jeotermal enerji santralleri ile 3.318.417.011 kilovatsaat elektrik üretimi yapılmıştır. Yıllık elektrik üretimi ise yaklaşık 4192 GWh'tir. Enerji atlası tarafından Türkiye'nin jeotermal santrali profili oluşturulmuştur (Çizelge 2.13.).

**Çizelge 2.13. Jeotermal santralleri profili**

Jeotermal Santralleri Profili	
Aktif Santral Sayısı	31
Kurulu Güç	775,10 MWe
Kurulu Güce Oranı	% 0,93
Yıllık Elektrik Üretimi	~ 4192 GWh
Üretimin Tüketime Oranı	% 1,53

#### 2.2.4. Biyokütle enerjisi

Biyokütle; biyolojik kökenli fosil olamayan organik madde kütesidir. Biyokütle terimi çok geniş anlamda yaşayan organizmalardan üretilen madde anlamına gelir (Üçgül ve Akgül, 2010). Ana bileşenleri karbonhidrat bileşikler olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biyokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan elde edilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak tanımlanır (Acaroğlu, 2008). Örneğin; odun, tarımsal atıklar (saman, mısır kocanları, pamuk atıkları vb.) şehir kanalizasyon atıkları, endüstriyel organik atıklar (şeker sanayisinden küspe vb.) biyokütle enerji kaynaklarıdır. Türkiye’de bitkisel ve hayvansal kaynaklı biyokütle genellikle ısınma amaçlı kullanılır. Özellikle kırsal kesimlerde evlerin ısıtılmasında bu enerji kaynağı ilk sırada yer almaktadır. Yaygın olarak kullanılan ise biyodizel, bioetanol ve biyogazdır (BEPA).

Biyodizel; kolza, ayçiçeği, soya, aspir gibi yağlı tohumlular hatta hayvansal yağlar kullanılarak üretilen bir yakıt türüdür.

Bioetanol; içlerinde şeker olan mısır, buğday, şeker pancarı gibi tarımsal ürünlerin fermantasyonu sonucu elde edilir.

Biyogaz; organik maddelerin (hayvansal atıklar, bitkisel atıklar, şehir ve endüstriyel atıklar) oksijensiz şartlarda fermantasyonu sonucu oluşan ağırlıklı olarak metan ve karbondioksit gazıdır. Biyogaz teknolojisi organik kökenli artık maddelerden hem enerji elde edilmesine hem de atıkların toprağa kazandırılmasına olanak vermektedir.

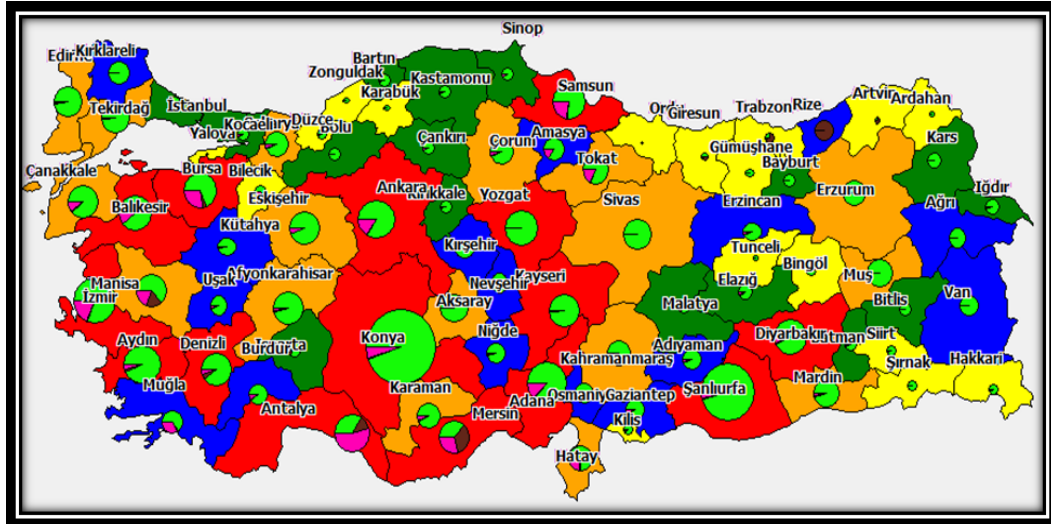
##### 2.2.4.1. Türkiye’nin biyokütle enerji potansiyeli

Türkiye’nin yıllık 117 milyar ton civarında biyokütle potansiyeli bulunmaktadır (Çizelge 2.14.). Bu değer yıllık 32 Mtep’dir (Demirbaş, 2008, Gökçöl, 2009). Bu potansiyel içinde en büyük pay 14,9 Mtep ile yıllık bitkilere aittir. Daha sonra sırasıyla orman atıkları (5,4 Mtep), çok yıllık bitkiler (4,1 Mtep) gelmektedir. Türkiye’ nin hayvansal atık potansiyeline karşılık gelen biyogaz miktarının 1,3-2 Mtep olduğu tahmin edilmektedir (YEGM/BEPA).

Çizelge 2.14. Biyokütle enerji potansiyeli

Biyokütle Çeşitleri	Enerji Değeri (Mtep)	Yıllık Biyokütle Üretimi (Milyon ton)
Yıllık Bitkiler	14,9	55
Orman Artıkları	5,4	18
Çok Yıllık Bitkiler	4,1	16
Tarım Endüstrisi Atıkları	3	10
Odun Endüstrisi Atıkları	1,8	6
Hayvan Atıkları	1,5	7
Diğer	1,3	5
<b>Toplam</b>	<b>32</b>	<b>117</b>

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından Türkiye'nin biyokütle potansiyelini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmış ve bunun sonucu 12.02.2014 yılında Türkiye'nin Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (BEPA) hazırlanmıştır (Çizelge 2.14.).



Şekil 2.4. Bitkisel atıkların enerji değeri (tep/yıl)



#### 2.2.4.2. Türkiye'deki biyokütle enerji santralleri sayısı ve kurulu gücü

Türkiye'de bulunan 81 biyogaz, biyokütle, atık ısı ve pirolitik yağ enerji santrallerinin toplam kurulu gücü 464,80 MW'tır. Yıllık elektrik üretimi ise yaklaşık 1873 GWh'tir. Enerji atlası tarafından Türkiye'nin biyokütle santral profili oluşturulmuştur (Çizelge 2.15.).

Çizelge 2.15. Biyokütle santralleri profili

Biyokütle Santralleri Profili	
Aktif Santral Sayısı	81
Kurulu Güç	464,80 MWe
Kurulu Güce Oranı	% 0,6
Yıllık Elektrik Üretimi	~ 1873 GWh
Üretimin Tüketime Oranı	% 0,71

#### 2.2.5. Hidrolik enerji

Hidroelektrik enerji, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle sağlanan bir enerji türüdür. Bu bakımdan Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde önemli bir yere sahiptir. Hidrolik potansiyel yağış rejimine, iklim şartlarına ve yer şekilleri gibi özelliklere bağlıdır.

##### 2.2.5.1. Türkiye'nin su kaynakları potansiyeli

Türkiye karasal iklim karakteri gösteren bir ülke olup yıllık ortalama yağış miktarı yaklaşık 643 mm'dir. Belirtilen yağış miktarı bölgelere ve mevsimlere göre 250 mm ile 3000 mm arasında değişmektedir. Bu yağış yılda ortalama 501 milyar m<sup>3</sup> suya karşılık gelmektedir. 501 milyar m<sup>3</sup>'lük suyun 274 m<sup>3</sup>'ü buharlaşma yoluyla atmosfere geri dönmekte, 186 m<sup>3</sup>'lük kısmı akışa geçerek nehirleri beslemekte ve 41 milyar m<sup>3</sup>'lük kısmı ise yeraltı sularını beslemektedir. Ayrıca yılda ortalama 7 milyar m<sup>3</sup> su potansiyeli de komşu ülkelerden doğan akarsular ile ülkemizin su

potansiyeline katkıda bulunmaktadır. Komşu ülkelerden gelen su ile beraber ülkemizin toplam yerüstü su potansiyeli 193 milyar m<sup>3</sup> olmaktadır. Fakat günümüz teknik ekonomik şartlar bu su potansiyelinin 112 milyar m<sup>3</sup>'lük kısmını tüketmemize imkan tanımaktadır (DSİ).

Çizelge 2.16. Su kaynakları potansiyeli

<b>Su Kaynakları Potansiyeli</b>	
Yıllık Ortalama Yağış	643 mm/yıl
Türkiye'nin Yüzölçümü	783 577 km <sup>2</sup>
Yıllık Yağış Miktarı	501 milyar m <sup>3</sup>
Buharlaştırma	274 milyar m <sup>3</sup>
Yer altına sızma	41 milyar m <sup>3</sup>
<b>Yüzey Suyu</b>	
Yıllık Yüzey Akışı	186 milyar m <sup>3</sup>
Kullanılabilir Yüzey Suyu	98 milyar m <sup>3</sup>
<b>Yeraltı Suyu</b>	
Yıllık Çekilebilir Su Miktarı	14 milyar m <sup>3</sup>
Toplam Kullanılabilir Su (net)	112 milyar m <sup>3</sup>



Şekil 2.7. Hidroelektrik enerjisi potansiyel atlası

Şekil 2.8.'de (DSİ) belirtilen ülkenin brüt hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh/yıl, teknik potansiyeli 216 milyar kWh/yıl, ekonomik potansiyeli ise 140 milyar kWh/yıl seviyesindedir. Bu değerler ile Türkiye dünya teknik hidroelektrik

potansiyelinin %1'ine, Avrupa ekonomik potansiyelinin %16'sına sahiptir ve Norveç'ten sonra Avrupa'da ikinci sırada gelmektedir. Ülkedeki hidroelektrik potansiyelin büyük bir kısmı hala kullanılmamaktadır (YEGM).



Şekil 2.8. Hidroelektrik potansiyeli

#### 2.2.5.2. Türkiye'deki hidroelektrik enerji santralleri sayısı ve kurulu gücü

Türkiye'de bulunan 593 hidroelektrik santrallerinin toplam kurulu gücü 26515,90 MW'tır. Yıllık elektrik üretimi ise yaklaşık 70046 GWh'tir. Enerji atlası tarafından Türkiye'nin hidroelektrik santral profili oluşturulmuştur (Çizelge 2.17.).

Çizelge 2.17. Hidroelektrik santralleri profili

Hidroelektrik Santralleri Profili	
Aktif Santral Sayısı	593
Kurulu Güç	26515,90 MWe
Kurulu Güce Oranı	% 34,9
Yıllık Elektrik Üretimi	~ 70046 GWh
Üretimin Tüketime Oranı	% 27,05

### 2.2.5.3. Hidroelektrik enerjinin avantaj ve faydaları

Temiz, yenilenebilir (yeşil) enerji seçeneklerinin en önemlisi olan hidroelektrik enerjisi çoğu zaman çok amaçlı su kaynakları geliştirme projelerinin faydalarından biridir. Hidroelektrik projeler genellikle, çok maksatlı gelişme projeleri içinde yer aldıklarından, projenin diğer hayati fonksiyonlarının sübvansiyonu boyutunda da yardımcı olurlar. Tipik bir örnek olarak bir barajın yapımı ve ona bağlı rezervuar oluşumu, güvenli su kaynağı temini, gıda üretimi için sulama suyu, taşkın koruma gibi, yaşam kalitesini artırıcı bir dizi faydası yanında artan dinlenme yerleri, tarımı ve balıkçılığı geliştirme, nehir ulaşımının sağlanması, yazlık sanayi ve turizm, ağaçlandırma, çevrenin estetik kalitesini yükseltme v.b. toplumsal faydalarda sağlar. Barajlarda tutulan suyun çevredeki iklimi yumuşattığı, çevrenin yeşillenmesine ve bitki çeşitliliğinin artmasına sağladığı katkı diğer faydaları arasındadır (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Türkiye 10. Enerji Kongresi, 2006).

#### **Ekonomik:**

- Yatırım bedelinin büyük bir kısmını (%70-80) yurtiçi harcamalar oluşturur. Bu milli ekonomiye ve Gayrisafi Milli Hasılaya (GSMH) anlamlı ve pozitif katkı demektir.
- Yatırımda dışa bağımlılık ve döviz harcaması en alt düzeydedir. İthal ekipman ve hizmet bedelleri yatırımın çok küçük bir bölümünü oluşturur ve hidroelektrik santrallarda, diğer tüm elektrik santrallerinden çok daha az yabancı kaynağa ihtiyaç vardır.
- Hidroelektrik santrallerin ekonomik ömrü diğer tip santrallerden çok daha uzundur. (75 yıl) Bu ilk dönemden sonra çok küçük bir yatırımla, elektromekanik ekipman tümüyle değiştirilip ikinci, üçüncü, dördüncü 75 yıllık periyotlarda elektrik üretmeye devam edebilirler.
- İşletme gideri en düşük santral tipidir ve herhangi bir yakıt gideri yoktur.
- Ucuz elektrik üreterek rekabetçi elektrik piyasasının oluşmasına büyük katkıyı yapar.
- İşletme kolaylığı ve esneklik çok önemli bir özelliğidir. İhtiyaç duyulan tüm malzeme ve hizmetler çok büyük oranda yerli piyasadan sağlanabilir.

- Hidroelektrik ihtiyaca göre mini, mikro, küçük ve büyük kapasite gibi çok geniş bir ölçekte yapılabilmektedir.
- Yeşil enerji olduğu için AB ülkelerine ihracatı daha kolaydır.

#### **Çevresel:**

- Hidroelektrik santraller çevre dostudur. Herhangi bir sera gazı emisyonu yoktur. Kullandığı bir yakıt olmadığı için kirliliğe neden olmazlar. Hidroelektrik santraller suyun sadece düşüşünü kullanarak elektrik üretir (suyu tüketmez).
- Akarsularla oluşan erozyonu önler. Türkiye’de akarsuların eğimi fazla olduğu için akarsular yoluyla erozyon ciddi bir tehlikedir. Hidroelektrik santraller için yapılan barajlar ve bentler suyun hızını keserek erozyonun durdurulmasında önemli işlevleri vardır.

#### **Sosyal ve Stratejik Faydalar:**

- Enerji depolama kapasitesi vardır. Mevcut barajlarımızda 6 aylık elektrik üretimini depolayacak kapasite vardır.
- Enerjide dışa bağımlılığı azaltır. Yerli kaynaklar ile enerji ürettiği için dışa bağımlılığı yoktur.
- Hidroelektrik yerli ve yenilenebilir kaynak olarak stratejik özelliği ile enerji bağımsızlığını artırır.
- Hidroelektrik özellikle kırsal kesimlerde ekonomik ve sosyal yapıyı canlandırır. İnşaat sırasında yerel olarak büyük iş gücü olanağı sağlar. Yol, su, elektrik ve benzeri alt yapının gelişmesine çok büyük oranda yardımcı olur.
- Baraj yapıldıktan sonra yöre halkına istihdam, balıkçılık, sulu tarım, su sporları, taşımacılık, mal ve hizmet satılması gibi sosyal ve ekonomik faydalar sağlar (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Türkiye 10. Enerji Kongresi, 2006).

Fakat;

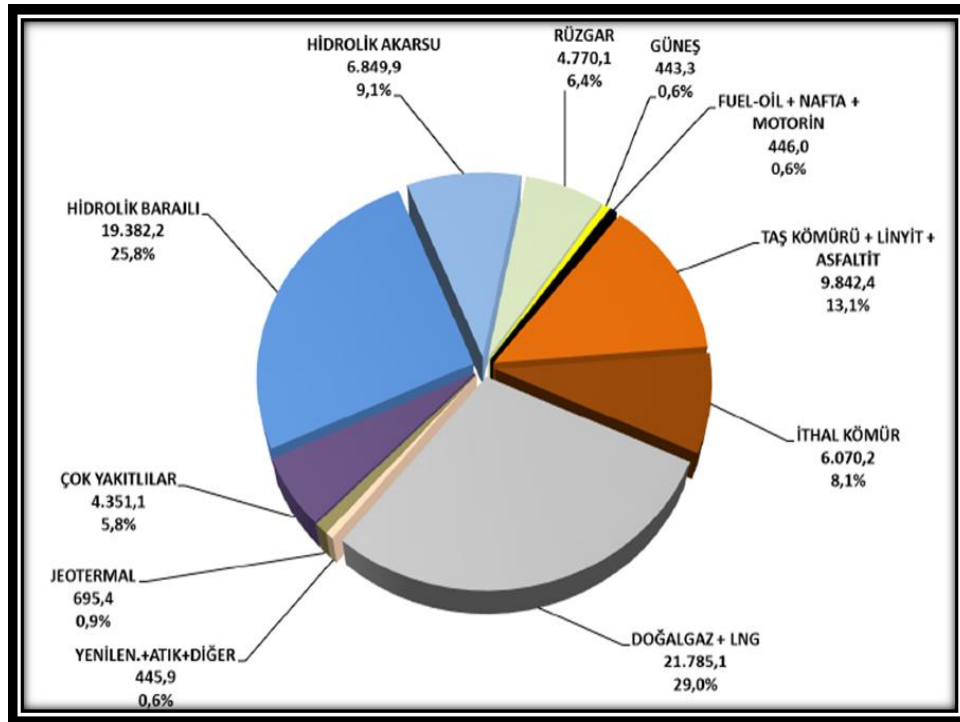
- Bu santraller kuruldukları alanda doğal yaşamı ve toprak yapısını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Örneğin; Hoover barajı (Arizona-Nevada / ABD) yapıldığı yerde büyük deprem riskleri yaratmıştır.

#### 2.2.5.4. Sonuç olarak

Her ne kadar dezavantajı da olsa hidroelektrik santralleri elektrik üretimi için vazgeçilmez bir kaynaktır. Yenilenebilir ve temiz olması nedeniyle gelecekte elektrik üretimindeki payı artacaktır. Dünya üzerinde ve ülkemizde büyük nehirlerin ve akarsuların üzerine büyük barajlar ve küçük hidroelektrik santrallerin kurulumu giderek artmaktadır.

### 2.3. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü

13.06.2016 tarihi itibarı ile Türkiye’nin kurulu gücü 75.081,5 MW’tır (Şekil 2.9.). Bunun içerisinde %29’luk pay ile doğal gaz santralleri ilk sırayı almakta ve onu %25.8’lik pay ile hidrolik barajlı santraller izlemektedir (TEİAŞ, 2016).



Şekil 2.9. Kurulu güce göre enerji payları

## 2.4. Türkiye'deki Enerji Santrallerinin Belli Ölçütlerde Karşılaştırılması

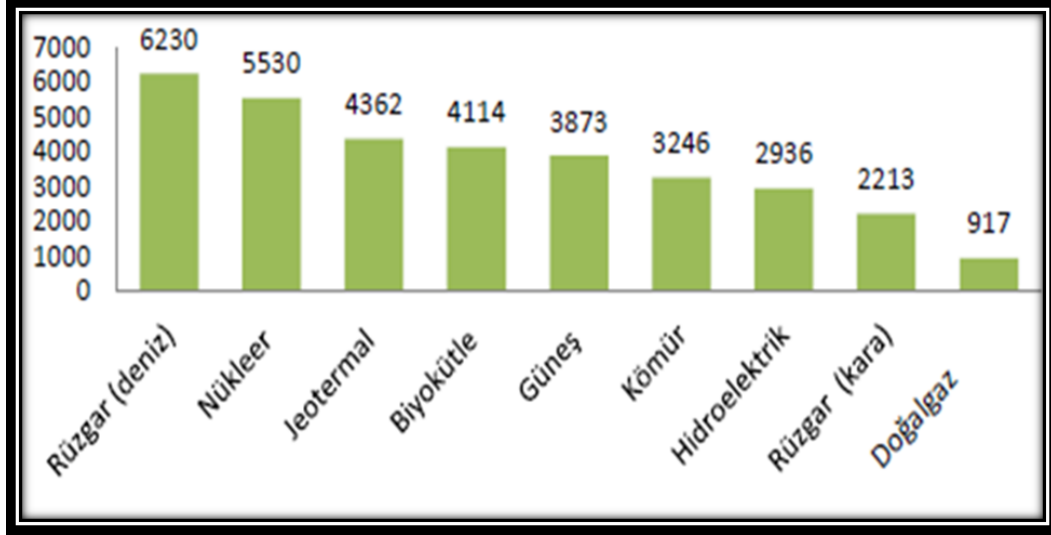
Makine Mühendisleri Odası tarafından hazırlanan enerji santral maliyetleri, ilk yatırım maliyetleri, sabit işletme maliyetleri, değişken işletme maliyetleri Çizelge 2.18., Şekil 2.10., Şekil 2.11. ve Şekil 2.12.'de verilmiştirler (TMMOB, Makina Mühendisleri Odası).

- İlk Yatırım Maliyeti
- Sabit İşletme Maliyeti
- Değişken İşletme Maliyetleri

Çizelge 2.18. Enerji santrali maliyetleri

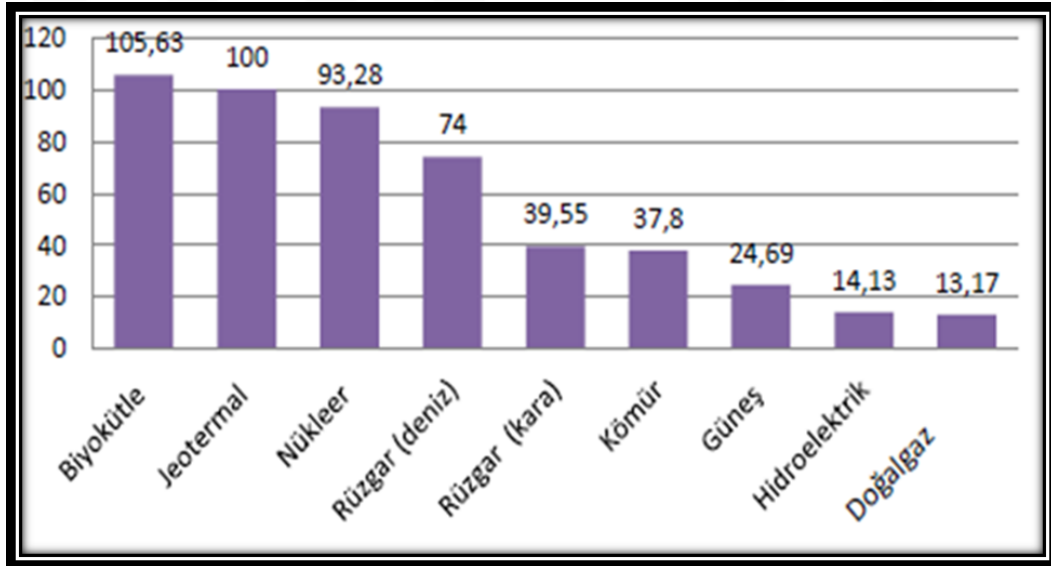
Santral Tipi	İlk Yatırım Maliyeti (\$/kW)	Sabit İşletme Maliyeti (\$/kW-yıl)	Değişken İşletme Maliyeti (\$/MWh)
Rüzgar Santrali (Deniz Üstü)	6230	74	-
Nükleer Santral	5530	93,28	2,14
Jeotermal Enerji Santrali	4362	100	-
Biyokütle Enerji Santrali	4114	105,63	5,26
Güneş Enerji Santrali	3873	24,69	-
Kömür Yakıtlı Linyit Santral	3246	37,8	4,47
Hidroelektrik Santral	2936	14,13	-
Rüzgar Santrali (Kara)	2213	39,55	-
Doğalgaz Yakıtlı Linyit Santral	917	13,17	3,6

Tablo değerlendirildiğinde, rüzgar santralleri, jeotermal enerji santralleri, güneş enerji santralleri ve hidroelektrik santrallerinin değişken işletme maliyetlerinin olmadığı görülmektedir (MMO, 2015 Enerji Üretim Santralleri Maliyet Analizi).



Şekil 2.10. İlk yatırım maliyetleri \$/kW

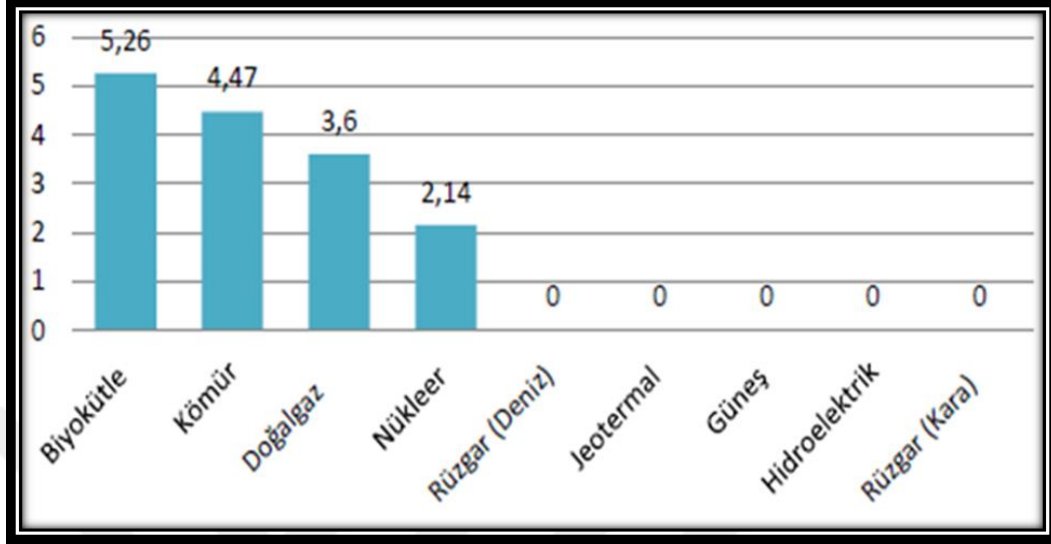
Tablodan, ilk yatırım maliyetleri yüksek olan santraller sırasıyla, deniz üstü rüzgar enerji santrali (6230 \$/kW), nükleer santral (5530 \$/kW) ve jeotermal enerji santrali (4362 \$/kW) iken; ilk yatırım maliyetleri düşük olan santraller ise doğal gaz yakıtlı linyit santral (917 \$/kW), karada kullanılan rüzgar santrali (2213 \$/kW) ve hidroelektrik santral (2936 \$/kW) olduğu görülmektedir.



Şekil 2.11. Sabit işletme maliyetleri \$/kW

Sabit işletme maliyeti en yüksek olan santraller sırasıyla, biyokütle enerji santrali (105,63 \$/kW-yıl), jeotermal enerji santrali (100 \$/kW-yıl) ve nükleer santral (93,28

\$/kW-yıl); düşük olan santraller ise sırasıyla, güneş enerji santrali (24,69 \$/kW-yıl), hidroelektrik santral (14,13 \$/kW-yıl) ve doğal gaz yakıtlı (13,17 \$/kW-yıl) termik santralidir.



Şekil 2.12. Değişken işletme maliyetleri \$/kW

Değişken işletme maliyeti yüksek olan santraller, biyokütle enerji santrali (5,26 \$/MWh) ile kömür yakıtlı linyit santral (4,47 \$/MWh); düşük olan santraller ise nükleer santral (2,14 \$/MWh) ile doğal gaz yakıtlı linyit santral (3,6 \$/MWh) şeklindedir. Hidroelektrik santral, rüzgar enerji santrali (kara ve deniz), güneş enerji santrali ve jeotermal enerji santralin herhangi bir yakıt gideri olmadığı için değişken işletme maliyeti sıfırdır.

#### 2.4.1. Karşılaştırmanın sonucu

- Santral tiplerinin ilk yatırım maliyetleri değerlendirildiğinde, ilk yatırım maliyetleri yüksek olan santrallerin sırasıyla, deniz üstü rüzgar enerji santrali (6230 \$/kW), nükleer santral (5530 \$/kW) ve jeotermal enerji santrali (4362 \$/kW); ilk yatırım maliyetleri düşük olan santraller ise doğal gaz yakıtlı linyit santral (917 \$/kW), karada kullanılan rüzgar santrali (2213 \$/kW) ve hidroelektrik santral (2936 \$/kW) şeklinde olduğu belirlenmiştir.
- Santral tiplerinin sabit işletme maliyetleri değerlendirildiğinde, en yüksek olan santraller sırasıyla, biyokütle enerji santrali (105,63 \$/kW-yıl), jeotermal

enerji santrali (100 \$/kW-yıl) ve nükleer santral (93,28 \$/kW-yıl); düşük olan santraller ise sırasıyla, doğal gaz yakıtlı termik santral (13,17 \$/kW-yıl), hidroelektrik santral (14,13 \$/kW-yıl) ve güneş enerji santrali (24,69 \$/kW-yıl) şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

- Santral tiplerinin değişken işletme maliyetleri değerlendirildiğinde ise değişken işletme maliyeti yüksek olan santraller biyokütle enerji santrali (5,26 \$/MWh) ile kömür yakıtlı linyit santral (4,47 \$/MWh), düşük olan santraller ise doğalbgaz yakıtlı linyit santral (3,6 \$/MWh) ile nükleer santral (2,14 \$/MWh) olduğu belirlenmiştir (2015 Enerji retim Santralleri Maliyet Analizi).



### 3. TÜRKİYE’NİN HİDROELEKTRİK POTANSİYELİ

Ülkemizde nüfus artışı ve sanayi gelişimi nedeniyle ciddi oranlarda artan bir elektrik talebi vardır. Mevcut üretim yapısı ithalata dayalıdır. Toplam üretimin yarısından fazlası ithal kaynaklarla yapılmaktadır. Yenilenebilir enerji ihtiyacı ve yerli kaynakların ulusal ekonomiye katkıları dikkate alındığında, boşa akıp gitmekte olan akarsularımızın süratle değerlendirilmesi gerektiği aşikârdır. Kendi enerji kaynaklarını verimli ve yaygın bir şekilde kullanamayan toplumların kalkınması beklenemez.

Ülkemizin yenilenebilir enerji potansiyeli içinde en önemli yer tutan hidrolik kaynaklarımızı brüt, teknik ve ekonomik potansiyel bakımından değerlendirebiliriz.

#### 3.1. Brüt, Teknik ve Ekonomik Potansiyel

Bir ülkede, ülke sınırlarına veya denizlere kadar bütün tabii akışların %100 verimle değerlendirilebilmesi varsayımına dayanılarak hesaplanan hidroelektrik potansiyel, o ülkenin brüt potansiyelidir. Ancak mevcut teknolojilerle bu potansiyelin tamamının kullanılması mümkün olmadığından mevcut teknoloji ile değerlendirilebilecek azami potansiyele teknik yapılabilir potansiyel denir. Öte yandan teknik yapılabilirliği olan her tesis ekonomik yapılabilirliği olan tesis demek değildir. Teknik potansiyelin, mevcut ve beklenen yerel ekonomik şartlar içinde geliştirilebilecek bölümü ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyel olarak adlandırılır.

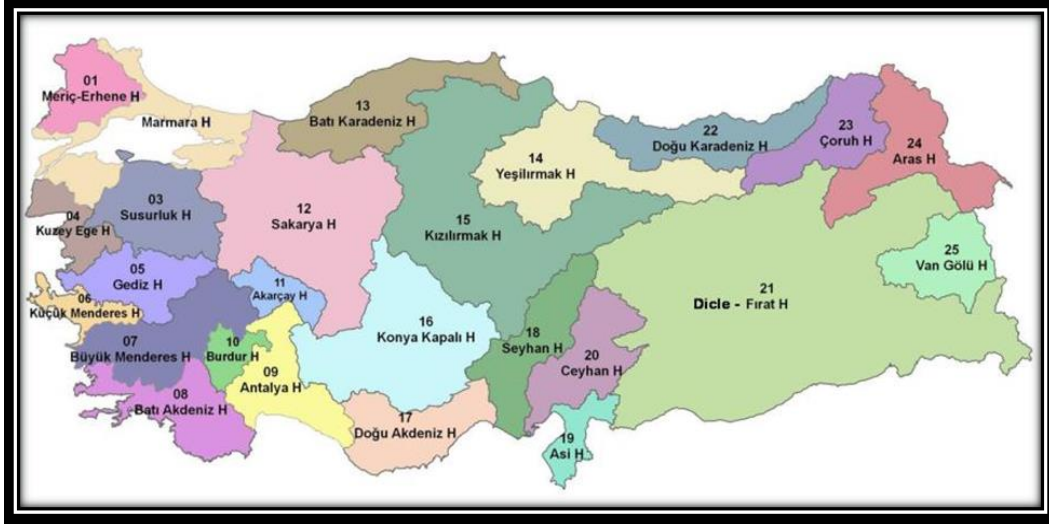
Hidrolik brüt potansiyel, coğrafi koşulların sağladığı düşü yüksekliğine ve akarsu debisine bağlı olarak belirlenir. Brüt potansiyelimiz üzerine 1965 – 1987 döneminde 6 farklı çalışma yapılmış olup, 433 milyar kWh/yıl, teknik potansiyeli 216 milyar kWh/yıl, ekonomik potansiyeli ise 140 milyar kWh/yıl seviyesinde hesaplanmıştır (DSİ). Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmış olan havzalara göre hidroelektrik potansiyeli Çizelge 3.1.’de görülmektedir. Ortalama akım ve teknik potansiyele göre en yüksek hidroelektrik potansiyeli bulunan Fırat havzasıdır.

Çizelge 3.1. Havzalara göre hidroelektrik potansiyel

HAVZA	Ortalama Akım (milyar m <sup>3</sup> /yıl)	Tenik Potansiyel (GWh/yıl)	Ekonomik Kullanılır Potansiyel (GWh/yıl)	Kurulu Güç (MW)	Teknik Potansiyeli Kullanma Oranı (%)
Fırat	31,61	84.112	37.961	9.648	45,13
Dicle	21,33	48.706	16.751	5.051	34,39
Doğu Karadeniz	14,9	48.478	11.062	3.037	22,82
Doğu Akdeniz	11,07	27.445	5.029	1,39	18,32
Antalya	11,06	23.079	5.163	1.433	22,37
Batı Karadeniz	9,93	17.914	2.176	624	12,15
Batı Akdeniz	8,93	13.595	2.534	674	18,64
Marmara	8,33	5.177	-	-	-
Seyhan	8,01	20.875	7.571	2.001	36,27
Ceyhan	7,18	22.163	4.652	1.413	20,99
Kızılırmak	6,48	19.552	6,32	2.094	32,32
Sakarya	6,4	11.335	2.373	1.096	20,94
Çoruh	6,3	22.601	10,54	3.134	46,64
Yeşilirmak	5,8	18.685	5.297	1.259	28,35
Susurluk	5,43	10.573	1.602	507	15,15
Aras	4,63	13.114	2.287	588	17,44
Konya Kapalı	4,53	1.218	104	32	8,54
Büyük Menderes	3,03	6.263	831	221	13,27
Van Gölü Kapalı	2,39	2.593	257	62	9,91
Kuzey Ege	2,09	2.882	42	16	1,46
Gediz	1,95	3.916	243	94	6,21
Meriç Ergene	1,33	1	-	-	-
Küçük Menderes	1,19	1.375	143	48	10,4
Asi	1,17	4.897	102	37	2,08
Burdur Göller	0,5	885	-	-	-
Akarçay	0,49	543	-	-	-
<b>Türkiye Toplamı</b>	<b>186,06</b>	<b>432.976</b>	<b>126.109</b>	<b>35.529</b>	<b>29,13</b>

### 3.2. Ege Bölgesi Hidroelektrik Potansiyeli

Türkiye, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan çalışmalar sonrasında 26 adet büyük ölçekli hidrolojik havzaya ayrılmıştır. 26'ncı Dicle havzasıdır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Türkiye havzaları

Bu havzalardan Ege Bölgesi içinde yer alan havzalar, Kuzey Ege, Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes, Batı Akdeniz havzalarıdır. Hidrolik enerji potansiyeli değerlendirmesi bu havzalara göre yapılmıştır (Ege Bölgesi Enerji Forumu, 2009).

Ege Havzalarında bulunan akarsuların akımları ve bunlara bağlı olarak DSİ tarafından belirlenmiş brüt hidroelektrik potansiyeller Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Ege Havzalarında bulunan akarsuların akımları

Ege Bölgesi			Brüt Hidroelektrik Potansiyel		
Havza	Ortalama Yıllık Akım (Milyar m <sup>3</sup> )	Yıllık Akım Payı (%)	GWh/yıl	MW	%
Kuzey Ege	2,09	1,1	2882	329	0,7
Gediz	1,95	1,1	3916	447	0,9
K.Menderes	1,19	0,6	1375	157	0,3
B.Menderes	3,03	1,6	6263	715	1,4
Batı Akdeniz	8,93	4,8	13595	1552	3,1
<b>Ege Toplam:</b>	<b>17,19</b>	<b>9,2</b>	<b>28031</b>	<b>3200</b>	<b>6,4</b>
<b>Türkiye Toplam:</b>	<b>186,05</b>	<b>100</b>	<b>432 981</b>	<b>49 427</b>	<b>100</b>

Tabloda görüldüğü üzere Ege bölgesinde en yüksek hidroelektrik potansiyeline sahip Batı Akdeniz havzasıdır.

### **3.2.1. Kuzey Ege havzası**

Çanakkale'nin güneyi, Balıkesir'in batısı ve Manisa'nın kuzeyini kapsamaktadır. Bayramiç ve Madra çayları havzanın belli başlı akarsularıdır. Havzanın teknik potansiyeli 1441 GWh/yıl kabulüyle, bölge teknik kapasitesinin % 10,2'sini teşkil etmektedir. Havza teknik kapasitesi henüz kullanım dışıdır. HES projelerin tamamının gerçekleştirilmesi halinde havzanın teknik kapasite kullanım oranı % 6,8 olabilecektir (DSİ).

### **3.2.2. Gediz havzası**

Gediz nehrini besleyen yağış alanını kapsayan havzanın teknik potansiyeli 1958 GWh/yıl kabulüyle, bölge teknik kapasitesinin % 13,9'unu teşkil etmektedir. Havzanın teknik kapasite kullanım oranı halen %9,8 civarındadır. HES projelerin tamamının gerçekleştirilmesi halinde havzanın teknik kapasite kullanım oranı % 19,7 olabilecektir (DSİ).

### **3.2.3. Küçük Menderes havzası**

Küçük Menderes nehrinin yağış alanından oluşan bu havzanın teknik potansiyeli 688 GWh/yıl kabulüyle, bölge teknik kapasitesinin % 4,9'unu teşkil etmektedir. Havza üzerinde geliştirilen herhangi bir proje bulunmamaktadır (DSİ).

### **3.2.4. Büyük Menderes havzası**

Büyük Menderes nehrinin yağış alanından oluşan bu havzanın teknik potansiyeli 3132 GWh/yıl kabulüyle, bölge teknik kapasitesinin % 22,3'ünü teşkil etmektedir. Havzanın teknik kapasite kullanım oranı halen %22,4 civarındadır.

HES projelerin tamamının gerçekleştirilmesi halinde havzanın teknik kapasite kullanım oranı % 46,8 olabilecektir (DSİ).

### 3.2.5. Batı Akdeniz havzası

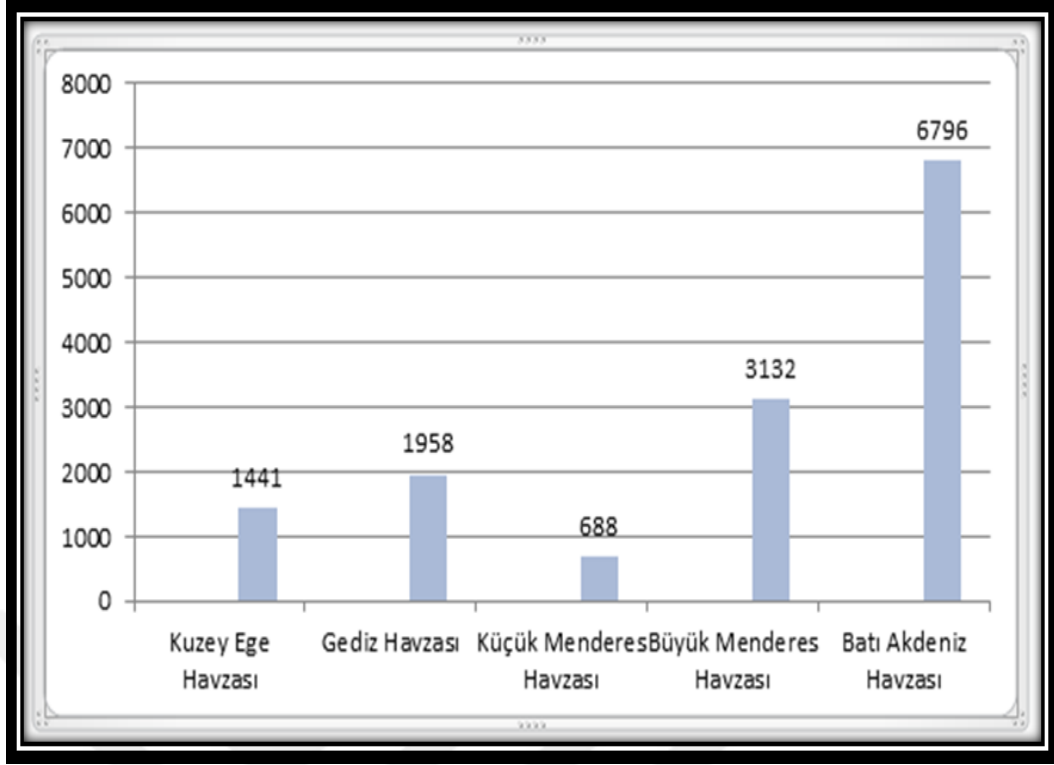
Genel olarak, Dalaman çayı, Köyceğiz gölü, Eşen çayı ve Alakır çayının yağış alanlarından oluşan bu havzanın teknik potansiyeli 6796 GWh/yıl kabulüyle, bölge teknik kapasitesinin %48,5'ini teşkil etmektedir. Havzanın teknik kapasite kullanım oranı halen %8,9 civarındadır. HES projelerin tamamının gerçekleştirilmesi halinde havzanın teknik kapasite kullanım oranı %43,1 olabilecektir (DSİ).

Devlet Su İşleri tarafından belirlenmiş olan Ege Bölgesi havzalarının teknik potansiyeli Çizelge 3.3.'te verilmiştir.

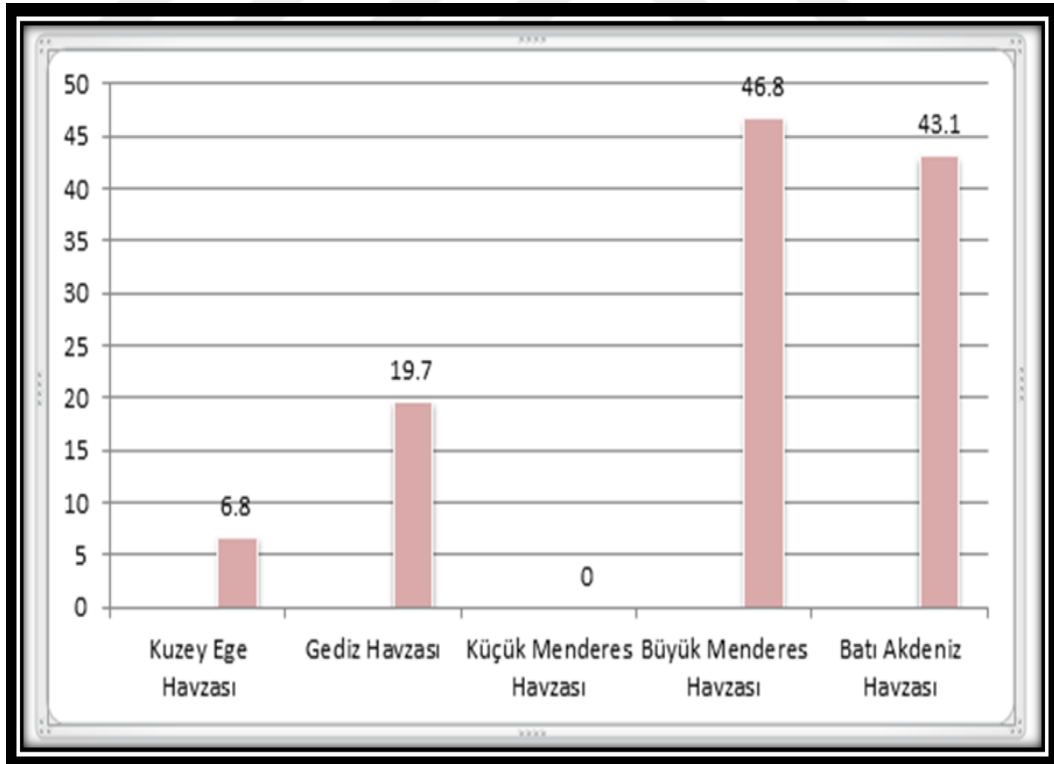
Çizelge 3.3. Ege Bölgesi havzalarının teknik potansiyeli

Ege Bölgesi Hidroelektrik Potansiyeli		
Havzalar	Teknik Potansiyel (GWh/yıl)	Teknik Kapasite Kullanım Oranı (%)
Kuzey Ege Havzası	1441	6,8
Gediz Havzası	1958	19,7
Küçük Menderes Havzası	688	0
Büyük Menderes Havzası	3132	46,8
Batı Akdeniz Havzası	6796	43,1

Yukarıdaki Ege Bölgesi havzalarının teknik potansiyeli Şekil 3.2.'de ve bu potansiyellerin HES projelerin tamamının gerçekleştirilmesi halinde havzanın teknik kapasite kullanım oranının %'lik olarak ne kadarından faydalanılacağı Şekil 3.3.'te gösterilmiştir (DSİ). Havzaların teknik potansiyeline bakıldığında en yüksek Batı Akdeniz havzası olduğu görülmektedir, onu sırasıyla Büyük Menderes havzası, Gediz havzası, Kuzey Ege havzası ve son Küçük Menderes havzası takip etmektedir. Fakat teknik potansiyele göre kapasite kullanım oranı dikkate alındığında en yüksek %'lik kullanım oranı Batı Akdeniz havzası olması gerekirken en yüksek Büyük Menderes havzası olduğu görülmektedir. Böylece Büyük Menderes havzasının daha verimli kullanıldığı sonucuna varabilmekteyiz.



Şekil 3.2. Havzaların teknik potansiyeli



Şekil 3.3. HES projeleriyle birlikte teknik kapasite kullanım oranı (%)

## 4. MUĞLA İLİ ve HİDROELEKTRİK POTANSİYELİ

Gelişmekte olan ülkemizin enerjiye olan ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Enerji potansiyeli bakımından Muğla ili Türkiye de önemli bir paya sahiptir. Muğla'nın, yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en büyük payı hidroelektrik santralleri oluşturmaktadır.

### 4.1. Muğla İlinin Coğrafi Durumu

Batı Anadolu'nun güney ucunda  $36^{\circ} 17'$  ve  $37^{\circ} 33'$  kuzey enlemleri ile  $27^{\circ} 13'$  ve  $29^{\circ} 46'$  doğu boylamları arasında yer almaktadır. Yüzölçümü ise 13.338 km<sup>2</sup> olan Muğla ili kuzeyden Aydın, kuzeydoğudan Denizli, Burdur, doğuda Antalya, güney ve batıda Akdeniz ve Ege Denizi ile çevrilidir.

### 4.2. Muğla İlinin Topoğrafyası ve Jeomorfolojik Durumu

Muğla denizden 670 m yükseklikte, üstü düz bir kaya kütlesi şekliyle ilginç bir görünüme sahip olan Asar Dağı'nın eteklerinde kurulmuştur. Muğla Ovası, Menteşe kalker platosunda Neojen çağında oluşmuş depresyonların sonradan karstlaşmasıyla oluşan çanak şeklindeki çukurluklardan biridir. Ülkenin güney-batı köşesinde, Toros kıvrım sistemiyle Batı Anadolu kıvrım sisteminin iç içe girdiği dağlık ve engebeli Menteşe yöresinde yer almaktadır.

Muğla ilinde tüm yeryüzü şekillerine rastlanır. Sarp ve dağlık kesimler il alanının %77'sini kapsamaktadır. Dağlık alanların %12,3'lük bölümünü platolar, %10,7'lik bölümünü de ovalar oluşturur.

İlin %77'sini oluşturan dağlar; genellikle kıyıya paralel ve düzenli sıralar oluşturur. Denize yakın kesimlerde tek tek yükseltilere de rastlanır. Yörede Doğu Menteşe Dağları (1862 m), Batı Menteşe Dağları (1396 m), İlbir Dağı (1083 m), Yaran Dağı

(87 m), Gölgele Dağlar (2295 m), Balaban Dağı (999 m), Boncuk Dağları (2265 m), Akdağlar (3015 m), Babadağ (1969 m) yükseltilidir.

### **4.3. Hidrolik Potansiyelinin Bağlı Olduğu Etmenler**

Hidroelektrik enerji, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle sağlanan bir enerji türüdür. Bir bakıma suyun üst seviyelerden alt seviyelere düşmesi sonucu açığa çıkan enerjidir. Bundan dolayı hidroelektrik santrali kurulumunda yer şekillerinin etkisi oldukça fazladır. Aynı zamanda hidrolik potansiyel üzerinde yağış rejimi de etkilidir. Dolayısıyla, hidrolik enerji, iklim şartlarındaki değişimlere karşı hassas bir enerji türüdür (DSİ).

#### **4.3.1. Hidrolik potansiyel üzerinde yer şeklinin etkisi**

Yer şekilleri özellikleri hem akarsuyun hidroelektrik potansiyeli üzerinde hem de hidroelektrik santrallerin kurulmasında etkili olur (DSİ).

#### **4.3.2. Hidrolik potansiyel üzerinde akarsu debisinin etkisi**

Akarsuyun yatağının eğiminin fazla olması, akarsuyun dar ve derin vadiler içinde akması akış hızını ve debiyi artırır (DSİ).

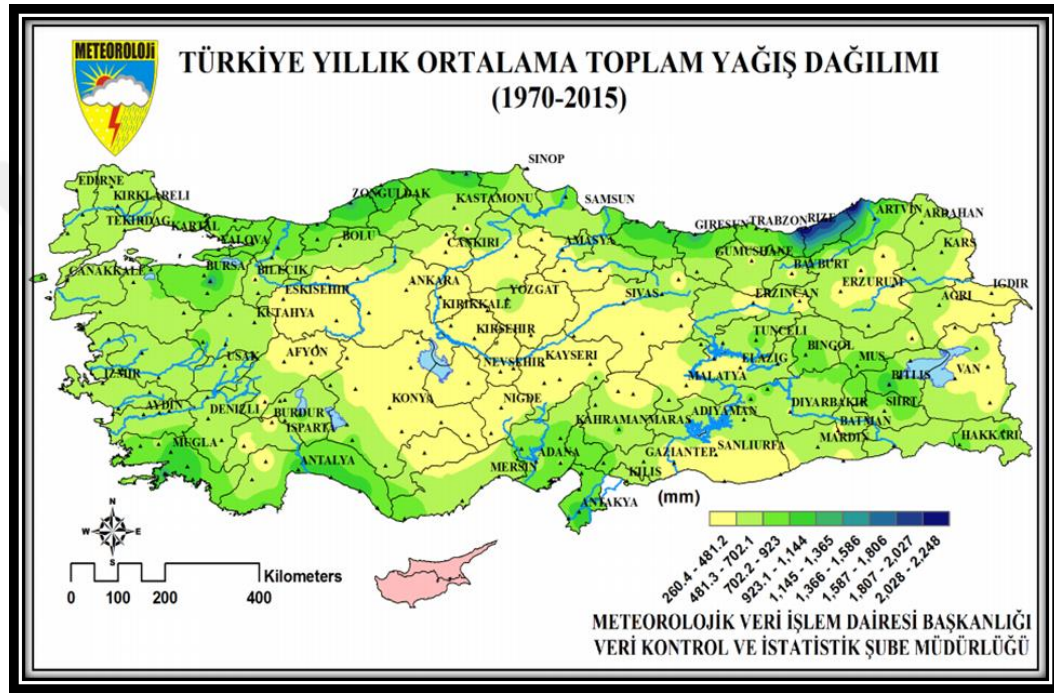
#### **4.3.3. Hidrolik potansiyel üzerinde iklimin etkisi**

Yağış miktarı, sıcaklık, yağış türü, buharlaşma, karın yerde kalma süresi iklimi etkileyen faktörlerdir. İlin merkezinde Akdeniz iklimi hakimdir. Ancak, deniz seviyesinden birden rakım yükseldiğinden iklim değişiklik göstermektedir. 800 m yüksekliğe kadar olan alanlarda 'Asıl Akdeniz İklimi' ve daha yüksek alanlarda 'Akdeniz Dağ İklimi' hissedilir. Maksimum-minimum sıcaklık değerleri, nemlilik, yağış miktarı ve hakim rüzgar yönleri yerel coğrafi koşullara göre değişmektedir (MGM).

#### 4.3.3.1. Yağış durumu

Muğla yıllık ortalama metrekareye 1000 mm' den fazla yağış alır (MGM). Yağışların büyük çoğunluğu kış mevsiminde düşer ve yaz kuraklığı belirgindir.

Şekil 4.1.'de yıllık yağış ortalaması gösterilmiştir. Türkiye'nin yıllık toplam yağış ortalaması 643 mm'dir. Muğla ilinin yıllık yağış ortalaması ise 1109 mm olmasından dolayı Türkiye yağış ortalamasının üzerindedir (MGM).



Şekil 4.1. Yıllık yağış ortalaması

#### 4.3.3.2. Sıcaklık durumu

Türkiye yıllık ortalama sıcaklığı 13,8 °C'dir. Muğla ilinin yıllık sıcaklık ortalaması 15,05 °C'dir. Türkiye ortalama sıcaklık değeri ile Muğla ilinin ortalama sıcaklık değeri arasında 1,25 °C'lik ufak bir fark bulunmaktadır. Bu fark Akdeniz ikliminin etkisinde yaz kuraklığının yaşanmasındandır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Muğla ili aylık ortalama sıcaklık değerleri ve Türkiye aylık buharlaşma miktarları Çizelge 4.1. ve Şekil 4.2.'de

verilmiştir. Bu aylık sıcaklıklara göre Muğla ilinin haziran, temmuz ve ağustos aylarında çok fazla buharlaşma olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.1. Muğla ilinin aylık ortalama sıcaklık değerleri**

MUĞLA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	5,5	6,1	8,5	12,5	17,6	22,9	26,3	26,1	21,7	15,9	10,5	7

#### 4.3.3.3. Buharlaşma durumu

Türkiye günlük buharlaşma ortalaması 5,9 mm'dir (MGM). Muğla ilinin günlük buharlaşma ortalaması 5,01 mm'dir. Muğla ilinin günlük buharlaşma miktarı diğer illere göre daha düşük seviyededir. Bundan dolayı su tutma yüzeyi yüksektir.



**Şekil 4.2. Türkiye aylık ortalama buharlaşma miktarı**

## 5. MUĞLA İLİ SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ

Muğla ili Türkiye'nin orta büyüklükteki iki havzasını sınırları içerisinde bulundurmaktadır.

### 5.1. Muğla İli Havzaları

Muğla ili toprakları, Büyük Menderes havzası ile Batı Akdeniz havzasında yer almaktadır.

#### 5.1.1. Batı Akdeniz havzası

Muğla'nın Gökova körfezi ile Akdağlar arasında kalan kesimi bu havzaya girer. Su toplama alanı 21.000 km<sup>2</sup> olan havzanın ortalama yıllık hacmi 7 milyar m<sup>3</sup>'e yakındır. Havzada 322.000 hektar ovalık alan vardır. Bunun 211.500 hektarı sulanabilir niteliktedir. Batı Akdeniz havzasının suları Dalaman ve Eşen çaylarıyla Akdeniz'e boşalmaktadır. Bu çaylar aynı zamanda ilin en önemli iki akarsuyudur. Havzada bulunan başlıca akarsular ise Dalaman Çayı, Eşen Çayı, Kargıcık Çayı, Namnam Çayıdır.

#### 5.1.2. Büyük Menderes havzası

Bu havza, Güneybatı Anadolu'da Büyük Menderes ırmağı, doğrudan denize ulaşan kimi küçük akarsular ve birkaç gölün birleşmesinden oluşur. Su toplama alanı yaklaşık 25.000 m<sup>2</sup>'dir. Havzanın, ortalama yıllık su hacmi 4,5 milyar m<sup>3</sup> dolayındadır. Büyük Menderes havzasında 812.000 hektar ovalık alan vardır. Bunun yaklaşık 590.000 hektarı sulanabilir niteliktedir. Havzada bulunan başlıca akarsular ise Dipsiz Çayı, Sarıçaydır.

## 5.2. Muğla İlinin Su Durumu

Muğla ilinin toplam su potansiyeli yerüstü suları (6.500 hm<sup>3</sup>/yıl) ve yeraltı suları (412 hm<sup>3</sup>/yıl) ile birlikte 6.912 hm<sup>3</sup>/yıl'dır (DSİ 21. Bölge Müdürlüğü).

### 5.2.1. Yerüstü suları

Yerüstü suyu; akarsu yataklarında bulunan su miktarıdır. İl çıkışı toplam ortalama akım 6.500 hm<sup>3</sup>/yıl'dır (DSİ 21. Bölge Müdürlüğü).

#### 5.2.1.1. Bütünüyle il sınırları içerisinde olanlar

Namnam Çayı: Sandras (Çiçekbaba dağı) dağının batısından doğar ve 33 km uzunluğu ile Ula ve Köyceğiz ovalarını drene ederek Köyceğiz gölü'ne ulaşır. Kış ve ilkbahar aylarında artan rejimi, yaz aylarında kuraklık ve şiddetli buharlaşma ile çok azalmaktadır.

Kargıncık Deresi: Köyceğiz Ağla köyünün kuzeyindeki Sandras dağı eteklerinden doğar. 17 km'lik kısa boyuna rağmen kış ayları ve ilkbaharda kar erimeleri ile beslenerek Köyceğiz gölüne dökülür. Yazları tamamen kurumaktadır.

Kargı Çayı: Fethiye Yanıklar köyünün kuzeyindeki Çal dağlarından doğar. Fethiye körfezinden Akdeniz'e dökülür.

Karaçulha Deresi: Fethiye ovası köylerinin can damarı olan bu dere Fethiye' nin içinden körfeze ulaşır.

Kocadere: Bodrum (Mumcular) çevresindeki yaran dağlarının sularını Karaova üzerinden Güllük körfezine boşaltır. Üzerinde Mumcular sulama barajı bulunmaktadır.

Sarıçay: Milas'ın kuzey doğusundaki Turgut ve Kurukümes dağlarındaki Labranda suyu ile kaynaklardan beslenen bu dere üzerinde Geyik ve Akgedik barajları bulunmaktadır.

### 5.2.1.2. Büyük menderese dökülen akarsular

Çine Çayı: Karagedik dağlarından beslenen 359 km uzunluğundaki bu çayın yukarı kesimleri Muğla ilinde yer alır.

Akçay: Köyceğiz'in kuzeyinde Göleli dağlarından doğarak Muğla - Denizli il sınırını çizer ve Avcılar deresi ile birleşerek kemer barajına ulaşır. Karıncalı dağlarından geçer, Sultanhisar'ın güneyinde Büyük Menderes ırmağı ile birleşir.

### 5.2.1.3. Muğla il dışından beslenenler

Dalaman Çayı: Fethiye'nin kuzeyindeki Göktepe dağından doğarak Acıpayam ve Gölhisar polye ovalarını sulayan çayın boyu 190 km'dir. 65 km'lik kısmı Muğla ili sınırlarında kalır. Çeşitli dere ve çaylarla birleşerek Akdeniz'e dökülür. İlin en fazla akıma sahip olan ırmağıdır. Dalaman çayı üzerinde "rafting" adı verilen su sporu yapılmaktadır.

Dalaman Çayı'nın su toplama alanı 3.500 km<sup>2</sup> dolayındadır. Su toplama alanı pek geniş olmamasına karşın, suyu genellikle çok boldur. Çünkü akarsuyun yukarı havzası bol yağış alan yüksek dağlarla çevrilidir. Dalaman Çayı'nın saniyede taşıdığı en az su miktarı ağustos başında 10 m<sup>3</sup>'e ulaşır.

Eşen Çayı (Kocaçay): Muğla ilinin ikinci büyük akarsuyudur. Antalya sınırlarındaki Akdağların kuzeyindeki Kızılcıca dağdan doğan Eşen çayı vadisinde, genç akarsu taraçaları görülür. Yağışlara bağlı olarak kış aylarında ve özellikle kar erimelerinden dolayı ilkbaharda rejimi artar. Yaz kuraklığına rağmen gür karstik kaynaklarla beslenen kolları (saklıkent kanyonu) ile eşen delta ovasını oluşturarak Akdeniz'e ulaşır. Eşen Çayı'nın hemen hemen tümü il alanı içinde kalır. Suyu yaz - kış bol, ama yazın Dalaman Çayına göre biraz daha azdır.

128 km boyundaki çayın 80 km'si Muğla ili sınırlarında bulunmaktadır. Eşen çayı Fethiye ilçesinin kuzey doğusunda 2000 kotlarından sıfır kotuna ininceye kadar yaklaşık 160 km'lik güzergahı boyunca akarak Akdeniz'e ulaşır. Doğudan yan kol olarak Akçay katılır.

Devlet Su İşleri tarafından Muğla ilinin önemli akarsularının debileri tespit edilmiştir (Çizelge 5.1.).

**Çizelge 5.1. Muğla ilinin önemli akarsularının debisi**

Akarsu İsmi	Toplam Uzunluğu (km)	İl Sınırları İçindeki Uzunluğu (km)	Debisi (m <sup>3</sup> /sn)			Kolu Olduğu Akarsu
			Min. Akım (m <sup>3</sup> /sn)	Max. Akım (m <sup>3</sup> /sn)	Ort. Akım (m <sup>3</sup> /sn)	
Dalaman Çayı	190	65	9,51	1050	43	Akdenize Dökülür
Kargıcak Çayı	17	17	0,35	22,8	1,33	Köyceğiz Gölüne Dökülür
Eşen Çayı	128	80	1,65	271	14,9	Akçay
Namnam Çayı	33	33	0,014	556	9,65	Köyceğiz Gölüne Dökülür
Dipsiz Çayı	-	-	0,114	-	4.707	Çine
Sarıçay	-	-	-	220	1,32	Ege Denizine Dökülür
Karaçulha Deresi	-	-	0,001	2,2	0,071	Seki Çayı
Batış Deresi	-	-	-	35,4	0,189	Ege Denizine Dökülür

### 5.2.2. Yeraltı suları

Yer altı suyu; yerüstü su kaynaklarından sızan yada yağmur yoluyla yenilenen, yer yüzeyinin altında yataklan su birikintileridir. Muğla ili ve çevresinde yeraltı suyu seviyeleri 0 ile 50 m civarında görülmektedir. İldeki toplam emniyetli rezerv 412 hm<sup>3</sup>/yıl'dır. Devlet Su İşleri 21. Bölge Müdürlüğü tarafından Muğla ilinin yeraltı su envanteri hesaplanmıştır (Çizelge 5.2.).

Çizelge 5.2. İl bazında yeraltı suyu envanteri

HAVZASI	OVASI Alt havzası	İŞL REZER (hm <sup>3</sup> /yıl )	TAHSİS EDİLEN REZERV (TOPLAM-hm <sup>3</sup> /yıl)				TOPLA M TAHSİS (hm <sup>3</sup> /yıl)	KALA N REZE RV (hm <sup>3</sup> /yıl)
			İçme suyu	Sulama (Toplam)		Sanayi		
				DSİ Sul+Koop.	Belgeli Sul.			
B.Menderes 7	Yatağan 7/25	11	2,63	-	0,73	0,315	3,675	6,995
B.Menderes 7	K.dere	-	0,008	-	0,25	-	0,258	-
Batı Akdeniz (8)	Muğla Merkez 8/7	30	9,82	-	1,65	-	11,47	17,4
"	Ula 8/8	-	1,08	-	0,05	-	1,13	-
"	Milas 8/2	18	7,6	-	5,98	-	13,58	4,42
"	Selimiye Ekinambarı 8/3	38,5	-	-	-	-	-	-
"	Karaova 8/5	-	-	-	-	-	-	-
"	Bodrum Yarımadası 8/4	10	5,26	1,8	1,88	-	8,94	1,06
"	Datça 8/10	13	3,2	-	1,05	-	4,25	3,59
"	Marmaris 8/9	-	4,6	-	0,56	-	5,16	-
"	Köyceğiz 8/11	-	11,735	-	3,36	-	15,095	-
"	Ortaca	80	-	-	0,016	-	0,016	47,139
"	Dalaman Çayı Havzası 8/12	-	8,54	-	9,21	-	17,75	-
"	Fethiye 8/16	20	6,78	-	0,8	-	7,58	12,24
"	Oren 8/6	-	-	-	-	17	17	-
<b>TOPLAM</b>		<b>220,5**</b>	<b>61,253</b>	<b>1,8</b>	<b>25,536</b>	<b>17,315</b>	<b>105,904</b>	<b>92,844</b>

### 5.3. Muğla İlinin Hidroelektrik Enerji Üretimi Amacıyla Su Kullanımı

Muğla ili sınırları içerisinde su gücü ile elektrik enerjisi üretmek üzere gerçekleştirilecek tüm HES projeleriyle birlikte yılda yaklaşık 2007,92 GWh/yıl enerji üretilebilecek potansiyel bulunmaktadır (DSİ 21. Bölge Müdürlüğü).

#### 5.3.1. Muğla elektrik santralleri sayısı ve kurulu gücü

Muğla'nın elektrik santrali kurulu gücü 2069 MW'tır. Toplam 26 adet elektrik enerji santrali bulunan Muğla'daki elektrik santralleri yıllık yaklaşık 8726 GWh elektrik

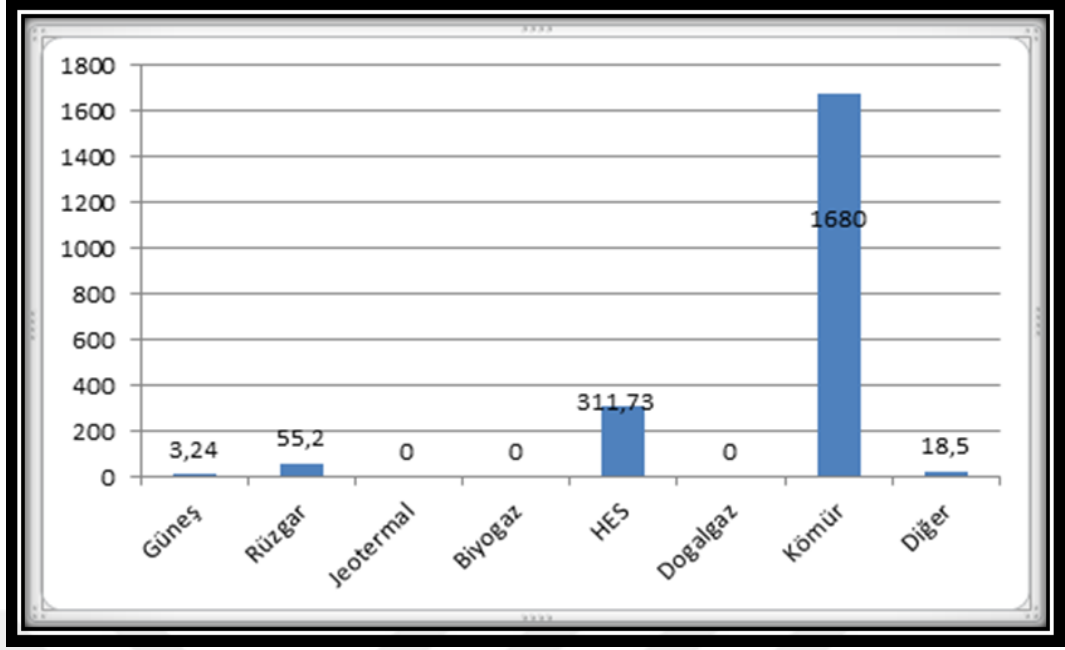
üretimi sağlamaktadır. Aynı zamanda aktif santrallerin 10 tanesi hidroelektrik santrallerine aittir.

Devlet Su İşleri ve T.C. Muğla Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından yapılan ortak çalışmada Muğla ilinde bulunan hidroelektrik santraller ve bunların üretim kapasiteleriyle birlikte yıllık elektrik üretim miktarları tespit edilmiştir (Çizelge 5.4.). Bu santraller; Dalaman Akköprü barajı ve hidroelektrik santrali HES-115 MW, Eşen 1 ve 2 HES-102,40 MW, Dalaman 1, 2, 3, 4 ve 5 HES-37,50 MW, Fethiye hidroelektrik santrali HES-16,50 MW, Kavakçalı HES-11,14 MW, Gökyar HES-10,95 MW, Çaldere HES-8,74 MW, Sekiyaka 2 HES-3,39 MW ile toplamda 305,62 MW HES kurulu gücüne sahiptir.

Enerji atlası tarafından Muğla enerji santrali profili ve santral tipleri Çizelge 5.3. ve Muğla ili kurulu güce göre enerji dağılımı Şekil 5.1.'de verilmiştir. Muğla ili başta kömür santralleri olmak üzere hidroelektrik santralleri, rüzgar santralleri, güneş santralleri ve diğer santraller olmak üzere birçok santrali bünyesinde bulundurmaktadır. Üretimde en büyük pay %81,2 ile kömür santrallerine aittir. Bunu sırasıyla %15,1 ile hidroelektrik santralleri, %2,7 ile rüzgar santralleri, %0,9 ile diğer santraller ve %0,2'lik pay ile güneş santralleri takip etmektedir.

**Çizelge 5.3. Muğla enerji santrali profili ve santral tipleri**

Muğla Enerji Santralleri Profili		Muğla Elektrik Santrali Tipleri	
Aktif Santral Sayısı	26	TİPİ	TOPLAM KURULU GÜCÜ (MW)
Kurulu Güç	2069 MW	Güneş	3,24 %0,2
Kurulu Güce Oranı	2,73%	Rüzgar	55,2 %2,7
Elektrik Üretimi	~ 8726 GW	Jeotermal	0 %0
Türkiye Tüketimine Oranı	3,42%	Biyogaz	0 %0
Lisans Durumu	17 Lisanslı, 9 Lisanssız	HES	311,73 %15,1
Santral Şebeke Bağlantısı	26 var, 0 yok	Doğalgaz	0 %0
		Kömür	1680 %81,2
		Diğer	18,5 %0,9
		TOPLAM	2057



Şekil 5.1. Muğla ili kurulu güce göre enerji dağılımı (MW)

Çizelge 5.4. Muğla HES

MUĞLA HES				
HES	BULUNDUĞU AKARSU	KURULU GÜCÜ (MW)	Yıllık Elektrik Üretimi (GWh)	Üretim Kapasitesi (GWh-yıl)
Dalaman Akköprü Barajı ve Hidroelektrik Santrali	Dalaman Çayı	115	274	343
Eşen 1 ve 2 HES	Eşen Çayı	102,4	233	410
Dalaman 1, 2, 3, 4 ve 5 HES	Dalaman Çayı	37,5	179	179
Fethiye Hidroelektrik Santrali (HES)	Karapınar Deresi	16,5	76	90
Kavakçalı HES	Muğla	11,14	36	44,3
Gökyar HES	Dalaman Çayı	10,95	37	43
Çaldere HES	Çal Deresi	8,74	35	35
Sekiyaka 2 HES	Fethiye	3,39	15	15

### 5.3.1.1. Yapım aşamasındaki santraller ve kurulu güçleri

Muğla İl Çevre Durum Raporuna göre Namnam hidroelektrik santrali yapım aşamasındadır (Çizelge 5.5.). Proje bittiği zaman 3.72 MW kurulu güce sahip olacaktır.

Çizelge 5.5. Yapım aşamasındaki santraller

YAPIM AŞAMASINDAKİ		
HES	BULUNDUĞU AKARSU	KURULU GÜCÜ (MW)
Namnam HES	Namnam Çayı	3,72

### 5.3.1.2. Üretim lisansı alınan santraller ve kurulu güçleri

Çökek hidroelektrik santrali, Kılcan hidroelektrik santrali, Erikoğlu Keserali hidroelektrik santrali, Muğla hidroelektrik santrali ve Çaygözü hidroelektrik santrallerinin üretim lisansları alınmıştır (Çizelge 5.6.). Bu santraller üretime başladıktan sonra toplamda 14,47 MW'lık bir enerji üretimi sağlayacaktır (Muğla İl Çevre Durum Raporu, 2012).

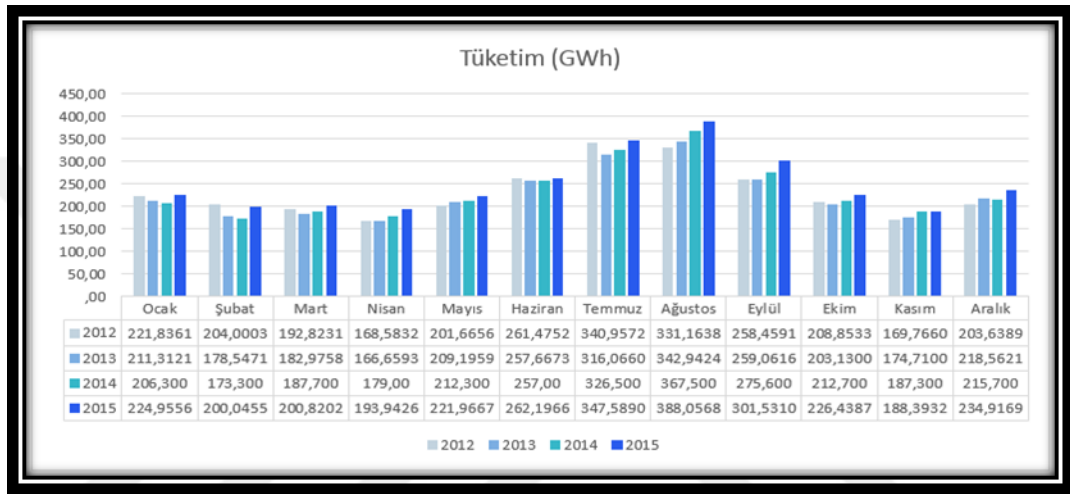
Çizelge 5.6. Üretim Lisansı alınan santraller

ÜRETİM LİSANSI ALINAN	
HES	KURULU GÜCÜ (MW)
Çökek HES	10
Kılcan HES	2,39
Erikoğlu Keserali HES	1,5
Muğla HES	0,34
Çaygözü HES	0,24

Yapım aşamasındaki santral ve üretim lisansı alınmış olan santraller bittiği zaman Muğla 18,19 MW'lık daha fazla hidroelektrik gücüne sahip olacaktır (Muğla İl Çevre Durum Raporu, 2012).

### 5.3.2. Muğla ili elektrik enerjisi tüketim bilgileri

Türkiye elektrik idaresi anonim şirketi tarafından açıklanan Muğla ilinde 2012-2015 yılları arasında aylara göre elektrik enerjisi tüketimi tablosu Şekil 5.2.'de verilmiştir.



Şekil 5.2. Muğla ili elektrik enerjisi tüketim bilgileri (GWh)

### 5.3.3. Hidroelektrik santrallerin sınıflandırılması

Büyük ölçekli hidroelektrik sistemler; bu sistemlerinin gücü 50 MW'ın üzerindedir.

Küçük ölçekli hidroelektrik sistemler; güç bölgeleri için maksimum sınır 10-50 MW arasında kabul edilmektedir.

Mini ölçekli hidroelektrik sistemler; güç bölgeleri 101kW ile 10.000kW arasındadır.

Mikro ölçekli hidroelektrik sistemler; mikro hidroelektrik sistemler çok daha küçük ölçekte olurlar ve ulusal enerji şebekesine elektrik enerjisi sağlamazlar. Ana yerleşim bölgelerinden uzaktaki alanlarda yani ulusal enerji şebekesinin ulaşmadığı bölgelerde kullanılır. Güçleri, genellikle sadece bir yerleşim yeri veya çiftlik için yeterlidir. Güç

bölgeleri, 200 wattan başlayarak bir grup evin veya çiftliğin yeterli aydınlanma, pişirme ve ısınma enerjisini sağlayacak şekilde 100 kW'a kadar çıkabilir.

#### 5.3.4. Muğla ili hidroelektrik potansiyelinin incelenmesi

##### 5.3.4.1. Ön inceleme raporunu göre

Muğla ili ön inceleme raporuna göre 14 adet mini ölçekli HES kurulumu için uygundur (Çizelge 5.7.). Toplamda 40.69 MW kurulu güce sahip olacak ve yıllık 195.46 GWh/yıl elektrik üretimi sağlanacaktır (Muğla İl Çevre Durum Raporu, 2012).

Çizelge 5.7. Ön inceleme raporuna göre

HES ADI	İLİ	TOPLAM KURULU GÜCÜ (MW)	TOPLAM YILLIK ENERJİ (GWh/yıl)
<b>ÖN İNCELEME</b>	MUĞLA	40,69	195,46
Akyürek	MUĞLA	1,5	7,5
Aziz	MUĞLA	1	3,5
Bayırköy	MUĞLA	3,9	19
Doka	MUĞLA	0,52	0,72
Erçin	MUĞLA	2,09	8,36
Güldürtaş	MUĞLA	2	5
Gökçay	MUĞLA	2	12,6
Kargı	MUĞLA	1,95	13,48
Kemer	MUĞLA	3,5	15
Kozaklı	MUĞLA	4,83	24
Nevbahar	MUĞLA	10	50
Sarıçay	MUĞLA	3	15
Seher	MUĞLA	3	9,5
Sude	MUĞLA	1,4	11,8

#### 5.3.4.2. Fizibilite raporuna göre

Muğla ili fizibilite raporuna göre 10 adet mini ölçekli HES, 3 adet küçük ölçekli HES, 1 adet büyük ölçekli HES kurulabilmesi için uygundur (Çizelge 5.8.). Toplam da 167.41 MW kurulu güce sahip olacak ve yıllık 676.55 GWh/yıl elektrik üretimi sağlanacaktır (Muğla İl Çevre Durum Raporu, 2012).

Çizelge 5.8. Fizibilite raporuna göre

HES ADI	İLİ	TOPLAM KURULU GÜCÜ (MW)	TOPLAM YILLIK ENERJİ (GWh/yıl)
<b>FİZİBİLİTE</b>	MUĞLA	167,41	676,55
Yemişendere	MUĞLA	1,5	7,5
Akçay I Barajı	MUĞLA	15	57,62
Akçay II Barajı	MUĞLA	10	38,94
Aşağı Eşen I-II-III-IV	MUĞLA	29,8	143,9
Buldurat	MUĞLA	5,64	26,86
Çökek	MUĞLA	8,78	34,53
Çukurincir	MUĞLA	1,11	6,83
Göcek	MUĞLA	1,49	9,13
Gürleyik	MUĞLA	2,83	10,21
Güvez	MUĞLA	3,27	1,13
Kılcan	MUĞLA	1,73	1,17
Maltepe	MUĞLA	1,43	4,3
Narlı Barajı ve HES	MUĞLA	80	317,2
Tirkemiş	MUĞLA	4,83	17,23

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Enerji, insan ve toplum yaşamı için yaşamın başlangıcından itibaren vazgeçilmezdir. Enerji, ekonomik kalkınmanın ve toplumsal gelişmenin kaynağıdır. Giderek artan dünya nüfusu ve sanayileşme fosil kökenli enerji kaynaklarının tükenme kaygısını gün geçtikçe arttırmaktadır. Bununla beraber fosil kökenli enerji kaynaklarının zararı da çok açıktır. Termik santrallerde en önemli sorun, yanma sonucunda oluşan karbondioksit, karbonmonoksit, kükürtdioksit, azotdioksit gibi ve daha birçok zararlı maddelerin çevreye salınmasıdır. Böylece Fosil kökenli kaynakların çevre tehdidi yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini arttırmış ve çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı hakkında yeni adımlar atılmasını kaçınılmaz kılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil enerji kaynakları ile kıyaslandıklarında çok büyük çevresel faydalara sahiptir. En büyük avantajları hava emisyonları ve atık ürünlerin yokluğu veya azlığıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı hava, su ve toprak kalitesinin korunmasına ve doğal dengenin idamesine yardımcı olacaktır. Bu çalışmada Türkiye'deki hidroelektrik enerji ile diğer enerji türlerinin karşılaştırılması ve Muğla ilinin hidroelektrik potansiyeli incelenmiştir. Bunun sonucunda;

İlk bölümde; Türkiye'nin fosil ve yenilenebilir enerji kaynakları detaylı bir şekilde incelenmiş ve bunun sonucunda bu kaynakların enerji potansiyelleri tespit edilmiştir. Mevcut santral sayıları belirlenmiş ve enerji potansiyellerinin gelecekte nasıl ve ne kadarından yararlanılacağına tespiti yapılmıştır.

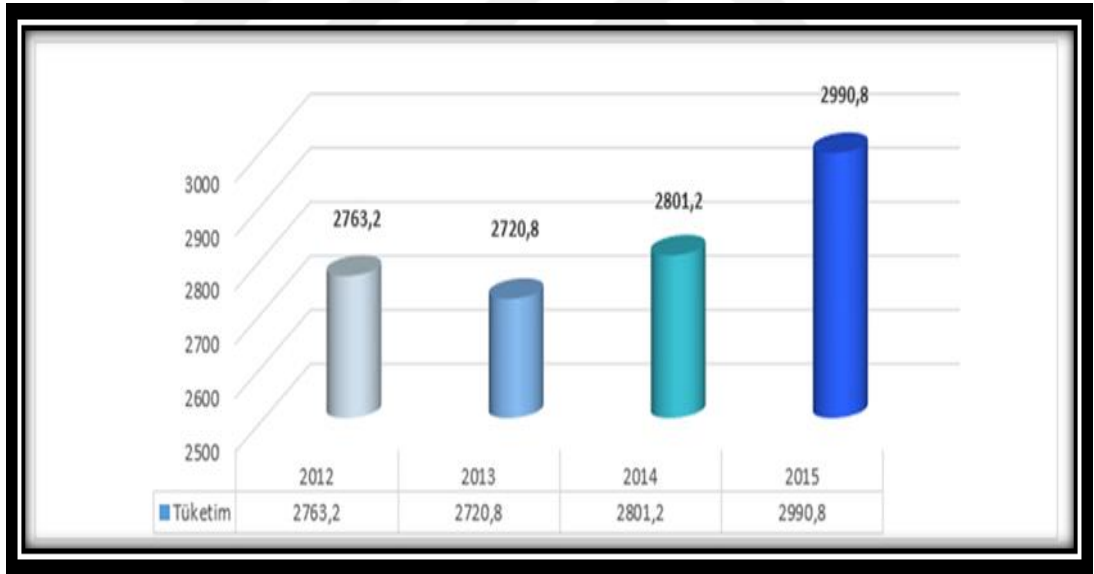
İkinci bölümde; Türkiye'nin hidroelektrik potansiyelleri brüt, teknik ve ekonomik olarak değerlendirilmiş ve Türkiye'nin su potansiyeli tespit edilmiştir. Bunun sonucunda havzalara göre hidroelektrik potansiyel belirlenmiş ve Ege Bölgesi havzalarının hidrolik potansiyellerine ulaşılmıştır. Böylece Ege bölgesinin herhangi bir havzasında kurulacak olan hidroelektrik santralinin hangi havzada daha verimli olabileceğinin tespiti yapılmıştır.

Üçüncü bölümde; Muğla ili ve hidroelektrik potansiyeli incelenmiştir. Aynı zamanda hidrolik potansiyelin bağlı olduğu yer şekli, akarsu debisi ve iklimin etkilerine

değ inilmiştir. Böylece hidrolik potansiyelin hangi dönemde maksimum seviyeye ulaşıldığ ının tespiti yapılmıştır.

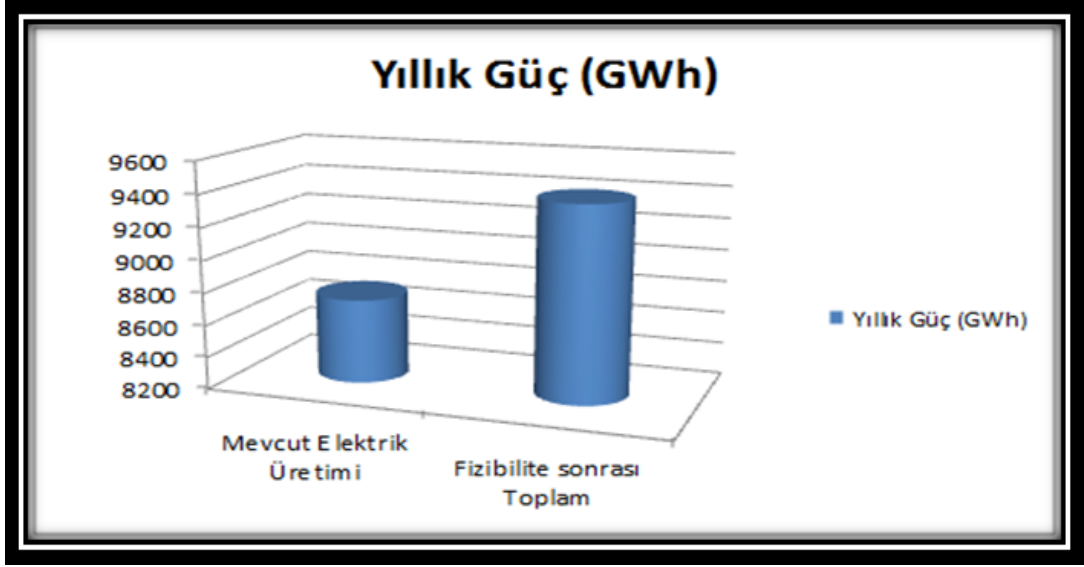
Dördüncü bölümde; Muğ la ili su kaynakları potansiyeli incelenmiştir. Muğ la ilinin havzaları olan Batı Akdeniz ve Büyük Menderes havzaları detaylı bir şekilde incelenmiş, bu havzalarda bulunan akarsular tespit edilmiş ve bu akarsuların debileri belirlenmiştir. Böylece Muğ la ilinin yerüstü ve yeraltı su rezervleri saptanmıştır. Bunların neticelerinde Muğ la ili akarsularında kaç adet hidroelektrik santral kurulabileceğ i ve kurulacak olan hidroelektrik santrallerin güçleri bilgisine ulaşılmıştır.

Enerji atlasının yayınlamış olduğu Muğ la ilinin yıllık yaklaşık 8726 GWh'lik elektrik üretimine karş ılık gelen elektrik tüketimi yaklaşık 3196 GWh'tir (Ş ekil 6.1.). Buda üretimin tüketime oranını %273 yapmaktadır. Buradan şu sonuca ulaşabiliriz; Muğ la tükettiğ inden daha fazla elektrik üretiyor. Böylece Muğ la kendisine komş u olan yada olmayan birçok ilinde elektrik enerji ihtiyacını karşılayabilmektedir.



Ş ekil 6.1. Muğ la ilinde 2012-2015 yılları arasındaki elektrik tüketimi grafiğ i

Devlet su iş lerinin Muğ la ili için yapmış olduğu fizibilite çalışmasıyla kurulacak olan hidroelektrik santralleri ile birlikte yıllık yaklaşık 8726 GWh olan elektrik üretimi 9402,55 GWh olacaktır (Ş ekil 6.2.). Hidroelektrik santrallerinin kurulmasıyla birlikte çevre illere dolayısıyla Türkiye'ye daha fazla temiz enerjiden üretilen elektrik enerjisi kullanımı sağlanacaktır.



Şekil 6.2. Muğla'nın fizibilite sonrası toplam elektrik üretimi grafiği

Öz kaynaklarımız ile üretilen enerji içerisinde çevresel, sosyal ve ekonomik faydaları açısından en önemli enerji kaynaklarından biri hidrolik kaynaklardan elde edilen enerjidir. Ülkemizdeki çok düzenli olmayan su rejiminden dolayı bu güne kadar hidroelektrik potansiyellerinden tam verim alınamamış durumdadır. Hidroelektrik enerji diğer enerji türlerine kıyasla çok daha temiz bir nitelik taşımasının yanı sıra birçok yararlar sağlaması nedenleri ile üzerinde en çok durulması gereken birincil enerji kaynağı olmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Acaroğlu, M. (2008) Türkiye’de Biyokütle – Biyoetanol ve Biyomotorin Kaynakları ve Biyoyakıt Enerjisinin Geleceği, *VII.Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, 17-19 Aralık, İstanbul, 351-362.
- Akova, İ. (2008) Yenilenebilir Enerji Kaynakları, *Nobel Yayınları*, 3 Aralık, Ankara, 1229s.
- Aksu, C. (2011) Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre, *Güney Ege Kalkınma Ajansı*: <http://www.geka.org.tr/yukleme/dosya/f6574f6e6b0a8d70a27bfbde52c53a47pdf> Erişim: 10.07.2016
- Albostan, A., Çekiç, Y. ve Eren, L. (2009) *Rüzgar Enerjisinin Türkiye’nin Arz Güvenliğine Etkisi*, Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, 24(4): 641-649.
- Altun, H.İ. (1997) Türkiye’nin Hidroelektrik Potansiyeli, 3(1): 19-42.
- Arıcı, E. (2009) Ege Bölgesi Hidroelektrik Santral Projeleri, *Ege Bölgesi Enerji Forumu*, 12-13 Ekim, Denizli.
- Atılgan, İ. (2000) *Türkiye’nin Enerji Potansiyeline Bakış*, Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, 15(1): 31-47.
- Avcı, İ. (2009) Türkiye’de Su Kaynakları ve HES Planlama, Yönetim ve Yatırım Politikalarında Yeni Küresel Yaklaşımlar: Hedefler, Beklentiler ve uygulamadaki gerçekler, *İstanbul Bülten*, TMMOB İMO İstanbul Şubesi.
- Bacanlı, Ü. (2006) Türkiye’de Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerjinin Önemi, *Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye 10. Enerji Kongresi*, Kasım, İstanbul.
- Bakır, N. (2005) Hidroelektrik Perspektifinden Türkiye ve AB Enerji Politikalarına Bakış.

Balat, M. (2010) Present situation and potential role of renewable energy in Turkey, *Renewable Energy*, (46): 1-13.

Bayazıt, M. ve Avcı, İ. (1997) Türkiye'nin Su Kaynakları: Potansiyel, Planlama, Gelistirme ve Yönetme, *Water Resources Development*, 13(4): 443-452.

Çağlar, Ü., Ceniz, C., Çakam, E., Onan, M. ve Kocaoğlu, S. (2008) Türkiye'nin Atıl Enerji Kaynağı: Rüzgar Enerjisi, *2.Ulusal İktisat Kongresi*, 20-22 Şubat, İzmir.

Demirbaş, A. (2008) Importance of biomass energy sources for Turkey. *Energy Policy*, (36): 834-842.

Doğanay, H. (1998) Enerji Kaynakları, *Ekonomik Coğrafya II*, Şafak Yayınevi, Erzurum.

DSİ 21.Bölge Müdürlüğü 2013 Takdim Raporu.

DSİ Genel Müdürlüğü 2013 Faaliyet Raporu, [http://www.dsi.gov.tr/docs/stratejik\\_plan/dsi-2013-faaliyet-raporu.pdf?sfvrsn=2](http://www.dsi.gov.tr/docs/stratejik_plan/dsi-2013-faaliyet-raporu.pdf?sfvrsn=2) Erişim: 12.07.2016

DSİ havzalar raporu 2011, <http://bolge21.dsi.gov.tr/> Erişim: 14.07.2016

DSİ (2013) Türkiye'nin Hidrolik Potansiyeli, [www.dsi.gov.tr](http://www.dsi.gov.tr) Erişim: 13.07.2016

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2013) Mavi Kitap, [www.enerji.gov.tr](http://www.enerji.gov.tr) Erişim: 20.07.2016

Erdoğan, E. (2009) On the wind energy in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (13): 1361-1371.

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu) (2015) Elektrik Piyasası Lisansları. EPDK Web Sitesi: <http://www.epdk.org.tr/index.php/elektrik-piyasasi/lisans> Erişim: 22.07.2016

EPDK (2013) Petrol Piyasası Sektör Raporu 2012, [www.epdk.gov.tr/.../petrol/rapor.../Ppd\\_Rapor\\_Yayin\\_Sektor\\_Raporu\\_2...](http://www.epdk.gov.tr/.../petrol/rapor.../Ppd_Rapor_Yayin_Sektor_Raporu_2...) Erişim: 22.07.2016

ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı). 2015a. 2013 Yılı Genel Enerji Denge Tablosu – Orijinal Birimler. ETKB Web Sitesi: <<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/EIGM-Raporlari>> Erişim: 24.07.2016

ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı). 2015b. 2013 Yılı Genel Enerji Dengesi – Bin TEP. ETKB Web Sitesi: <<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/EIGM-Raporlari>> Erişim: 24.07.2016

ETKB 2011 Yılı Genel Enerji Dengesi Tablosu, <http://www.enerji.gov.tr>. Erişim: 23.07.2016

ETKB 2013 Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı, İlgili ve İlişkili Kurulusların Amaç ve Faaliyetleri Raporu, [www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Mavi\\_Kitap\\_2013.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Mavi_Kitap_2013.pdf) Erişim: 23.07.2016

EÜAŞ 2012 Elektrik Üretimi Sektör Raporu, [www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Sektor\\_Raporu\\_EUAS\\_2012.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_EUAS_2012.pdf) Erişim: 25.07.2016

EÜAŞ 2013 Elektrik Sektörü Üretim Raporu, [www.enerji.gov.tr](http://www.enerji.gov.tr) Erişim: 25.07.2016

GEKA 2012 Güney Ege Kalkınma Raporu, Erişim: 10.07.2016

Gökdemir, M., Kömürcü, İ.M. ve Evcimen, U.T. (2012) Türkiye’de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış TMH - 471 - 2012/1, İMO Su Yapıları Kurulu.

Gölçöl, C., Dursun, B., Alboyacı, Bora and Sunan, E. (2009) Importance of biomass energy as alternative to other sources in Turkey, *Energy Policy*, (37): 424–431.

Güler, Ö. (2009) Wind energy status in electrical energy production of Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (13): 473–478.

Hepbaşlı, A. and Çanakçı, C. (2003) Geothermal District Heating Applications in Turkey: A case study of İzmir-Balçova, *Energy Conversion and Management*, (44): 1285-1301.

İl Çevre Durum Raporu 2011-2012.

- İpekoğlu, B. (2008) *Enerji Politikaları*, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı & İstanbul Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Karabulut, Y. (2000) Türkiye Enerji Kaynakları, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Kaya, K., Koç, E. (2015) Enerji Üretim Santralleri Maliyet Analizi, *Mühendis ve Makina*, 56: 61-68.
- Koç, E., Kaplan, E. (2008) Dünya ve Türkiye’de Genel Enerji Durumu II Türkiye Değerlendirilmesi, *Termodinamik Dergisi*, 188: 106-118.
- Koç, E., Şenel, M. C. (2013) Türkiye Enerji Potansiyeli ve Yatırım-Üretim Maliyet Analizi, *Termodinamik Dergisi*, 245: 72-84.
- Koçak, A. (2001) Türkiye’de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli, 3. *TMMOB Enerji Sempozyumu*, 5-7 Aralık, Ankara, 217-232.
- Korkmaz, B., Satman, A. ve Serpen, Ü. (2009) Türkiye’nin Jeotermal Enerji Potansiyeli, *TMMOB Jeotermal Kongresi*, 23 - 25 Aralık, Ankara, 41-53.
- Kömürcü, M.İ. ve Akpınar, A. (2009) Importance of geothermal energy and its environmental effects in Turkey, *Renewable Energy*, (34): 1611–1615.
- Külekçi, Ö.C. (2009) Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2 (2): 83-91.
- MMO (2012) Türkiye’nin Enerji Görünümü, Yayın No:MMO/588, *TMMOB Makina Mühendisleri Odası*, Ankara.
- MTA 2014 Yılı Faaliyet Raporu, Ankara.
- MTA (2013) Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli, [www.mta.gov.tr/v2.0/daire-baskanliklari/enerji/index.php?...jeotermal..](http://www.mta.gov.tr/v2.0/daire-baskanliklari/enerji/index.php?...jeotermal..) Erişim: 25.07.2016
- Öğüt, H. (2007) Biyoyakıtlar, *Ekonomik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (1): 130-133.

Sengüler, İ. (2007) Asfaltit ve Bitümlü Seylin Türkiye’deki Potansiyeli ve Enerji Değeri, *TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu*, 22-23-24 Ekim, Ankara, 186-195.

Şahin, N. (2007) Türkiye’nin Doğalgaz Politikası, *Ekonomik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (1): 113-122.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *6.Enerji Verimliliği Sempozyumu*, 4-5-6 Haziran 2015, Kocaeli.

T.C. Muğla Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, *İl Çevre Durum Raporu 2012*.

TEİAŞ (2013) Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu [www.teias.gov.tr/](http://www.teias.gov.tr/) Erişim: 27.07.2016

TKİ (2013) Kömür Sektör Raporu (Linyit) 2012, [www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Sektor\\_Raporu\\_TKI\\_2012.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_TKI_2012.pdf) Erişim: 26.07.2016

TKİ (2013) Kömür Sektör Raporu (Linyit) 2012, [www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Sektor\\_Raporu\\_TKI\\_2012.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_TKI_2012.pdf) Erişim: 26.07.2016

TMMOB 2012 Türkiye’nin Enerji Görünümü, MMO Raporu, Yay No:588, Ankara.

TMMOB 2012 Türkiye’nin Enerji Görünümü, MMO Raporu, Yay No:588, Ankara.

Toklu, E., Güney M.S., Işık, M., Çomaklı, K. and Kaygusuz, K. (2010) Energy production, consumption, policies and recent developments in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (14): 1172-1186.

Toklu, E. (2013) Overview of potential and utilization of renewable energy sources in Turkey, *Renewable Energy*, (50): 456-463

Türkiye İstatistik Kurumu, TÜİK Katı Yakıtlar, Aralık 2015 Haber Bülteni ‘<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21556>’ 3 Mart 2016 - Sayı: 26/2016 Erişim: 01.08.2016

Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Mayıs 2005 - 2014 Sektör Raporu.

Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odası Başkanlığı.

TPAO 2013 / 2015 Hampetrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu -2012,  
<http://www.tpao.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/2012-sektor-rapormayis-tr.pdf>  
Erişim: 03.08.2016

Üçgül, İ. ve Akgül, G. (2010) Biyokütle Teknolojisi, *Yekarum Dergisi*, 1(1): 3-11.

Ünver, Ö. (1996) Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Bu Potansiyelden Ekonomik Olarak Yararlanma Olanakları, *TMMOB Türkiye Enerji Sempozyumu*, 12-13-14 Kasım, Ankara, 25-40.

World Energy Concil, 2010 Survey of Energy Resources, London.

YEGM (2013) Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyeli,  
[http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h\\_turkiye\\_potansiyel.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_turkiye_potansiyel.aspx)  
Erişim: 07.08.2016

Yılmaz, M. and Bayar, R. (2006) *The Potential of Thermal Tourism in Turkey, Jubilee National Conference with International Participation*, Plowdiv Universty, 20-21.10.2006, Smolyan, 1200-1208.

Yılmaz, M. (2012) Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 10 Ekim, Ankara, 4(2): 33-54

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Ad Soyad : Gürcan KIZILEL  
Uyruk : T.C.  
Doğum Yeri ve Tarihi : Mersin - 03/07/1986  
Medeni Hali : Bekar  
Telefon : 90 532 303 47 19  
E-posta : gurcankizilel1986@gmail.com

### Eğitim

Alınan Derece	Aldığı Kurum/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lise	Cengiz Topel Lisesi	2003
Lisans	Girne Amerikan Üniversitesi	2010

### İş Tecrübesi

Yıl	Yer	Pozisyon/Görev
2012 - 2014	Manisa	Bakım Şefi
2014 - Devam	Kütahya	İşletme Şefi

### Yabancı Dil(ler)

	Okuma	Yazma	Konuşma
İngilizce	Orta	Orta	Orta