

**T.C.**  
**ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI**  
**STRATEJİ GELİŞTİRME BAŞKANLIĞI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ**  
**ÇEVREYE VE EKONOMİYE ETKİSİ**

**Mert Can ESKİN**  
**Mali Hizmetler Uzman Yardımcısı**

**MALİ HİZMETLER UZMANLIĞI**  
**UZMANLIK TEZİ**

**ANKARA**  
**HAZİRAN-2018**



**T.C.**  
**ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI**  
**STRATEJİ GELİŞTİRME BAŞKANLIĞI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ**  
**ÇEVREYE VE EKONOMİYE ETKİSİ**

**Mert Can ESKİN**

**Mali Hizmetler Uzman Yardımcısı**

**Danışman**

**Mali Hizmetler Uzmanı Serap ŞEN ERİŞKİN**

**MALİ HİZMETLER UZMANLIĞI**  
**UZMANLIK TEZİ**

**ANKARA**

**HAZİRAN-2018**



# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	I
TABLolar LİSTESİ .....	II
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	III
KISALTMALAR .....	IV
GİRİŞ .....	1
1. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA İLİŞKİN KAVRAMSAL ÇERÇEVE .....	3
1.1. Enerji Kavramı .....	3
1.2. Enerji Kaynakları .....	5
1.2.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları .....	8
1.2.1.1. Kömür .....	8
1.2.1.2. Petrol .....	13
1.2.1.3. Doğalgaz .....	18
1.2.1.4. Nükleer Enerji .....	24
1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları .....	29
1.2.2.1. Güneş Enerjisi .....	29
1.2.2.2. Rüzgar Enerjisi .....	32
1.2.2.3. Hidrolik Enerjisi .....	35
1.2.2.4. Jeotermal Enerjisi .....	37
1.2.2.5. Biyokütle Enerjisi .....	40
1.2.2.6. Dalga Enerjisi .....	44
1.2.2.7. Hidrojen Enerjisi .....	46
2. TÜRKİYE’DE VE DÜNYADA YENİLENEBİLİR ENERJİNİN MEVCUT DURUMU VE ÖNEMİ .....	48
2.1. Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynakları Görünümü .....	48
2.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Görünümü .....	53
2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi .....	57
2.3.1. Enerji Güvenliği .....	57
2.3.2. Çevresel Etkiler .....	60
2.3.3. Ekonomik Etkiler .....	62
2.3.4. GZFT Analizleri .....	64

3.	YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ÇEVREYE ETKİSİ .....	68
3.1.	Yenilenemeyen Enerji Kaynaklarının Çevreye Etkileri .....	68
3.1.1.	Hava Kirliliği .....	68
3.1.2.	Su Kirliliği.....	72
3.1.3.	Canlılar Üzerindeki Etkileri .....	73
3.2.	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevreye Etkileri .....	75
3.2.1.	Güneş Enerjisi .....	75
3.2.2.	Rüzgâr Enerjisi.....	79
3.2.3.	Hidrolik Enerji .....	83
3.2.4.	Jeotermal Enerji .....	84
3.2.5.	Biyokütle Enerjisi .....	86
3.2.6.	Dalga Enerjisi.....	90
3.2.7.	Hidrojen Enerjisi .....	92
4.	YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ EKONOMİYE ETKİSİ .....	94
4.1.	Enerji İthalatı ve Cari Açık .....	94
4.1.1.	Dış Ticaret Açığı.....	96
4.1.2.	Büyüme - Enerji İlişkisi ve Enerjide Dışa Bağımlılık .....	98
4.2.	İstihdam .....	103
4.3.	Finansman .....	110
4.3.1.	Öz Kaynakla Finansman .....	112
4.3.2.	Girişimci Sermayesi .....	113
4.3.3.	Yabancı Kaynak Finansmanı .....	116
4.3.4.	Sendikasyon Kredisi .....	117
4.3.5.	Yeşil Tahvil.....	118
4.4.	Destekleme Politikaları ve Araçları.....	123
4.4.1.	Sabit Fiyat Garantisi.....	125
4.4.2.	Prim Garantisi .....	128
4.4.3.	Kota Zorunluluğu ve Enerji Sertifikaları .....	129
4.4.4.	İhale Yöntemi.....	131
4.4.5.	Türkiye’de Uygulanan Destekleme Araçları .....	132
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER .....	135
	KAYNAKÇA.....	141

## ÖNSÖZ

Uzman yardımcılığı dönemimde uygun çalışma ortamını hazırlayıp mesleki gelişimim konusunda bilgilerini esirgemeyen Strateji Geliştirme Başkanı Sadi KIZIK'a ve Daire Başkanım Engin SERT'e, çalışmamı inceleyip katkılar sunan danışmanım Serap ŞEN ERİŞKİN'e, değerli uzmanlarım ve iş arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Ayrıca her zaman desteğini hissettiğim canım ailem; babam Hasan ESKİN, annem Derya ESKİN, kız kardeşim Kardelen Eda ESKİN ve nişanlım Dilek ADAY'a bu süreçte beni yalnız bırakmadıkları için tüm kalbimle teşekkür ederim.

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1- Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	7
Tablo 2 - 1850-1900 Yılları Arasında Dünya Petrol Üretimi .....	14
Tablo 3 - 1980-2016 Yılları Arasında Dünya Petrol Üretimi .....	16
Tablo 4 – Tahmin Edilen Toryum Rezervleri .....	27
Tablo 5 – Güneş Enerjisinden Elektrik Üretim Çeşitleri .....	31
Tablo 6 – Jeotermal Enerjinin Sıcaklığa Göre Kullanım Alanları.....	39
Tablo 7 – Yenilenebilir Kaynaklardan Elde Edilen Elektrik Enerjisi Kapasitesinin Dünya Geneli ve İlk 6 Ülke Açısından Değerlendirmesi.....	49
Tablo 8 - Yenilenebilir Enerji Alanında Yıllık Yatırım, Net Kapasite Artırımı ve Biyoyakıt Üretiminde Dünyada İlk 5 Ülke .....	50
Tablo 9 – Bölgesel Enerji Politikaları Üzerinde Belirsizlik Yaratan ve Etkileyen Unsurlar.....	53
Tablo 10 – Lisanslı Elektrik Kurulu Gücünün Kaynak Bazlı Dağılımı.....	55
Tablo 11 – 2017 Yılı Lisanslı Elektrik Üretiminin Kaynak Bazında Dağılımı .....	56
Tablo 12 - Elektrik Sektöründe Yenilenebilir Enerji Potansiyeli, Mevcut Durum ve 2023 Yılı Hedefleri .....	57
Tablo 13 - Türkiye'deki Enerji Kaynaklarının Enerji Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi.....	60
Tablo 14 - Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının GZFT Analizi .....	67
Tablo 15 - Kirletici Parametreler Ve Sağlık Etkileri .....	74
Tablo 16 - 2017 Yılı Aralık Ayı Verilerine Göre Ödemeler Dengesi Bilançosu.....	95
Tablo 17 - 2017 Yılı Enerji İthalat ve İhracat Tutarları.....	97
Tablo 18 - 2016 Yılı Bölgelerin Verdiği Ülke İçi Göç ve Eğitim Durumları.....	109
Tablo 19 - Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sabit Fiyat Garantisi – I Sayılı Cetvel .....	127



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 – Kömürleşme Süreci.....	9
Şekil 2 – Kömür Katmanları .....	10
Şekil 3 - Dünyadaki Büyük Kömür Rezervi Haritası .....	11
Şekil 4 – Türkiye Kömür Rezervi Haritası .....	12
Şekil 5 – Termik Santral Çalışma Şeması.....	13
Şekil 6 – 2016 Yılı Bölgelere Göre Dünya İspatlanmış Petrol Rezervi.....	17
Şekil 7 – 2014 Yılı Ülkelere Göre Dünya İspatlanmış Doğalgaz Rezervi.....	21
Şekil 8 – 2014 Yılı Ülkelere Göre Dünya Doğalgaz Üretimi .....	22
Şekil 9 – Ülkemizdeki Doğalgaz Boru Hatları ve Projeleri.....	23
Şekil 10 – 2010 Yılı Ülkelere Göre Dünya Uranyum Rezervi .....	26
Şekil 11 – Nükleer Reaktör Çalışma Şeması .....	28
Şekil 12 – Fotovoltaik Paneller Çalışma Şeması .....	32
Şekil 13 – Rüzgâr Türbini Çalışma Şeması .....	35
Şekil 14 – Hidroelektrik Enerji Santrali Çalışma Şeması .....	36
Şekil 15 – Jeotermal Enerji Santrali Çalışma Şeması .....	40
Şekil 16 – Biyokülte Madde Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	41
Şekil 17 - Biyokütle, biyoyakıt ve biyoenerji arasındaki etkileşim .....	42
Şekil 18 – Dalga Enerjisi için Mevcut Sistemler ve İşlemler .....	45
Şekil 19 – Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretim Maliyetleri.....	51
Şekil 20 – Türkiye Çölleşme Risk Haritası.....	77
Şekil 21 – Rüzgar Türbini Gürültü Seviyeleri .....	81
Şekil 22 – Türkiye'nin Enerjide Dışa Bağımlılığı (1990-2016) .....	99
Şekil 23 – Büyüme ve Enerji Döngüsü .....	100
Şekil 24 –Net Enerji Açığının Dış Ticaret Açığındaki Payı ve Büyüme.....	101
Şekil 25 - Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) .....	109
Şekil 26 – Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA).....	109
Şekil 27 – Yatırım Projelerinin Finansmanında Kilit Rol Oynayan Aktörler.....	112
Şekil 28 – Yenilenebilir Enerjiye Yapılan Varlık Bazlı Küresel Yeni Yatırımlar... 114	
Şekil 29 - Yenilenebilir Enerjinin Finansmanında Getiri ve Risk Profili .....	115
Şekil 30 – Proje Finansmanı Modeli.....	117
Şekil 31 – Yenilenebilir Enerji Yatırımları için Sendikasyon Kredisi İşleyişi.....	118

## KISALTMALAR

CO	: Karbonmonoksit
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksit
dBA	: Ağırlıklı Desibel
D.S.İ.	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
E.P.D.K.	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
E.T.K.B.	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
G.S.Y.H.	: Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
GW/h	: Gigawatt/saat
GZFT	: Güçlü Yön-Zayıf Yön-Fırsatlar-Tehditler
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	: Sülfürik Asit
HES	: Hidroelektrik Santrali
ISO	: Uluslararası Standartlar Teşkilâtı
KW/h	: Kilowatt/saat
L.P.G.	: Likit Petrol Gazı
M.E.B.	: Milli Eğitim Bakanlığı
M.T.A.	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
MTEP	: Milyon Ton Eşdeğeri Petrol
MW	: Megawatt
MW/h	: Megawatt/saat
NO	: Azot Oksit
NO <sub>2</sub>	: Azot Dioksit
NO <sub>x</sub>	: Azot Oksitler
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü

OECD/NEA : Nükleer Enerji Ajansı  
P.İ.G.M. : Petrol İşleri Genel Müdürlüğü  
P.V. : Fotovoltaik Güneş Enerjisi  
P.M. : Partikül Madde  
SO<sub>x</sub> : Kükürt Oksitler  
SO<sub>2</sub> : Sülfür Dioksit  
SO<sub>4</sub> : Sülfat  
T.P.A.O. : Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı  
T.E.İ.A.Ş. : Türkiye Elektrik İletim A.Ş.  
T.M.M.O.B. : Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği  
T.Ü.İ.K. : Türkiye İstatistik Kurumu  
TW : Terawatt  
V.P.E. : Varil Petrol Eşdeğeri  
Y.E.G.M. : Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü  
YEK : Yenilenebilir Enerji Kaynakları



## GİRİŞ

Enerji, canlılar için her zaman vazgeçilmez bir unsur olmuştur. Günümüzde ihtiyaçların arttığı ve çağın getirdiği yeni alanlara ilişkin tüketim alışkanlıklarının değiştiği bilinmektedir. Yüksek tüketim alışkanlığına dayalı ihtiyaçların üretim yoluyla piyasa tarafından karşılanması önem arz etmektedir. Söz konusu üretimin ise en temel iki girdisi hammadde ve enerjidir. Enerjinin, tükenme tehlikesi altında olan yenilenemeyen enerji kaynakları tarafından üretilmesinin yarattığı çevresel tahribat, sosyo-ekonomik sorunlar ve 1973 Birinci Petrol Krizi olarak tabir edilen enerji darboğazının yıkıcı etkileri sonucunda, enerjiye duyulan ihtiyacın karşılanması için dünyada alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Fosil yakıtlara alternatif olabilecek enerji kaynakları arayışı ise zaten çeşitli şekilde kullanılmakta olan ancak fosil yakıtlar ile rekabet edemediğinden arka planda kalan yenilenebilir enerji kaynaklarını tekrar gündeme getirmiştir.

Enerji talebinin artması ve beraberinde fosil yakıtların kullanımının arttırılması sonucunda kirletici gazların atmosfere salınımı artmıştır. İklim değişikliği ve sera gazı etkisinin küresel ısınmaya yönelik duyarlılığın arttığı günümüzde uluslararası çerçeve anlaşması Kyoto Protokolünü imzalayarak karbondioksit ve sera gazı salınımı azaltmayı taahhüt eden ülkeler için en azından üretim aşamasında atmosfere sera gazı emisyonu vermeyen yenilenebilir enerji kaynakları çözüm olarak görülmektedir. Hiçbir üretimin çevreye etkisi olmadan yürütülemeyeceği gerçeğiyle yenilenebilir enerji kaynaklarının da çevreye etkileri olacağı göz ardı edilmemelidir.

Devletlerin ekonomik büyüme hedefleri, sanayileşme, nüfus artışı, teknolojinin yaygınlaşması ve refah seviyesinin yükselmesi ile doğru orantılı olarak enerji tüketiminde artışın karşılanması amacıyla Türkiye gibi fosil yakıt rezervinin enerji

ihtiyacını karşılayamadığı ekonomilerde enerji talebinin ithalat yoluyla giderilmesi gerekmektedir. İthalat ise ödemeler bilançosu üzerinde baskı oluşturmakta ve cari açığa neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ise enerjinin yerleştirilmesi ve enerji güvenliğinin sağlanması noktasında büyük öneme sahip olduğu bilinmektedir.

Yenilenebilir enerji yatırımlarının en büyük kısıtı ilk kurulum maliyetlerinin yüksekliğidir. Bu maliyetlerin karşılanmasında finansman ve destekleme mekanizmalarının tercihi önem arz etmektedir.

Globalleşen dünyada yenilenebilir enerji trendi yükselmeye devam etmektedir. Bu trend ise güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve biyokütle enerjisinde yoğunlaşmıştır.

Bu çerçevede birinci bölümde; enerji kaynaklarının sınıflandırılması yapılarak bu kaynakların kullanılış biçimleri, dünyada ve ülkemizdeki rezerv durumlarına ilişkin bilgi verilecektir.

İkinci bölümde; yenilenebilir enerji kaynaklarının Dünya'daki ve Türkiye'deki görünüşleri, ülkeler ile kıyas yapılarak küresel yatırım ve maliyetlerin durumuna ilişkin bilgi verilerek bu kaynaklara yönelimin önemi işlenecektir.

Üçüncü bölümde; yenilenemeyen enerji kaynakları ile yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkileri üzerinde durularak kıyaslamalar yapılacaktır.

Dördüncü bölümde ise yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik etkileri bağlamında Türkiye ekonomisi açısından ithalat, cari açık ve istihdam konuları işlenerek, yenilenebilir enerjiye dönük finansman modelleri ve destekleme araçları hakkında bilgi verilecektir.

## 1.BÖLÜM

### 1. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA İLİŞKİN KAVRAMSAL ÇERÇEVE

#### 1.1. Enerji Kavramı

Enerji tarih boyunca insanların ve ülkelerin en vazgeçilmez unsurları olmuştur. Günlük yaşamdan, üretime, kalkınma ve refaha kadar birçok etkisi vardır. İnsan ihtiyaçlarının giderilmesinde, ekonomik ve beşeri gelişimin devam etmesinde önem arz eden enerji; sanayi, konut ve ulaştırma gibi sektörlerin de en temel hammaddesidir.

Enerji kelimesi, eski Yunan dilindeki  $\epsilon\nu$  = aktif ve  $\epsilon\rho\nu\nu$  = iş kelimelerinden meydana gelmiş ve bu nedenle enerjinin “işe dönüştürülebilir” anlamında bir kavram olduğu söylenebilmektedir.<sup>1</sup> Geniş anlamda enerjiyi tanımlayabilmek, her şey ile ilişkilendirilebilir olduğundan oldukça zordur. Dar kapsamda tanımlama yapmak istersek bir sistemin iş yapabilme yeteneği ya da “yaratılan güç” olarak nitelenebilir. Enerjinin fizik biliminde çok önemli bir yeri vardır. İş, bir cisme yol aldırma için uygulanan güçtür. Örneğin, yerden aldığımız bir nesne, yer ile kaldırdığımız yükseklik kadar yol yaptığımızı düşünürsek ağırlığı kaldırmak için kullanılan kuvvettir. İş-Güç-Enerji arasındaki ilişki şu üç formül ile ispatlanır.

- $E=F.x$  (1 Joule enerjisi olan bir madde, 1 metreyi 1 Newton ile gidebilir.)

---

<sup>1</sup> Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher, Andreas Wiese,(2007) Renewable Energy:Technology, Economics and Environment, New York: Springer Berlin Heidelberg, s.2.

- $E=mc^2$  (1 kg kütlesi olan bir maddenin ışık hızının karesinin sayısal değeri kadar (Joule) enerjisi vardır.)
- $E=Pt$  (1 Joule enerjisi olan bir madde, 1 saniye boyunca, 1 Watt'lık güç uygulayabilir.)

Fizik biliminin madde tanımlamasındaki unsurlarından biri olan hiçbir şeyin vardan yok, yoktan var edilemeyeceği gerçeği enerji kavramının temelinde de vardır. Amalie Emmy Noether tarafından 1915 yılında kanıtlanan ve 1918 yılında yayımlanan Enerjinin korunumu yasasına göre enerji, ne yok edilebilir ne de yoktan var edilebilir. Sadece farklı enerji biçimlerine dönüşebilir. Bu enerji biçimleri ise sabit değildir, yeni buluşlara ve teknolojiye bağlı olarak gelişebilir, değişebilir, yeni biçimler eklenebilir. Günümüzde var olan enerji biçimleri şunlardır;

- *Kinetik enerji: Bir maddenin bir yerden başka bir yere gitmek veya dönmek için ihtiyaç duyduğu enerji türüdür.*
- *Potansiyel enerji: Bir maddenin durumuna göre sahip olduğu enerjidir (yokuştaki tekerlek, esnetilmiş lastik veya havada tutulan top gibi).*
- *Mekanik enerji: Potansiyel enerji ile kinetik enerjinin toplamıdır.*
- *Kimyasal enerji: Yemek, pil vb. maddelerdeki depolanmış enerjidir.*
- *Isı enerjisi: Atomların hareketinin enerjisidir.*
- *Elektrik enerjisi: Elektronların hareketlerinden kaynaklanan enerjidir.*
- *Manyetik enerji: Sadece metallerin sahip olabildiği, atomların dizilimine bağlı çekme veya itme hareketine dönüşebilen enerjidir.*
- *Nükleer enerji: Atomların içlerinde sakladıkları enerjidir.*



- *Işık enerjisi: Maddelerden yansıyor görüntü oluşturan enerjidir.*
- *Ses enerjisi: Canlıların duyma organı tarafından algılanabilen enerji türüdür.*

Doğumdan ölüme geçen yaşam döngüsünde tüm canlılar enerjiye ihtiyaç duyarlar ve bunu kullanırlar. Örneğin ısı ve ışık enerjisi olan güneş veya kimyasal enerji kaynağı olan besin, oksijen gibi.

Tüm enerji biçimleri sürekli bir dönüşüm ve devinim içerisinde. Örneğin, Fosil yakıtlar karbon oranı yüksek olan ölü organizmaların milyonlarca yıl toprak altında ve oksijensiz bir ortamda kalması ve çözünmesi ile oluşmaktadır. Fosil yakıtların potansiyel enerjisi ise yanma tepkimesi sonucunda bir enerjiye dönüşür. Hangi enerjiye dönüşeceği ise kullanılan araca bağlı olarak değişmektedir. Örneğin otomobillerde potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşürken, bir termik santralde ise belirtilen potansiyel enerji elektrik enerjisine dönüşür.

18. yüzyılın ikinci yarısında başlayan Sanayi Devrimi, üretim sürecindeki hızlı makineleşme, beraberinde enerji ihtiyacını da gündeme getirmiştir. Gelişen sanayi, artan nüfus ve ihtiyaçların çokluğu sonucu enerji ihtiyacı katlanarak artmış ve bu ihtiyacı karşılaması için enerji kaynaklarının kullanımını arttırılmıştır.

## **1.2. Enerji Kaynakları**

Enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için enerji kaynakları kullanılması gerekmektedir. Enerji kaynakları kullanımına ve dönüşmelerine göre 2 çeşitte sınıflandırılabilir.

Dönüştürülebilirliklerine göre sınıflandırma yaptığımızda Birincil ve İkincil Enerji Kaynakları olarak ikiye ayrılır. Birincil Enerji Kaynakları, doğada bulunan ve

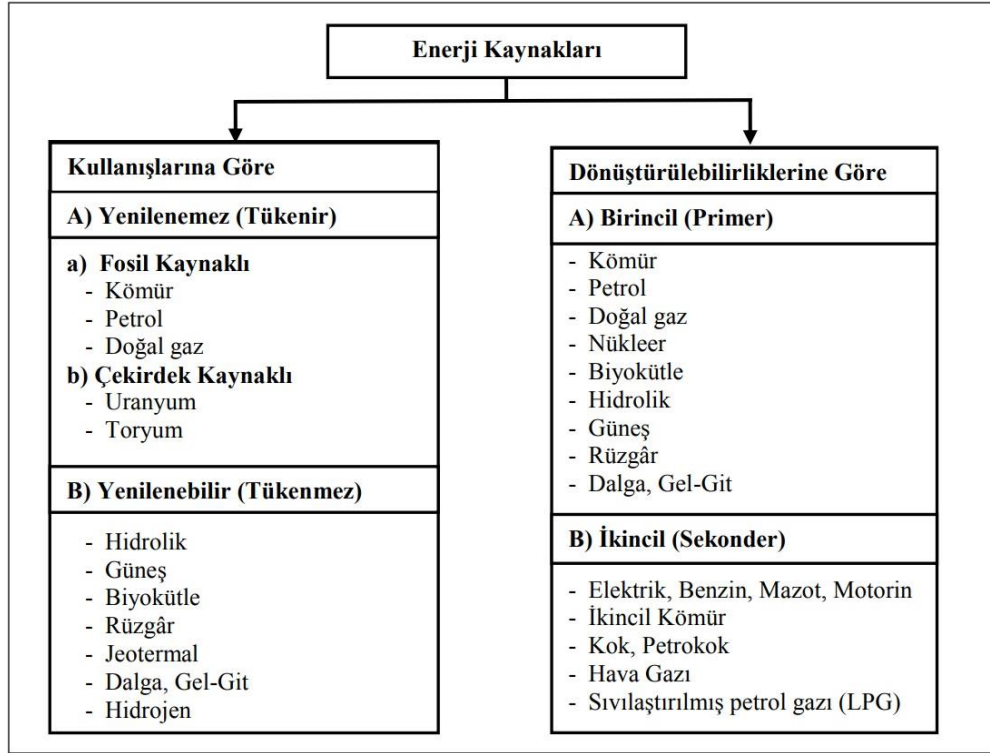
çıkarıldıkları halleri ile kullanılarak enerji üretilebilen kaynaklara denir. İkincil Enerji Kaynakları ise birincil enerji kaynaklarının işlem görek dönüştürülmesiyle oluşan kaynaklara denir. Birincil enerji kaynakları enerjinin odak noktasını oluşturur. İkincil (işlenmiş) enerji kaynakları ise birincil enerji kaynaklarının yer, zaman, etki veya verimliliklerinin artırılması yoluyla kullanım alanları yelpazesinin artırılmasıdır.

Kullanışlarına göre sınıflandırma yaptığımızda Yenilenemeyen ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları olmak üzere ikiye ayrılır. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları, tüketildikçe rezervleri azalan, kendini yenileyemeyen, stok değişken enerji kaynaklarına denir. Bunlar da fosil kaynaklı ve çekirdek kaynaklı olmak üzere kendi içlerinde ikiye ayrılırlar. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ise işlem süreçlerine ihtiyaç duyulmadan temin edilebilen, sürekli bir devinimle yenilenen ve kullanılmaya hazır olarak doğada var olan, akım değişken enerji kaynaklarıdır.

Ayrıca literatürde ticari enerji kaynakları ile ticari olmayan enerji kaynakları şeklinde olarak sınıflandırma yapılmıştır. Ticari enerji kaynakları, geniş bir uluslararası ve ulusal piyasası bulunan modern bir endüstriyel ekonominin gereksinimini karşılayan enerji formlarını kapsar. Ticari olmayan enerji ise, ekonominin geleneksel sektörünün kullandığı enerjidir. Ticari enerji kaynaklarına örnek olarak petrol, doğal gaz, su gücü ve nükleer enerji; ticari olmayan enerji kaynaklarına ise odun, hayvan artıkları ve tarımsal artıklar verilebilir.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Bilginoğlu, M. A. (1991). Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Sorunu ve Alternatif Enerji Politikaları. Erciyes Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 9,122-147.



*Tablo 1- Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması<sup>3</sup>*

Enerji kaynakları, üç temel karakteristik bulunmaktadır. Bunlar kıtlıkları, dünya üzerinde adil bir dağılım göstermemeleri ve dönüştürülme esnasında çevre kirliliğine yol açmalarıdır.<sup>4</sup> Ancak bu karakteristikler, yenilenemeyen enerji kaynaklarını tanımlamakta olup, yenilenebilir enerji kaynakları için kısmen uysa bile tanımlama yapmaya elverişli değildir.

İkincil Enerji Kaynakları arasında günümüzde en çok kullanılan elektrik enerjisidir. Birincil enerjiden ikincil enerji kaynaklarına dönüşümü sağlayan araç ise enerji santralleridir.

Termik enerji santrallerinde katı, sıvı ve gaz halindeki yakıt hammaddeleri yakılarak ısı enerjisinin ortaya çıkması sağlanır. Isı enerjisi su havuzlarında buhara

<sup>3</sup> Koç E. ve Şenel M.C. (2013). Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu - Genel Değerlendirme. Mühendis ve Makina, 54(639), 32-44.

<sup>4</sup> Bilginoğlu, M. A. (1991). Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Sorunu ve Alternatif Enerji Politikaları. Erciyes Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 9,122-147.

dönüştürülerek mekanik enerjiye dönüştürülür. Çıkan buharın etkisi ile santral türbinlerini döndürerek alternatör adı verilen akım üreticiye verilerek elektrik enerjisi elde edilir. Aslen nükleer enerji santralleri de termik santrallerden olup, temel fark sadece buharın nasıl elde edildiğidir.

Çalışmamda, literatürde daha yaygın olan “Kullanışlarına göre sınıflandırma” kullanılacaktır.

### **1.2.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları**

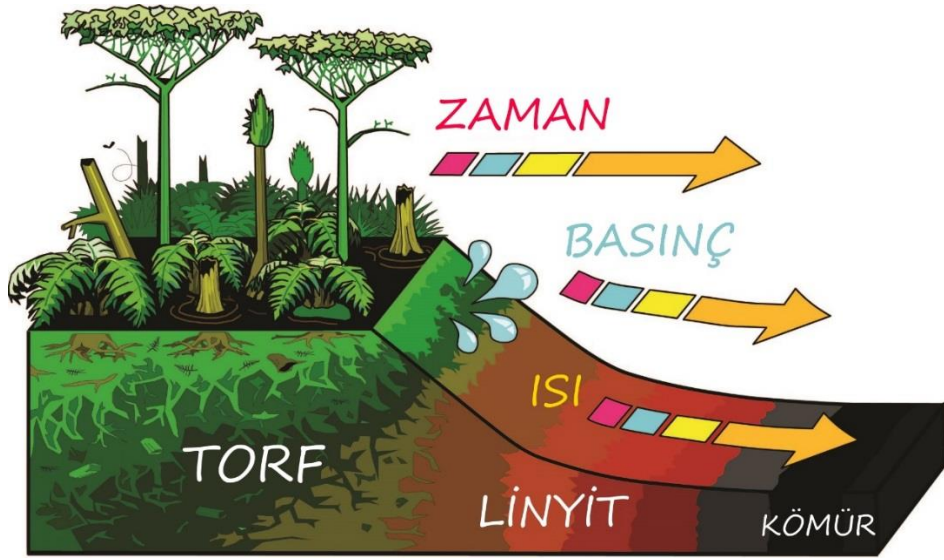
Yenilenemeyen Enerji Kaynakları, yukarıda da anıldığı üzere tüketicilerce rezervleri azalan, kendini yenileyemeyen, stok değişken enerji kaynaklarına denir. Bu kaynaklar kendi içerisinde fosil kaynaklı ve çekirdek kaynaklı olmak üzere ikiye ayrılırlar. Fosil kaynaklı enerjiler ise kömür, doğalgaz ve petroldür. Çekirdek kaynaklı enerjiler ise uranyum ve toryum kullanılarak elde edilen nükleer enerjidir.

#### **1.2.1.1. Kömür**

İnsan hayatında ve enerji kaynakları içinde çok önemli bir yere sahip olan kömür, dünyada geniş rezervlere ve yaygın tüketim alanlarına sahiptir. Kömür emniyetli, üretimi kolay ve ucuz bir fosil yakıttır.

Kömür yanabilen sedimanter (çökel-çökeltme sonucu oluşan) organik bir kayadır. Kömür öncelikle karbon, hidrojen ve oksijen gibi elementlerin bileşiminden oluşmuş olup, diğer kaya tabakalarının arasında damar haline uzunca bir süre (milyonlarca yıl) ısı, basınç ve mikrobiyolojik etkilerin sonucu olarak meydana gelmiştir.

Kömürün oluşumu, nebatların bataklık alanlarda birikmesi sonucu oluşan tabakaların değişime uğraması neticesi meydana gelmiştir. Bu tabakalar üzerine çeşitli çöktürlerin birikmesi ve arzın hareketleri sonucu derinliklere gömülmüştür. Gömülmüş olan bu nebatlar; artan ısı ve basınca maruz kaldıklarında bünyelerinde fiziksel ve kimyasal değişikliğe uğrayarak kömüre dönüşürler.



Şekil 1 – Kömürleşme Süreci<sup>5</sup>

Bu süreç 500 milyon ile 15 milyon yıl arasında gerçekleşerek kömürleri oluşturur ve organik olgunluklarına göre Linyit, Altbitümlü Kömür, Bitümlü kömür ve Antrasit tiplerine ayrılırlar. Bunların arasında en yüksek karbon bileşimine (%90) sahip olan antrasit olup, en düşük karbon bileşimi (%50) ise linyittir.

<sup>5</sup> <http://www.uky.edu/KGS/coal/images/>, Erişim Tarihi: 16.01.2018

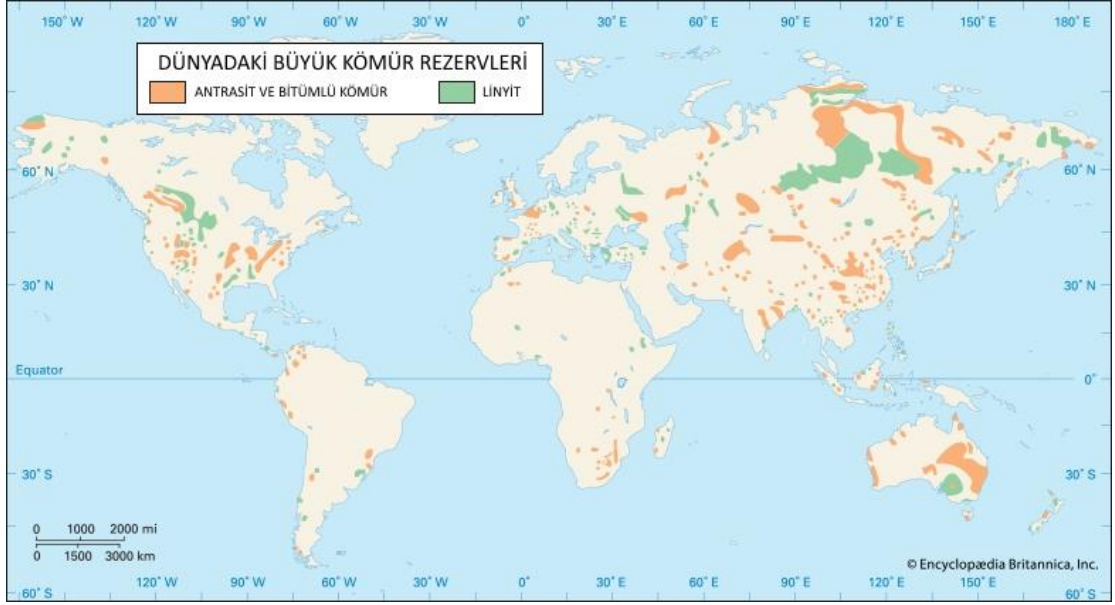


Şekil 2 – Kömür Katmanları<sup>6</sup>

Dünya genelinde kömür rezervlerinin 310,5 milyar tonu (%34,8) Avrupa-Avrasya ülkelerinde, 288,3 milyar tonu (%32,3) Asya-Pasifik ülkelerinde, 245 milyar tonu (%27,5) Kuzey Amerika ülkelerinde, 33 milyar ton (%3,7) Afrika-Doğu Akdeniz ülkelerinde ve 14,6 milyar ton (%1,6) Orta ve Güney Amerika ülkelerinde bulunmaktadır.<sup>7</sup> Kömür rezervleri dünya genelinde genel olarak bulunabilen bir fosil yakıt olmasına rağmen Amerika Birleşik Devletleri, Rusya ve Çin bilinen rezervlerin yaklaşık üçte ikisine sahiptirler.

<sup>6</sup> <http://www.uky.edu/KGS/coal/images/> , Erişim Tarihi: 16.01.2018

<sup>7</sup> <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur> , Erişim Tarihi: 01.02.2018

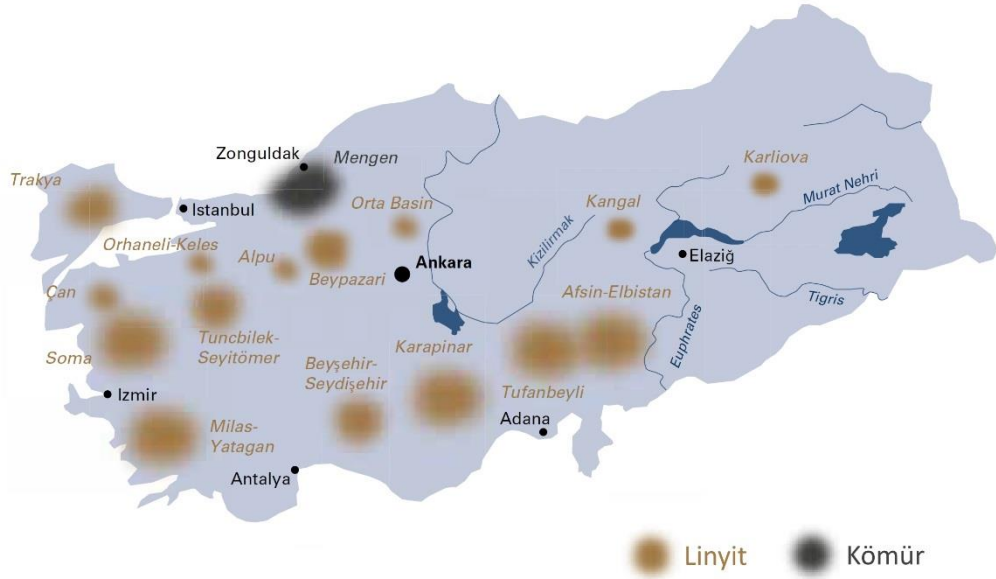


Şekil 3 - Dünyadaki Büyük Kömür Rezervi Haritası<sup>8</sup>

Ülkemiz ise rezerv ve üretim miktarları açısından linyitte dünya ölçeğinde orta düzeyde, taşkömüründe ise alt düzeyde değerlendirilebilir. Toplam dünya linyit/alt bitümlü kömür rezervinin yaklaşık %3,2'si ülkemizde bulunmaktadır. Bununla birlikte linyitlerimizin büyük kısmının ısı değeri düşük olduğundan termik santrallerde kullanımı ön plana çıkmıştır. Ülkemiz linyit rezervinin yaklaşık %46'sı Afşin-Elbistan havzasında bulunmaktadır. Ülkemizin en önemli taşkömürü rezervleri ise Zonguldak ve civarındadır. Zonguldak Havzası'ndaki toplam taşkömürü rezervi 1,30 milyar ton, buna karşılık görünür rezerv ise 506 milyon ton düzeyinde bulunmaktadır.<sup>9</sup>

<sup>8</sup> “<https://www.britannica.com/science/coal-fossil-fuel/Structure-and-properties-of-coal>”, Erişim Tarihi: 01.02.2018

<sup>9</sup> <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur>, Erişim Tarihi: 01.02.2018

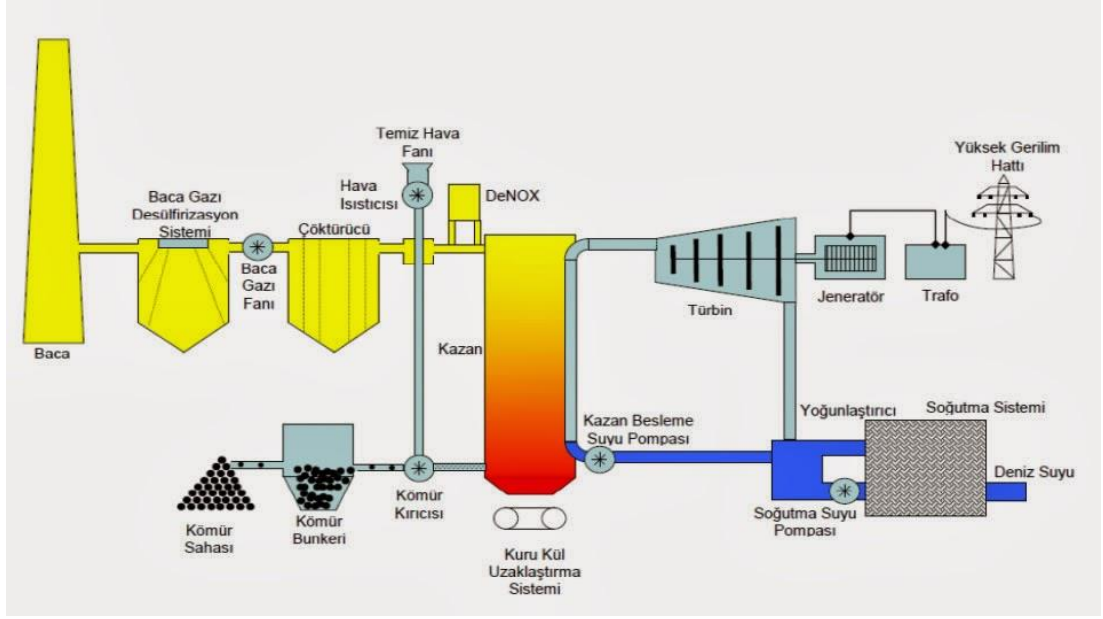


Şekil 4 – Türkiye Kömür Rezervi Haritası<sup>10</sup>

Kömürden elektrik üretiminde ise termik santrallerden faydalanılmaktadır. Bir termik santralin temel elemanları Kazan, Buhar Türbini ve Jeneratördür. Kömür kazanda yakılarak kazan boruları içerisinde yer alan saf suyun basınçlı kızgın suya dönüştürülmesini sağlar. Saf su kullanılma amacı ise suyun bünyesinde barındırdığı minerallerin basınç ve sıcaklık ile borulara zarar vermeyi önlemesidir. Borulardaki basınçlı ve sıcak su (yaklaşık 550 C°) buhar türbinine gönderilerek dönmesi sağlanır. Bu süreç, ısı enerjisini mekanik enerjiye dönüştürür. Türbine bağlı mil vasıtasıyla jeneratöre aktarılarak mekanik enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi sağlanmış olur. Türbine giriş basıncına dayalı olarak yoğunlaştırıcıya alınan buhar ise soğutularak tekrar su halini alır ve çevrime tekrar sokulur.

<sup>10</sup> “<https://euracoal.eu/info/country-profiles/turkey>”, Erişim Tarihi: 01.02.2018





Şekil 5 – Termik Santral Çalışma Şeması<sup>11</sup>

### 1.2.1.2. Petrol

Petrol, gündelik hayatımızın vazgeçilmez enerji kaynaklarından biridir. Petrol isminin terminolojik anlamına bakacak olursak Latince “petra (kaya)” ve “oleum (yağ)” sözcüklerinden türetilen “petroleum (petrol)” adı verilmiştir. Türkçe karşılığı olarak taş yağı veya kaya yağı olarak belirtilebilir.

Petrol, yerküre içerisinde organik materyalin başkalaşımı ile oluşmuş ve gözenekli kayalar içerisinde depolanmış sıvı haldeki hidrokarbonlara ham petrol adı verilir. Petrolün başındaki "ham" terimi bir hammadde olduğunu ve henüz işlenmediğini gösterir. Ham petrol, rafinerilerde bileşenlerine ayrıştırılarak (damıtılarak) günlük yaşamımızda kullandığımız pek çok ara madde ve akaryakıt ürünleri elde edilir.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Şahin H.E. (2012). Kritik-Üstü Tip Bir Buharlı Güç Santralinin Enerji ve Ekserji Analizi, Yüksek Lisans Tezi, 21.

<sup>12</sup> “www.tpao.gov.tr”, Erişim Tarihi: 01.02.2018

Türevleri her ne kadar eski çağlardan beri bilinse de petrolün endüstri olarak doğuşu aydınlatma amaçlı gazyağı üretimi ile başlamıştır. 19. yüzyılın ikinci yarısında Kanadalı bilim adamı Abraham Gesner yeryüzüne sızan petrolden gazyağı üreterek aydınlatma ihtiyacını sürekli ve ucuz bir şekilde karşılamış ve petrol sanayisinin doğuşuna katkıda bulunmuştur.<sup>13</sup> 1860-1885 yılları arasına aydınlatma amaçlı gazyağı üretimi dönemi denilebilir. 1886-1900 yılları arasında sanayide ve evlerde bitkisel yağların yerini petrolden elde edilen yağlar almıştır. 1900-1914 yılları arasında ise makineleşmenin artması ve otomobilin yaygınlaşmasıyla benzin önem kazanmıştır. 1900'lü yıllardan itibaren ise petrol bölgelerinin paylaşılma mücadelesi başlamıştır.<sup>14</sup> Bu çalışmalar petrolün kullanım alanlarına da zemin hazırlamıştır. Bu gelişmelerden sonra, petrolün insana sızıntı yoluyla ulaştığı dönem kapanmış ve bilinçli petrol arama, işletme dönemi başlamıştır. Petrolün insanların kontrolünde yeryüzüne çıkarılması, onun yeni alanlarda da kullanılabileceği düşüncesini teşvik etmiştir. Bu gelişmelerle beraber dünyanın pek çok yerinde petrol arama ve imtiyaz elde etme çabaları başlamıştır.<sup>15</sup>

YILLAR	VARİL	TON
1857	1.977	282
1858	3.560	508
1859	6.349	907
1860	508.578	72.652
1870	5.799.214	828.459
1880	30.017.606	4.288.229
1890	76.632.838	10.947.548
1900	149.132.116	21.304.588

*Tablo 2 - 1850-1900 Yılları Arasında Dünya Petrol Üretimi*

<sup>13</sup> P.İ.G.M., Dünya'da petrol, "www.pigm.gov.tr", (4 Haziran 2014), s. 1.

<sup>14</sup> Kocaoğlu, Mehmet (Hızl.). Petro-Strateji. İstanbul: Harp Akademileri Basımevi, 1996, 6

<sup>15</sup> Uluğbay, Hikmet. İmparatorluktan Cumhuriyete Petropolitik. Ankara: Ayrac Yayınevi, 2003, 31-33

Tablo 2’de görüldüğü üzere petrol arama ve üretme işleri 1870 yılında ilk sıçramasını gerçekleştirmiş ve günümüze kadar katlanarak artmıştır. Aşağıda verilen tablo itibariyle artış hızını net olarak görebiliriz. 1980 yılı petrol üretim verileri baz alınarak diğer yılların artış hızları gösterilmiştir.

YILLAR	VARİL (Milyon)	TON	ARTIŞ HIZI
1980	68.338	478.363	BAZ VERİ
1981	69.647	487.530	1,92%
1982	72.557	507.902	6,18%
1983	73.732	516.125	7,89%
1984	77.445	542.114	13,33%
1985	80.256	561.792	17,44%
1986	90.767	635.372	32,82%
1987	93.888	657.217	37,39%
1988	102.671	718.694	50,24%
1989	102.727	719.089	50,32%
1990	102.751	719.255	50,36%
1991	109.784	768.489	60,65%
1992	110.383	772.678	61,53%
1993	110.430	773.009	61,59%
1994	111.797	782.579	63,60%
1995	112.617	788.316	64,79%
1996	114.876	804.132	68,10%
1997	116.206	813.442	70,05%
1998	114.241	799.688	67,17%
1999	128.183	897.279	87,57%
2000	130.093	910.648	90,37%
2001	130.539	913.770	91,02%
2002	135.486	948.402	98,26%
2003	136.210	953.467	99,32%
2004	136.619	956.331	99,92%
2005	137.439	962.072	101,12%
2006	138.835	971.843	103,16%
2007	142.424	996.968	108,41%
2008	149.554	1.046.875	118,85%
2009	153.496	1.074.475	124,62%

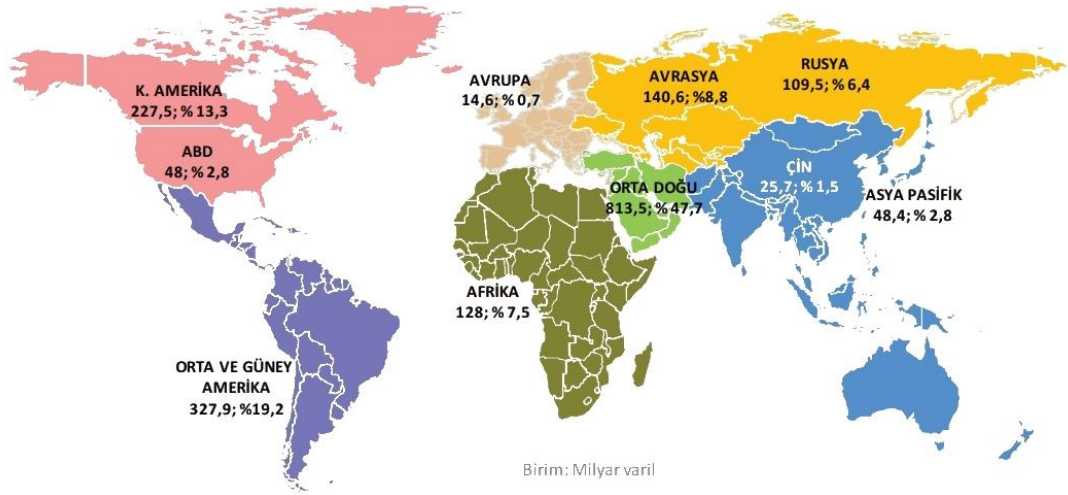
2010	164.243	1.149.699	140,34%
2011	168.126	1.176.881	146,02%
2012	169.459	1.186.210	147,97%
2013	170.176	1.191.232	149,02%
2014	170.654	1.194.580	149,72%
2015	169.145	1.184.017	147,51%
2016	170.667	1.194.669	149,74%

*Tablo 3 - 1980-2016 Yılları Arasında Dünya Petrol Üretimi<sup>16</sup>*

2016 yılı dünya petrol rezervi, 1,7 trilyon varil olarak açıklanmıştır. Küresel petrol rezervi 2015 yılına göre, %0,9 artmıştır. Anılan dönemde Irak 10,5 milyar varil ve Rusya 7,1 milyar varil ile en fazla rezerv ekleyen ülkeler olmuştur. Wood Mackenzie verilerine göre eklenen rezerv miktarında küresel düzeyde basenlerin yaşlanması nedeniyle bir azalma söz konusudur. 2016 yılı itibarıyla, bir önceki yıla göre 9 milyar vpe petrol ve doğal gaz rezervi eklenmiştir. Bu rakam son 60 yılda eklenen en düşük rezerv miktarı olarak kaydedilmiştir. Orta Doğu bölgesi, dünya petrol rezervlerinin %47,7'lik bölümüne sahiptir. Orta Doğu'yu, %19,2'lik rezerv miktarı ile Orta ve Güney Amerika, %13,3'lük rezerv ile Kuzey Amerika takip etmektedir. Daha sonra sırası ile Avrasya %8,4, Afrika %7,5, Asya Pasifik %2,8 ve Avrupa %0,7'lik paya sahiptir.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> BP Statistical Review of World Energy June 2017, <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf> , Erişim Tarihi: 20.02.2018

<sup>17</sup> 2016 Yılı Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu, TPAO.



Şekil 6 – 2016 Yılı Bölgelere Göre Dünya İspatlanmış Petrol Rezervi<sup>18</sup>

“Petrol Rezerv Ömrü”, mevcut teknolojilerle, ekonomik olarak üretilebilen ispatlanmış rezervlerin, mevcut üretime bölünmesiyle (R/Ü) elde edilen değerdir. Enerji fiyatlarındaki artış yeni ve daha ekonomik kaynakların aranması için yapılan yatırımları ve faaliyetleri arttırmakta, yeni rezervler bulunabilmektedir. Ayrıca, ikincil, üçüncül üretim yöntemleri gibi teknolojik ve verimi arttırıcı faaliyetler de petrol rezerv ömürlerini uzatabilmektedir. Bu nedenle “tükenebilir enerji kaynağı” olarak tanımlanan konvansiyonel enerji kaynaklarının kalan kullanım sürelerine ilişkin tahminler sürekli değişmektedir.<sup>19</sup>

Bölgesel bazlı bakıldığında ise;

- *Ortadoğu: 813 Milyar Varil Rezerv – 70 Yıl Rezerv Ömrü*
- *Orta ve Güney Amerika: 328 Milyar Varil Rezerv – 120 Yıl Rezerv Ömrü*
- *Kuzey Amerika: 227 Milyar Varil Rezerv – 32 Yıl Rezerv Ömrü*

<sup>18</sup> BP Statistical Review of World Energy June 2017

<sup>19</sup> 2016 Yılı Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu, TPAO.

- *Avrupa ve Avrasya: 162 Milyar Varil Rezerv – 25 Yıl Rezerv Ömrü*
- *Afrika: 128 Milyar Varil Rezerv – 44 Yıl Rezerv Ömrü*
- *Asya Pasifik: 48 Milyar Varil Rezerv – 14 Yıl Rezerv Ömrü*

bulunmaktadır. 2016 yılı itibariyle Dünya'daki petrol rezervinin ömrü ortalama olarak 50 yıldır. Petrol rezervi ömrü, yeni rezerv keşifleri, üretim teknolojisinin gelişmesi ve enerji talebi gibi etkenlerle değişkenlik gösterebilir.

Ülkemizde ise ham petrol üretimi 2016 yılı için ortalama 18 milyon varil olup toplamda 4 adet rafinerisi (ham petrol işleme santrali) bulunmaktadır. Bunlar İzmit Rafinerisi, İzmir Rafinerisi, Kırıkkale Rafinerisi ve Batman Rafinerisi olup toplamda 28 Milyon Ton rafinaj kapasitesine sahiptir.

Ham petrolün rafinerilerde arıtılması ve işlenmesi sonucunda, ortalama olarak %43 benzin, %18 fuel oil ve motorin, %11 LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı, propan veya propan-bütan karışımı), %9 jet yakıtı, %5 asfalt ve %14 diğer ürünler elde edilmektedir.<sup>20</sup>

Fosil yakıtların elektrik enerjisine dönüşüm süreci de birçok yenilemeyen-birincil enerji kaynağında olduğu gibi termik santraller eliyle yürütülmektedir.

### **1.2.1.3. Doğalgaz**

Doğalgaz içerisinde yüksek miktarda Metan (CH<sub>4</sub>) ve daha düşük oranlarda Etan (C<sub>2</sub> H<sub>6</sub>), Bütan (C<sub>4</sub> H<sub>10</sub>) Propan (C<sub>3</sub> H<sub>8</sub>), gibi elementleri barındıran; kokusuz, renksiz bir sıvı olup havadan daha hafif ve uçucu olma özelliğine sahip bir yapıdadır. Zehirli bir gaz olmayıp, herhangi bir kaçak durumunda havadaki gaz miktarının artması zehirlenmeye sebebiyet vermektedir. Ayrıca hava içerisinde belirli yüzdeye

---

<sup>20</sup> Petrole Dair Merak Edilenler, "www.tpao.gov.tr", Erişim Tarihi: 21.02.2018

ulaşıp, tutuşturucu bir kaynakla temas ettiğinde ise patlayıcı bir özellik ortaya çıkmaktadır.<sup>21</sup>

Doğalgaz; organik maddelerin yeryüzünün alt tabakalarında milyonlarca yıl süren doğal dönüşüm neticesinde basınç ve ısının etkisiyle değişikliğe uğrayıp bugünkü durumuna gelen bir enerji çeşidi olup kaynağından ilk çıkarıldığı gibi herhangi bir işleme maruz kalmaksızın kullanılabilen fosil yakıtlar içerisinde yer almaktadır.<sup>22</sup>

Doğalgazın çeşitleri ise Sıvılaştırılmış Doğalgaz (LNG) ve Sıkıştırılmış Doğalgaz (CNG) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

- *CNG (Compressed Naturel Gas-Sıkıştırılmış Doğalgaz): Doğalgazın 200-250 bar gibi yüksek basınç altında sıkıştırılıp, depolanması yolu ile oluşmaktadır. Havadan daha hafif olan ve tüp içerisinde yüksek basınç ve gaz fazında saklanan CNG özel aralarda kullanılmaktadır. Tüp içerisindeki gazın sonuna kadar kullanılması mümkün olup, boru hatlarındaki gazın soğuk havada likit hale geçmesi mümkün değildir.*
- *LNG (Liquefied Natural Gas-Sıvılaştırılmış Doğalgaz): Doğalgazın atmosferik şartlar altında 162°C'nin altında soğutulması yoluyla oluşmaktadır. Türkiye'nin ithal ettiği doğalgazın % 25'ini LNG oluşturmakta olup, tankerler vasıtası ile Cezayir ve Nijerya'dan alınıp, BOTA Marmara Ereğlisi LNG Terminalleri'ne ulaşmaktadır. 1989 ve 1994 yılları arasında 66 hektar alan üzerine inşa edilen bu terminal üç*

---

<sup>21</sup> Pfiffer, F.; Struschka, M., Baumbach; G., Hagenmaier, H. And Hein, K.R., Pilbaem Keith, International Finance, Second Edition, Macmillan Press Ltd. London, 1998 PCDD/PCDF Emissions From Small Firing Systems in Households, Chemosphere 40, 2000.

<sup>22</sup> Avcı Ö (2009), Türkiye-Avrupa Birliği Enerji Üretim ve Tüketiminin Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi, Adana.

*adet depolama tankına (85.000 m<sup>3</sup>), 300 metre uzunluğunda bir iskele ve kompresör, buharlaştırıcı, re-kondenser (Buharlı güç sistemlerinde veya Gazlı Soğutma sistemlerindeki buhar veya soğutucu gazdan çıkan ısıyı başka bir yere ileterek sıvı hale geçiren ısı değiştirici alet) ünitelerine sahiptir. LNG'nin yedeklemeye uygun olmayışının nedeni ise, kullanılmadığı zaman buharlaşmasıdır. Doğalgaza kıyasla daha pahalı olup, likit halde kullanılmadan uzun müddet beklemesi mümkün değildir.<sup>23</sup>*

Doğalgaz, petrole benzer şekilde bir fosil enerji kaynağı olarak değerlendirilebilmektedir. Doğalgazın çevre için en sağlıklı enerji kaynağı olarak nitelendirilmesi, kül ve cüruf bırakmadan yanma özelliğine sahip olmasına ve bu yanma sonucunda havayı kirletici kükürt dioksit ve karbondioksit gazlarını çıkarmama özelliklerinden dolayıdır. Uzun yıllar kullanılan katı ve sıvı yakıtların hepsi yanma sonucunda insan ve çevre sağlığı üzerinde olumsuz etki bırakırken, doğalgazın atmosfer üzerinde zararlı etkisi bulunmamaktadır.<sup>24</sup>

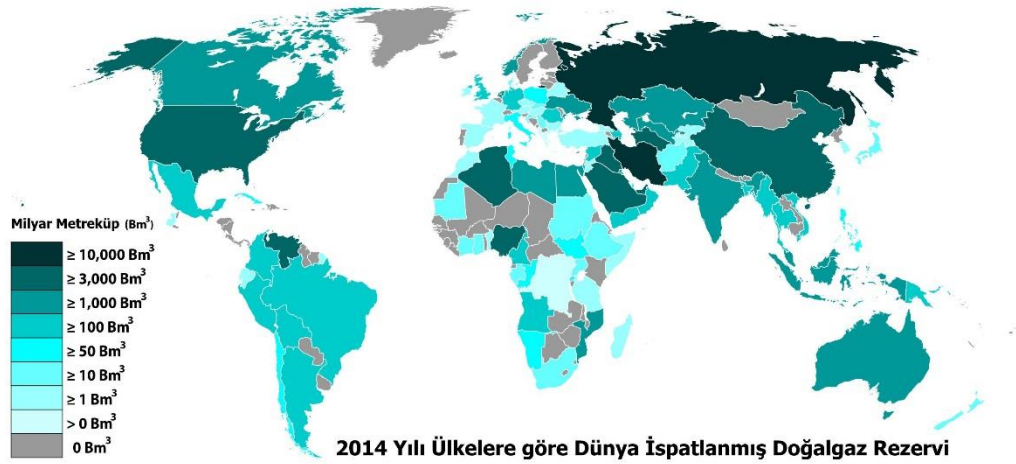
Dünyadaki ülkelere göre doğalgaz rezervi aşağıda verilen Şekil-7 haritasında gösterilmiştir.

---

<sup>23</sup> Küçükçalı R., Doğalgazda Yeni Açılım LNG ve CNG Sıvılaştırılmış veya Sıkıştırılmış Doğalgazın Kullanımı, www.ttmd.org.tr, Makale.

<sup>24</sup> Gültekin, A.H., Yüksel Örgün. "Doğalgaz ve Çevre", Çevre Dergisi, Ekim-Kasım Aralık 1993, Sayı:9, 37-41.





Şekil 7 – 2014 Yılı Ülkelere Göre Dünya İspatlanmış Doğalgaz Rezervi<sup>25</sup>

Doğalgaz tüketiminin büyük bir bölümünün dış ülkelere ithal edilmesi ve doğalgazın elde edilmesinde kaynak çeşitliliğinin sağlanamaması gibi nedenlerden ötürü enerjinin arz güvenliğinin sağlanması bakımından risk teşkil etmektedir.<sup>26</sup>

Talebi sürekli artı gösteren enerji kaynağı olan doğalgaz sanayi ve konut sektörü başta olmak üzere yüksek bir tercih edilirlilik oranına sahiptir. Yüksek enerji kullanım verimliliğine sahip olması, alternatiflerine göre fiyatının düşük olması, depolama maliyeti olmaması, işletme ve bakım maliyetinin düşük olması, taşıma sorununun olmaması doğalgaza olan talebi artıran unsurlardandır.<sup>27</sup> Ayrıca doğalgaz ödemesinin kullanıldıktan sonra yapılıyor olması tercih sebebi sayılmaktadır.<sup>28</sup>

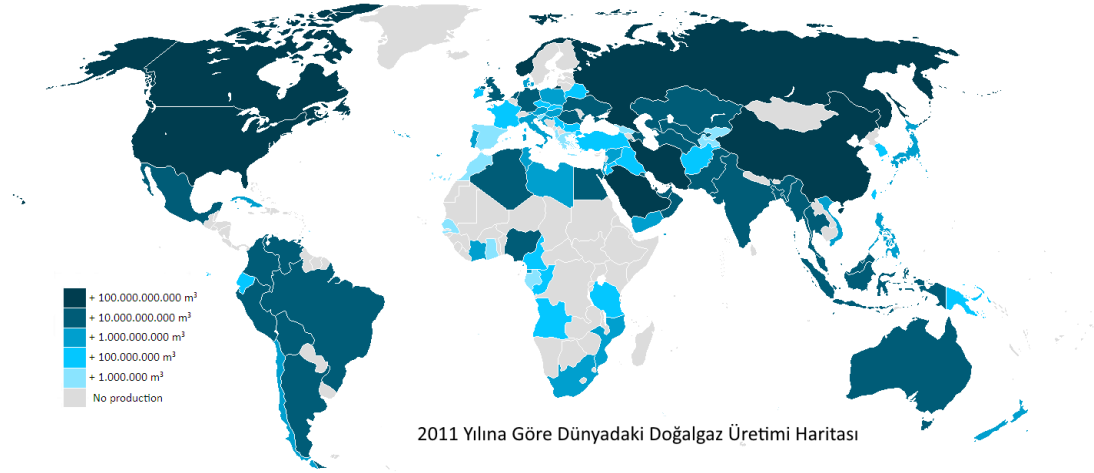
Dünyadaki ülkelere göre doğalgaz üretimi aşağıda verilen Şekil-8 haritada gösterilmiştir.

<sup>25</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Natural\\_gas\\_by\\_country](https://en.wikipedia.org/wiki/Natural_gas_by_country), Erişim Tarihi: 01.03.2018

<sup>26</sup> Arslan V., “Enerji Kaynaklarında Güvenilirlik ve Kömürün Yeri”, TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, 8-9-10 Ocak 2009, 215-228.

<sup>27</sup> Demir M., Enerji İthalatı Cari Açık İlişkisi, Var Analizi le Türkiye Üzerine Bir İnceleme, Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, Yıl.5, Sayı:9, Kasım 2013, 2-27.

<sup>28</sup> Karakoç, H.. Doğalgaz Tüketici El Kitabı, Demirdöküm Teknik Yayınlar, 2005.



Şekil 8 – 2014 Yılı Ülkelere Göre Dünya Doğalgaz Üretimi<sup>29</sup>

Doğalgazın sayabileceğimiz en önemli avantajlarından birisi de yanmaya bağlı olarak ortaya çıkan ve hava kirliliğine neden olan kükürt ve kükürt-dioksitli gazları dışarıya vermeyerek “çevre dostu” sayılmasıdır. Bu özelliği doğalgazı ülkemizde vazgeçilmez kılmaktadır.<sup>30</sup>

Dünya genelinde zamanla nüfusları artan ve ekonomileri hızla büyüyen ülkelerin refah seviyelerinin de büyümesine paralel olarak enerji tüketim miktarları yükselmiştir. Böylelikle sanayileşmiş ülkeler başta olmak üzere petrol ve kömür gibi kirlenici ve sera etkisi özelliği yüksek olan yakıtlara alternatif olarak doğalgaza büyük oranda yönelim söz konusudur.<sup>31</sup> Dünyadaki toplam enerji tüketim oranlarına bakıldığında; yaklaşık 1/4’ünün karşılandığı kaynağın doğalgaz olduğu görülmektedir.<sup>32</sup> Türkiye’nin ithal kaynakları arasında var olan doğalgaza gün

<sup>29</sup> “[https://en.wikipedia.org/wiki/Natural\\_gas\\_by\\_country](https://en.wikipedia.org/wiki/Natural_gas_by_country)”, Erişim Tarihi: 01.03.2018

<sup>30</sup> Gültekin A.H., Yüksel Örgün. “Doğalgaz ve Çevre”, Çevre Dergisi, Ekim-Kasım Aralık 1993, Sayı:9, 37-41.

<sup>31</sup> Chandler, W. Energy and Environment in the Transition Economies-Between Cold War and Global Warming, Westview Press, Oxford, 2000.

<sup>32</sup> Demir M., “Enerji İthalatı Cari Açık İlişkisi, Var Analizi ile Türkiye Üzerine Bir İnceleme”, Journal of Academic Researches and Studies, Akademik Araştırmalar Dergisi, Sayı:9, Kasım 2013, 2-27.

geçtikçe artan bir yoğunlaşmanın olduğu ve yaşanan yoğunlaşmadan kaynaklı bir takım risklerin de yaşanabileceği ifade edilebilir.<sup>33</sup> Bu risklerden en yüksek olanı ise ülkemizin enerji talep güvenliğinin sağlanması hususudur. Doğalgaz arzında bulunan diğer ülkeler ile ticari, ekonomik ve siyasi ilişkiler bakımından çıkar çatışmasına girildiğinde bu yoğunlaşmanın ülkemiz üzerindeki yıkıcı etkiler olabileceği düşünülmektedir.

Ülkemizde ise 2016 yılı sonu itibarı ile kalan üretilebilir doğal gaz rezervimiz 18,8 milyar m<sup>3</sup>tür. Elektrik enerjisi üretiminde doğal gaza dayalı kurulu gücümüz 2017 yılı Temmuz ayı sonu itibarıyla 26.074 MW olup bu değer toplam kurulu gücümüzün %32,37'sini karşılamaktadır.<sup>34</sup> Kurulu veya proje aşamasında olan doğalgaz boru hatları Şekil 9 haritada verilmiştir.



Şekil 9 – Ülkemizdeki Doğalgaz Boru Hatları ve Projeleri<sup>35</sup>

<sup>33</sup> Bal N.M., . “Türkiye’nin Enerji Sorunu ve Çözüm Önerileri”, Ekonomik Yaklaşım, Cilt:11, 2000, 79-90.

<sup>34</sup> “<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Gaz>”, Erişim Tarihi: 02.03.2018

<sup>35</sup> “<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Gaz-Boru-Hatlari-ve-Projeleri>”, Erişim Tarihi: 02.03.2018

#### 1.2.1.4. Nükleer Enerji

Maddenin en küçük yapı taşı olan atomların parçalanması veya birleştirilmesi ile oluşan tepkime sonucunda çıkan ürüne nükleer enerji denir. Ağır atom çekirdeklerinin nötron bombardımanı sonucunda parçalanmasına fisyon, hafif atom çekirdeklerinin birleştirilmesi olayına da füzyon denir. Bu fisyon ve füzyon tepkimelerinde ortaya çıkan enerjiye ise “çekirdek enerjisi” ya da “nükleer enerji” denir.<sup>36</sup>

Her madde atomlardan ve her bir atom da etrafını bir elektron bulutunun kapladığı bir çekirdekten oluşur. Bu çekirdekte her zaman iki ayrı türden temel tanecik bulunur. Bu tanecikler (+) yüklü protonlar ve yüksüz nötronlardır. Örneğin nükleer reaktörün yakıtını oluşturan Uranyum-235 (U-235) atomlarının çekirdeğinde 92 adet proton ve 143 adet nötron bulunur. İşte bu çekirdekteki 235 taneciği bir arada tutan bağ enerjisinin bir bölümünün açığa çıkması sonucu nükleer enerji oluşur. U-235 çekirdeği üzerine çarpan yavaşlatılmış bir nötron çekirdeğin bağ kuvvetinin dengesini bozarak parçalar (fisyon) ve bu arada iki ya da üç nötron açığa çıkar. Bunlardan çıkan yeni nötronlar da diğer U-235 çekirdeklerini parçalar. Bu süreç, zincirleme reaksiyon mekanizması oluşturur. Zincirleme reaksiyon tümüyle kontrol altındadır. Açığa çıkan bağ enerjisi, fisyon parçalarına ve nötronlara kinetik enerji olarak iletilmektedir. Bu enerjiyle hareket eden tanecikler ise, reaktör ortamındaki soğutucu akışkanın atomlarıyla yapacakları çarpışmalar sonunda, bu hız enerjisini soğutucu akışkana ısı

---

<sup>36</sup> Külebi A., Türkiye'nin Enerji Sorunları ve Nükleer Gereklilik. Birinci Baskı. İstanbul: Bilgi Yayınevi, 2007, 142-143

enerjisi olarak iletirler. Bu ısı enerjisi yardımıyla akışkan buharlaşır. Bu su buharı da türbin-jeneratörler aracılığı ile elektrik enerjisi üretir.<sup>37</sup>

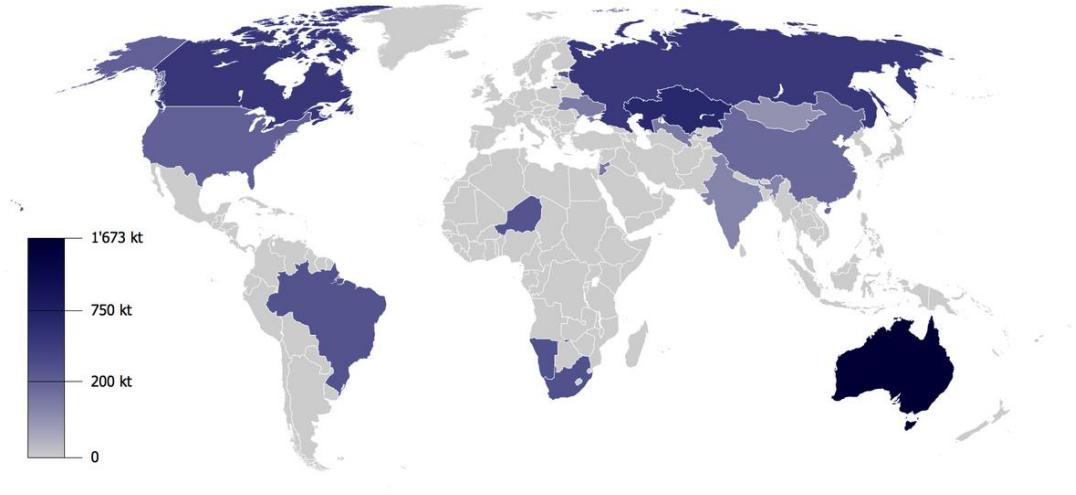
Nükleer reaktörler dört şekilde sınıflandırılır. Bu sınıflandırma kullanılan yakıtta göre, soğutucuya göre, nötron yavaşlatıcılarına göre ve nötron enerjilerine göre sınıflandırılmaktadır. Reaktörlerde yakıtlarına göre sınıflandırma yapıldığında “doğal uranyum yakıtlı”, “zenginleştirilmiş uranyum yakıtlı”, “plütonyum yakıtlı” ve “toryum yakıtlı” olarak dörde ayrılmaktadır. Reaktörlerin soğutucularına göre sınıflandırma yapıldığında “hafif su soğutmalı”, “ağır su soğutmalı”, “gaz soğutmalı” ve “sıvı metal soğutmalı” olarak dörde ayrılmıştır. Reaktörler nötron yavaşlatıcılarına göre “hafif sulu”, “ağır sulu” ve “grafitli” olmak üzere üçe ayrılır. Reaktör nötron enerjilerine göre ise “termal” ve “hızlı” olmak üzere ikiye ayrılırlar. Bu reaktör tipleri arasında günümüzde yaygın olarak kullanılan ticari tipler hafif su soğutmalı nükleer güç reaktörleri ile ağır sulu reaktörlerdir.<sup>38</sup>

Hammaddenin dünya üzerindeki rezervine bakıldığında uranyum elementinin yer aldığı dünya haritası aşağıda Şekil-10’da verilmiştir.

---

<sup>37</sup> Özemre, Ahmet Yüksel, Ahmet Bayülken ve Şarman Gencay. 50 Soruda Türkiye’nin Nükleer Enerji Sorunu. İkinci Baskı. İstanbul: Kaknüs Yayınları, 2000, 11

<sup>38</sup> TMMOB Fizik Mühendisleri Odası, Nükleer Enerji Raporu. Ankara: 2006, 25-26



Şekil 10 – 2010 Yılı Ülkelere Göre Dünya Uranyum Rezervi<sup>39</sup>

Bu kapsamda 2015 yılı Dünya uranyum rezervine baktığımızda en yüksek dört ülke;

- *Avustralya, 1.664.000 Ton ile Dünyadaki payı %29,*
- *Kazakistan, 745.300 Ton ile Dünyadaki payı %13,*
- *Kanada, 509.000 Ton ile Dünyadaki payı %9,*
- *Rusya, 507.800 Ton ile Dünyadaki payı %9'dur.*

Ülkemizde ise uranyum aramalarına 1990 yılı sonuna kadar devam edilmiş ve 5 yatakta toplam 9.129 ton görünür uranyum rezervi ortaya konulmuştur. Bu 5 yatağın ortalama tenör ve rezervleri, aranıp buldukları yıllarda, dünyaca kabul edilen ekonomik sınırlarda olmalarına rağmen, bugün için, bu değerler söz konusu sınırların oldukça altında kalmıştır. Bunun nedeni, son yıllarda nükleer santral planlamalarındaki önemli değişimler ve özellikle Kanada ve Avustralya'da yüksek tenörlü, üretim maliyetleri çok düşük uranyum yataklarının bulunmasıdır.<sup>40</sup>

<sup>39</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_uranium\\_reserves](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_uranium_reserves)

<sup>40</sup> <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Uranyum-ve-Toryum>, Erişim Tarihi: 07.03.2018

Toryum elementinin ise Dünya üzerinde rezervlerine ilişkin bilgi aşağıdaki

Tablo-4'de verilmiştir.

ÜLKELER	BELİRLENEN MAKUL REZERV (Ton)	TAHMİNİ EK REZERV (Ton)
Brezilya	606.000	700.000
Türkiye	380.000	500.000
Hindistan	319.000	-
Amerika Birleşik Devletleri	137.000	295.000
Norveç	132.000	132.000
Grönland	54.000	32.000
Kanada	45.000	128.000
Avustralya	19.000	-
Güney Afrika	18.000	-
Mısır	15.000	309.000

Tablo 4 – Tahmin Edilen Toryum Rezervleri<sup>41</sup>

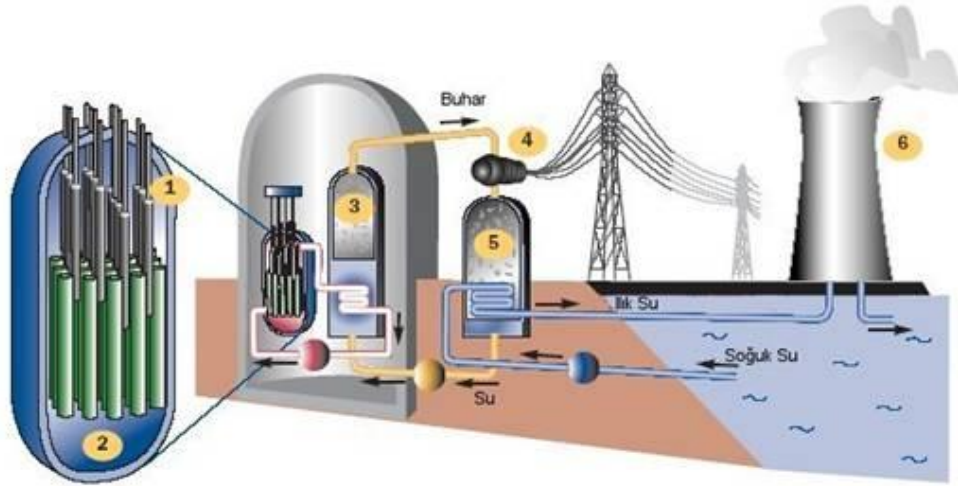
Ülkemizde Eskişehir-Sivrihisar yöresinde yaklaşık 380.000 ton görünür ThO<sub>2</sub> ve önemli miktarda nadir toprak elementi rezervi belirlenmiştir. Toryum tenörü, seçme numunelerde %3'e kadar çıksa da yatağın ortalaması %0.2'dir. Bu rezervde tespit edilmiş olan ortalama tenörün düşüklüğü ve rezervin kompleks olması, toryumun tek başına ekonomik olarak çıkarılabilir olmaktan uzak olduğu sonucunu çıkarmaktadır. Ülkemizdeki toryum rezervi ekonomik olmadığından dolayı dünya rezervleri arasında yer almamaktadır. Günümüzde toryumla çalışan ticari ölçekli bir santral bulunmamaktadır, bunun sonucu olarak da toryumun enerji hammaddesi olarak tüketimi yok denecek düzeydedir. Toryum tabanlı yakıt çevriminin ekonomik olması ancak çok sayıda santral kapsayan bir nükleer programla mümkün olabilir. Toryum tabanlı bir enerji üretimi için, yüksek yatırım ve işletme maliyeti gerektiren tesislerinin kurulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bütün bu tesislerin her biri de günümüz şartlarında

<sup>41</sup> OECD/NEA, Nuclear Energy, "Trends in Nuclear Fuel Cycle", Paris, France (2001), <http://www1.oecd.org/publications/e-book/660201e.pdf>.

ekonomik olmadığından ticari ölçekte teknolojileri de dünyada henüz geliştirilmemiştir. Bu nedenle ülkemizde bulunan toryumun mamul veya maden olarak satışı bugün için söz konusu değildir.<sup>42</sup>

Uranyumun yakıt maliyetinin düşük olması yakın gelecekte nükleer enerji üretimi için uranyum kullanımını en akılcı yol olarak göstermektedir. Ancak dünyadaki teknolojik gelişmelerin paralelinde ülkemizde de toryum tabanlı yakıt çevrimi konusundaki araştırma-geliştirme çalışmalarına devam edilmelidir.<sup>43</sup>

Nükleer santrallerin ise çalışma şeması aşağıdaki Şekil-11’de açıklamalarıyla verilmiştir.



Şekil 11 – Nükleer Reaktör Çalışma Şeması

1. Reaktör: Yakıt (yeşil) basınçlı suyu ısıtır, kontrol çubukları (gri) fisyon reaksiyonunu kontrol etmek veya sona erdirmek için nötronları yutar.
2. Soğutucu ve yavaşlatıcı: Soğutucu ve yavaşlatıcı olarak hizmet etmek için yakıt ve kontrol çubukları su ile çevrelenmiştir.
3. Buhar üretici: Reaktörde oluşan sıcak su yüksek basınçlı buhar üretmek için ısı değişiricisine (buhar üreticine) pompalanır.
4. Türbin jeneratörü: Buhar elektrik üretmek üzere elektrik jeneratörüne yönlendirilir.
5. Kondansatör: Yoğunlaştırıcı, Buharı suya dönüştürmek için ısıyı soğurur.
6. Soğutma kulesi: Dönen soğutma suyundaki ısıyı yakın çevre ısısına dönüştürür.<sup>44</sup>

<sup>42</sup><http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler/172-nukleer-yakit-cevrimi/471-toryum.html>, Erişim Tarihi: 07.03.2018

<sup>43</sup><http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler/172-nukleer-yakit-cevrimi/471-toryum.html>, Erişim Tarihi: 07.03.2018

<sup>44</sup> <http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler/166-gunumuzde-nukleer-enerji-rapor/436-bolum-02-nukleer-enerjinin-temel-prensipleri.html>, Erişim Tarihi:07.03.2018



## **1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

Yenilenebilir Enerji Kaynakları, tüketildikçe rezervleri azalmayan, kendini yenileyebilen, akım değişken enerji kaynaklara denir. Günümüzde yeni teknolojik gelişmeler ve kapasite kullanımları artmaya başlayan yenilenebilir enerji kaynaklarının ölkemiz ve dünya geleceğinde önemli rol oynayacağı bilinmektedir.

### **1.2.2.1. Güneş Enerjisi**

Başlıca yenilenebilir enerji kaynağı, fosil ve hidrolik enerjinin de asıl kaynağı olan ve dünyamızı ısıtan güneştir. Güneş enerjisi, hidrojenin helyuma dönüşmesi sırasında ortaya çıkan enerjinin ışı nım biçiminde uzaya yayılmasıdır. Güneş daha milyonlarca yıl ışı nmasını sürdüreceğinden, dünyamız için tükenmeyecek bir enerji kaynağıdır. Güneş, dünyadaki tüm enerji kaynaklarına dolaylı ya da dolaysız olarak temel oluşturmaktadır.

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile (hidrojen gazının helyuma dönüşmesi) açığa çıkan ışı ma enerjisidir. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, yaklaşık olarak  $1370 \text{ W/m}^2$  değerindedir, ancak yeryüzüne ulaşan miktarı atmosferden dolayı  $0-1100 \text{ W/m}^2$  değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir.<sup>45</sup>

---

<sup>45</sup> [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g\\_enj\\_tekno.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx), Erişim Tarihi: 07.03.2018

Güneş enerjisi teknolojileri yöntem, malzeme ve teknolojik düzey açısından çeşitlilik göstermekle birlikte iki ana gruba ayrılabilir:

- *Fotovoltaik Güneş Teknolojisi: Fotovoltaik hücreler denen yarı-iletken malzemeler güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirirler.*
- *Isıl Güneş Teknolojileri: Bu sistemlerde öncelikle güneş enerjisinden ısı elde edilir. Bu ısı doğrudan kullanılabilceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir.*

Güneş enerjisi günümüzde elektrik üretiminden ziyade ısıtma amaçlı kullanılmaktadır. Elektrik üretiminde kullanılması, mevcut teknolojinin pahalı olması nedeniyle çok yaygın değildir. Bununla birlikte daha çok mevcut şebekeye bağlı olarak yedek elektrik üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Çevreye zarar vermemesi, kaynağının tükenme sorunu olmaması gibi avantajlarından dolayı gelişmeye son derece açık konumdadır.<sup>46</sup>

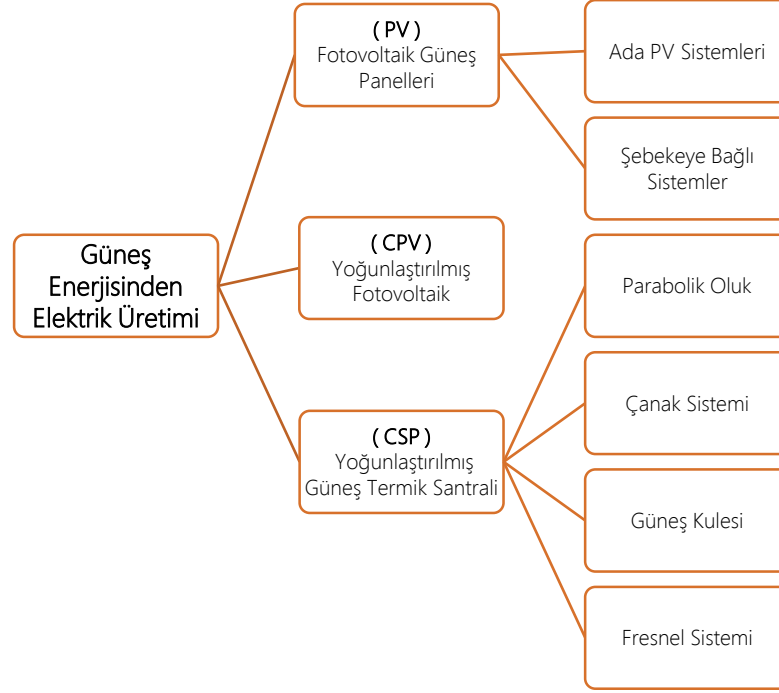
Photovoltaic kelimesi, Yunanca ışık anlamına gelen photos ile volt kelimesinin birleşiminden oluşmaktadır. Volt kelimesi elektronların hareketini ifade eder ve pili icat eden İtalyan fizikçi Alessandro Volta'ya izafeten verilmiştir. Dolayısıyla photovoltaic terimi ışıktan elektrik üretimi anlamına gelmektedir.<sup>47</sup> Fotovoltaik güneş pilleri, güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren düzeneklerdir. Fransız fizikçi Becquerel ilk kez 1839 yılında elektrolit içerisine daldırılmış elektrotlar arasındaki gerilimin (voltajın), elektrolit üzerine düşen ışığa bağımlı olduğunu

---

<sup>46</sup> Mahmutoğlu M. (2013). Türkiye Elektrik Sektöründe Yenilenebilir Enerjinin Rolü, Yüksek Lisans Tezi, 22.

<sup>47</sup> Güçlüer D. (2010), Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak Alanların Cbs - Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemi İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, 11

gözlemleyerek bulmuştur.<sup>48</sup> Becquerel fotovoltaik etkiyi şöyle tanımlamaktadır: “Enerjinin bir formu olan ışık, bir fotovoltaik hücrenin içine girer ve elektronları harekete geçirmeye yetecek enerjiyi ortaya çıkarır. Bu enerji elektronların bir elektrik akımını oluşturabilecekleri kadar voltajı üretmelerini sağlar.”<sup>49</sup>



Tablo 5 – Güneş Enerjisinden Elektrik Üretim Çeşitleri

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi, güneş pilleri ya da fotovoltaik (PV) hücreler olarak adlandırılan iki katmanlı yarıiletken maddeler ile sağlanmaktadır.<sup>50</sup> Fotovoltaik piller, güneş hücreleri veya güneş pilleri olarak da adlandırılan cihazlar, algıladıkları foton enerjisinden eşit sayıda pozitif ve negatif yükler oluşturarak güneş enerjisini doğrudan kullanılabilir yararlı elektrik enerjisine

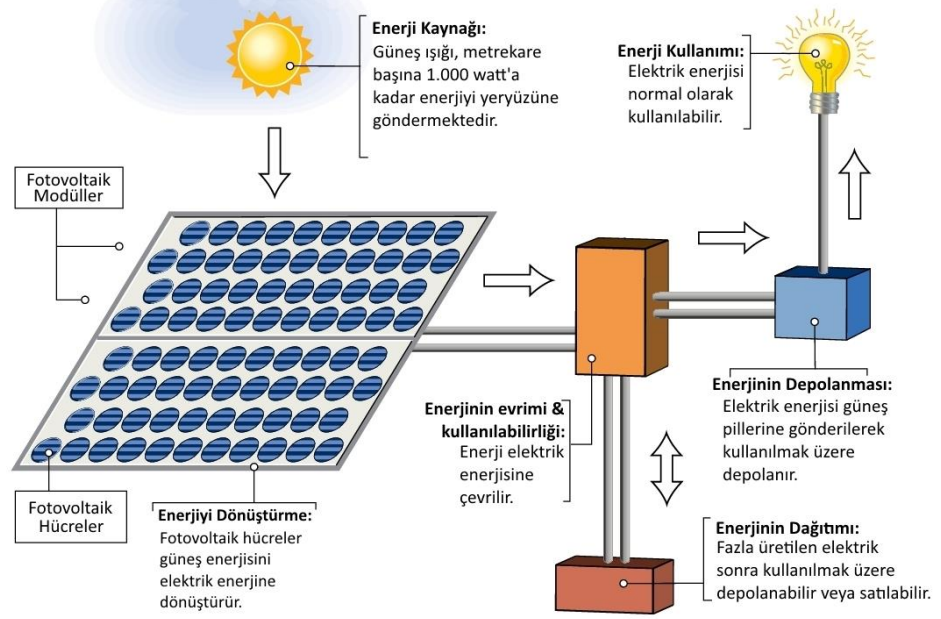
<sup>48</sup> Oktik, Ş., 2001, Güneş-Elektrik Dönüşümleri Fotovoltaik Güneş Gözeleri ve Güç Sistemleri, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, Ankara.

<sup>49</sup> Sick, F., Erge, T., 1996, Photovoltaics in Buildings: A Design Handbook for Architects and Engineers, James & James Ltd, London.

<sup>50</sup> Dinçer, F., (2011). Türkiye’de Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi Potansiyeli - Ekonomik Analizi ve AB Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Değerlendirme, KSU Mühendislik Dergisi, 9

dönüştürürler.<sup>51</sup> Güneş pilleri pek çok farklı maddeden yararlanılarak üretilebilir. Günümüzde en çok kullanılan yarı iletken maddeler; kristal silisyum, amorf silisyum, galyum arsenit, kadmiyum tellürid, bakır indiyum diseleniddir. Doğada en yaygın olarak bulunan silisyum, ticari ortama girmiş güneş pillerinin en yaygın kullanılanıdır.<sup>52</sup>

### Fotovoltaik Paneller Nasıl Kullanılır?



Şekil 12 – Fotovoltaik Paneller Çalışma Şeması

### 1.2.2.2. Rüzgar Enerjisi

Karalar, denizler ve havaküre (atmosfer) farklı özgül ısılarına sahip oldukları için, güneşten alınan enerji sonrasında farklı ısılarına dolayısıyla farklı sıcaklıklara sahip olurlar. Sıcaklık dağılımı, coğrafik ve çevresel koşullara bağlıdır. Yer kürede ortaya çıkan sıcaklık ve buna bağlı basınç farklılıkları, rüzgârın oluşmasına neden olmaktadır.

<sup>51</sup> Altaş İ. H., Fotovoltaik Güneş Pilleri : Yapısal Özellikleri ve Karakteristikleri, Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e, Nisan 1998, Sayı 47, 66-71, Bileşim yayıncılık A.Ş., İstanbul.

<sup>52</sup> Perdahçi C., Güneş Pillerinin Çatı Dizaynında Kullanılması, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 2005, Mersin.

Yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına hareket eden hava, “rüzgâr” olarak isimlendirilmektedir.<sup>53</sup>

Hareketli havanın kapsadığı kinetik enerjiyi çeşitli araçlarla mekanik enerjiye dönüştüren sistemler sayesinde elde edilen rüzgâr enerjisi, günümüzde üretim süreçlerine etkin bir şekilde katkı sunabilecek kadar ekonomik ve aynı zamanda çevreyi kirletmeyen nitelikte temiz enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Diğer enerjilere kolayca çevrilebilen ve yapısı gereği temiz bir enerji kaynağı olan rüzgâr, yeryüzünde sürekli hareket halinde olan ve büyük enerji potansiyeline sahip ancak coğrafi etkenler nedeniyle dağınık nitelikte bir kaynaktır. Ekonomik olmasının yanında rüzgâr enerjisi, temiz enerji teknolojisi özelliğiyle çevreye sağladığı katkılar nedeniyle ile gitgide önem kazanan bir enerji kaynağı olmaktadır. Rüzgâr enerjisinin en önemli dezavantajları ise az yoğunlukta olması ve süreklilik arz eden bir nitelik taşımamasıdır.<sup>54</sup>

Rüzgâr türbinlerinin diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre bir avantajı da rüzgâr ne zaman meydana gelirse, gündüz veya gece, elektrik üretebilmeleridir. Teorik olarak, gece elektrik üretemeyen PV sistemlerinin aksine, rüzgâr sistemleri 24 saat elektrik üretebilmektedir. Buna rağmen, en rüzgârlı yerlerde bile rüzgâr hiç durmadan varlığını devam ettirememektedir. Dolayısıyla rüzgâr çiftlikleri elektrik depolamak için bataryaya ihtiyaç duymazken, küçük rüzgâr sistemleri batarya gerektirmektedir.<sup>55</sup>

Her ne kadar bugün sıkça görmeye başladığımız rüzgâr türbinleri ya da birden çok türbinin bir arada olduğu rüzgâr enerjisi santralleri (RES) son 15-20 yılda gelişmiş

---

<sup>53</sup> MEB, Enerji, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, 2002.

<sup>54</sup> Albayrak B., Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Finansmanı: Bir Uygulama, Doktora Tezi, İstanbul, 2011, 22

<sup>55</sup> Demirbaş Ayhan, “Global Renewable Energy Resources”, Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, Sayı 28:8, 2006, ss.779-792.

olsa da rüzgârın enerjisinden yararlanma fikri oldukça eskidir. Yelkenli gemilerden çamaşırların kurutulmasına, yel değirmenlerinden su pompalama sistemlerine kadar birçok yerde rüzgâr enerjisinden yararlanılmıştır.<sup>56</sup>

Rüzgârlar yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına akarken; dünyanın kendi eksenini etrafında dönmesi, yüzey sürtünmeleri, yerel ısı yayılımı, rüzgâr önündeki farklı atmosferik olaylar ve arazinin topoğrafik yapısı gibi nedenlerden dolayı şekillenir. Rüzgârın özellikleri, yerel coğrafi farklılıklar ve yeryüzünün homojen olmayan ısınmasına bağlı olarak, zamansal ve yöresel değişiklik gösterir. Rüzgâr hız ve yön olmak üzere iki parametre ile ifade edilir. Rüzgâr hızı yükseklikle artar ve teorik gücü de hızının küpü ile orantılı olarak değişir.<sup>57</sup>

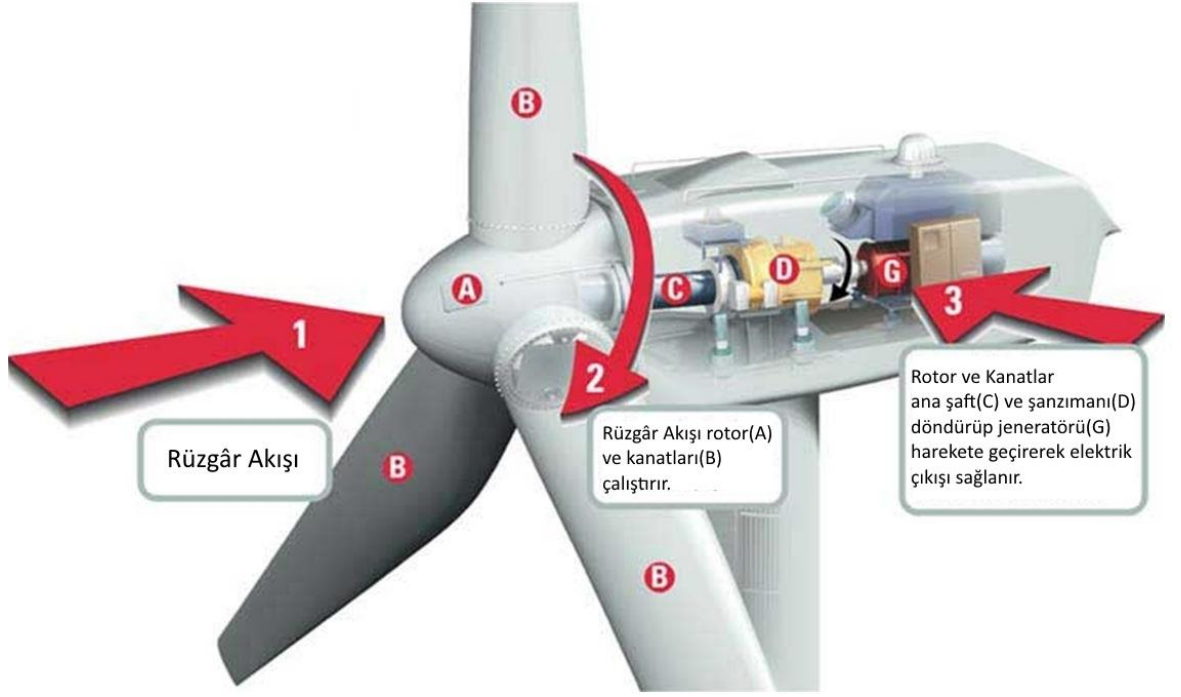
Rüzgârdan elektrik enerjisi üretimi, rüzgâr türbinleri sayesinde gerçekleşmektedir. Rüzgâr enerjisi üretimi kurulu rüzgâr türbinlerinde esen rüzgârın, kanatları döndürmesiyle oluşan hareket enerjisinin jeneratör sayesinde elektrik enerjisine dönüştürülmesi şeklinde gerçekleşir. Rüzgâr enerjisi türbinleri kanat, şaft ve jeneratörden oluşur. Günümüzde dünyanın birçok yerinde çok sayıda modern yapıda rüzgâr türbinleri üretilmektedir. Rüzgâr türbinleri uzun süre enerji üretebilmektedir. Kesin olmamakla birlikte 20-40 yıl ömürleri bulunmaktadır. Rüzgâr türbinleri ile ilgili birçok araştırma, deneme yapılmış ve günümüz şartları için en uygun türbinlerin, boru şeklinde bir kule, üç kanat ve jeneratörden oluşan modeller olduğu belirtilmiştir.<sup>58</sup>

---

<sup>56</sup> Gürbüz Ö., Elektrik Enerji Üretiminde Rüzgâr ile Nükleer Enerji Kaynaklarının Maliyet Yönünden Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2010, 34

<sup>57</sup> Adıyaman Ç., Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları, Yüksek Lisans Tezi, Niğde, 2012.

<sup>58</sup> Akova İ. (2008), Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 94



Şekil 13 – Rüzgâr Türbini Çalışma Şeması

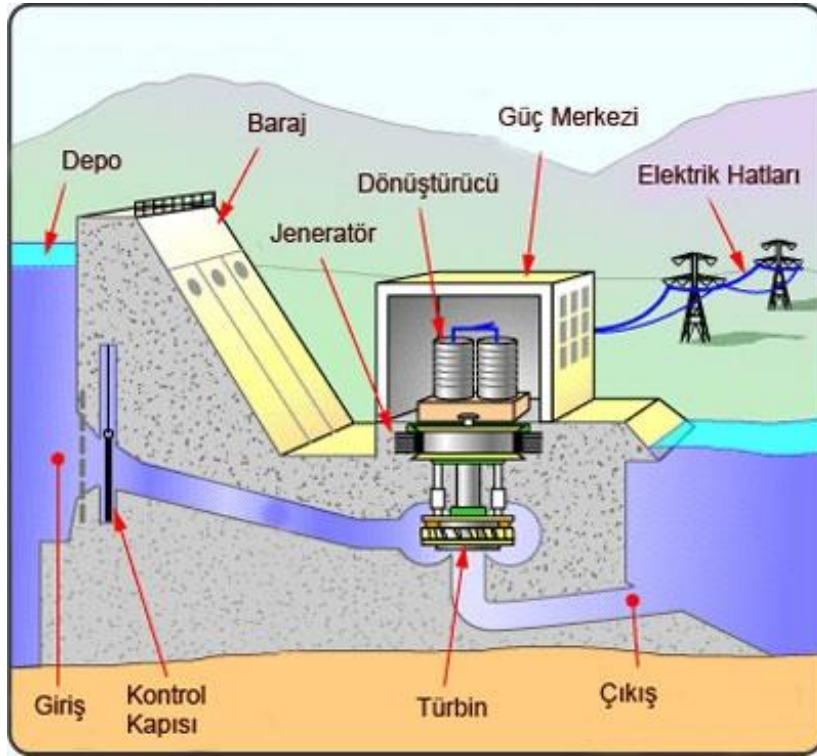
Rüzgâr türbinleri uygulamaları üç grupta incelenmektedir. Bunlardan ilki, rüzgâr türbinlerinde üretilen enerjinin tamamı veya kullanımdan artan kısmı ulusal elektrik şebekesine aktarılan, şebeke bağlantılı alternatif akım (AC) uygulamalarıdır. İkinci uygulama, ulusal elektrik şebekesinden bağımsız olarak, bulunan yerin enerjisinin doğrudan rüzgâr türbinlerinden sağlanması ile gerçekleştirilen, doğru akım (DC) uygulamalarıdır. Üçüncü uygulama ise, meteoroloji istasyonları, demiryolu sinyalizasyonu, deniz fenerleri, yangın gözetleme kuleleri gibi yerlerin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için kullanılan, uzak DC sistem uygulamalarıdır.<sup>59</sup>

### 1.2.2.3. Hidrolik Enerjisi

Hidroelektrik enerjinin temel kaynağının Güneş oluşu, Güneş'in hidrolojik çevriminin bir parçası olarak su kütesinin ortaya çıkmasıyla ilgilidir. Bu yüzden

<sup>59</sup> Türkiye Çevre Vakfı (2006), Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ankara: Türkiye Çevre Vakfı Yayınları, sy 68.

hidroelektrik santrallerin su kaynağının üzerinde olma zorunluluğu vardır. Elektriği uzak yerlere gönderen teknolojinin bulunmasından sonra, hidrolik enerji daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. Hidroelektrik santraller hareket halindeki suyun gücünü elektriğe çevirirler. Hareket eden su içindeki enerji miktarını, suyun akış ya da düşüş hızı etkiler. Geniş bir nehirde akan su fazla miktarda enerji taşımaktadır. Veya su çok yüksek bir noktadan akitildiğinde da yine fazla miktarda enerji açığa çıkmaktadır. Her iki şekilde de kanal veya borular içine giren su, türbinlere doğru akar, elektrik üretimi için pervane şeklinde kolları olan türbinlerin dönmesine sebep olur. Türbinler jeneratörlere bağlantılıdır ve mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirirler.<sup>60</sup>



Şekil 14 – Hidroelektrik Enerji Santrali Çalışma Şeması

<sup>60</sup> DSİ Genel Müdürlüğü, “Baraj Nedir?”, “<http://www.dsi.gov.tr/>”, Erişim Tarihi:21.03.2018



Su gücünden yararlanma milâttan önce ilk çağlarda su değirmenleri ile başlamıştır. Günümüzde de vazgeçilmez bir enerji kaynağı olma özelliğini korumaktadır.<sup>61</sup> Günümüz koşullarında su gücünden yararlanmak için hidroelektrik santraller (HES) yapılmaktadır. ABD’de, Niagara Enerji Santrali ilk yapılan hidroelektrik santral olarak, dünya genelinde hidroelektrik santral inşaatlarının da öncüsü olmuştur.<sup>62</sup>

Başarılı hidroelektrik santral projeleri, klasik yenilenebilir enerji üretim süreçleri olarak ifade edilmekle beraber günümüzde küçük hidroelektrik santraller aracılığıyla üretilen enerji de yeni ve yenilenebilir enerjiler olarak betimlenmektedir.<sup>63</sup> Bir megavat kurulu güçten düşük olan hidroelektrik yapılara küçük hidroelektrik santralleri (KHES) adı verilir. Bunlar büyük düşü (suyun yüksekten gönderilmesi ilkesi ile elektrik üreten) barajlara gereksinim duymadan küçük akarsulara kurulabilen, küçük yerleşim birimlerinin elektrik enerjisini karşılayan türbin düzenekleridir.<sup>64</sup>

#### **1.2.2.4. Jeotermal Enerjisi**

5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanununun tanımlar başlıklı üçüncü maddesinde jeotermal kaynak; jeolojik oluşuma bağlı olarak yer kabuğu ısısının etkisiyle sıcaklığı devamlı olarak bölgesel atmosferik yıllık ortalama sıcaklığın üzerinde olan, etrafındaki sulara nazaran daha fazla miktarda erimiş madde ve gaz içerebilen doğal olarak oluşan veya oluşturulan su, buhar ve

---

<sup>61</sup> Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, “Çevre ve Temiz Enerji: Hidroelektrik”, Haz., Özcan DALKIR ve Elif ŞEŞEN, Ankara, MRK Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd. Şti., 2011: 14.

<sup>62</sup> Ataman, A.R. (2007), “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Anabilim Dalı, Ankara.

<sup>63</sup> Albayrak B., Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Finansmanı: Bir Uygulama, Doktora Tezi, İstanbul, 2011, 23

<sup>64</sup> Gürsoy U., Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, Ankara, 2004, s. 135.

gazlar ile yeraltına insan düzenlemeleri aracılığıyla gönderilerek yer kabuğu veya kızgın kuru kayaların ısısı ile ısıtılarak su, buhar ve gazların oluştuğu yerleri, ifade eder denmektedir. Diğer bir ifade ile jeotermal enerji, yer kabuğunun derinliklerindeki sıcak kaya ve akışkanların ısısının zayıf katmanları geçerek yeryüzüne ulaşmasıyla elde edilen enerjidir. Diğer bir ifade ile jeotermal enerji, jeotermal kaynaklardan doğrudan ya da dolaylı her türlü faydalanmayı kapsamaktadır<sup>65</sup>

Yağmur, kar, deniz ve magmatik suların yeraltında oluşturdukları jeotermal rezervuarlar, jeolojik koşulların devam ettiği, reenjeksiyon (Üretilen jeotermal akışkanların yapay yöntemlerle kullanıldıktan sonra tamamının veya kalan kısmının üretildikleri jeolojik formasyonlara geri gönderilmesi/basılması)<sup>66</sup> işleminin yapıldığı ve beslenme-üretim değerlerine uyulduğu takdirde yenilenebilir olma özelliğini korurlar ve kısa süreli atmosferik koşullardan etkilenmezler.<sup>67</sup>

Jeotermal kaynaklar çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılabilir. Su yoğunluğuna göre, buhar yoğunluğuna göre ve en sık kullanılan sıcaklık değerine göre sınıflandırma gibi. Sıcaklık içeriğine göre de üç grupta incelenmektedir.

Bunlar;

- *Düşük Sıcaklıklı Sahalar (20-70 °C)*
- *Orta Sıcaklıklı Sahalar (70-150 °C)*
- *Yüksek Sıcaklıklı Sahalar (150 °C'den yüksek)*

Düşük ve orta sıcaklıklı sahalarda, bugünkü teknolojik ve ekonomik koşullar altında başta ısıtma olmak üzere (sera, bina, zirai kullanımlar), endüstride (yiyecek

---

<sup>65</sup> Türkiye Jeotermal Derneği, "Jeotermal Enerji Nedir?", <http://www.jeotermalderneği.org.tr/sayfalar-Jeotermal-Enerji-Nedir>, Erişim Tarihi: 21.03.2018

<sup>66</sup> 03.06.2007 tarihli ve 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu

<sup>67</sup> Dağıstan H. (2006), Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Türkiye 10. Enerji Kongresi, 74, Ankara :EMO.

kurutulması, kerestecilik, kağıt ve dokuma sanayisinde, dericilikte, soğutma tesislerinde), kimyasal madde üretiminde (borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su, akışkandaki karbondioksitten kuru buz edimine) kullanılmaktadır. Ancak, orta sıcaklıklı sahalardaki akışkanlardan da elektrik üretimi için teknolojiler geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur.<sup>68</sup> Yüksek sıcaklıklı sahalardan elde edilen akışkan ise, elektrik üretiminin yanı sıra entegre olarak diğer alanlarda da kullanılabilir.<sup>69</sup>

Sıcaklıklara göre kullanım alanları aşağıdaki tablo-6 da verilmiştir.

Sıcaklık (°C)	Kullanım Alanları
180	Yüksek konsantrasyonlu solüsyonların buharlaştırılması, elektrik üretimi.
170	Diatomitlerin kurutulması, ağır su ve hidrojen sülfid eldesi
160	Kereste kurutmacılığı, balık kurutmacılığı
150	Bayer's metodu ile alüminyum eldesi
140	Konservecilik, çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması
130	Şeker endüstrisi, tuz endüstrisi,
120	Distilasyonla temiz su elde edilmesi
110	Çimento kurutmacılığı
100	Organik maddeleri kurutma, yün yıkama ve kurutma
90	Balık kurutma (stok balık)
80	Yer ve sera ısıtmacılığı
70	Soğutma (Alt Sıcaklık Limiti)
60	Sera, ahır ve kümes ısıtmacılığı
50	Mantar yetiştirme, balneolojik hamamlar
40	Toprak ısıtma
30	Yüzme havuzları, fermantasyonlar, damıtma
20	Balık çiftlikleri

Tablo 6 – Jeotermal Enerjinin Sıcaklığa Göre Kullanım Alanları<sup>70</sup>

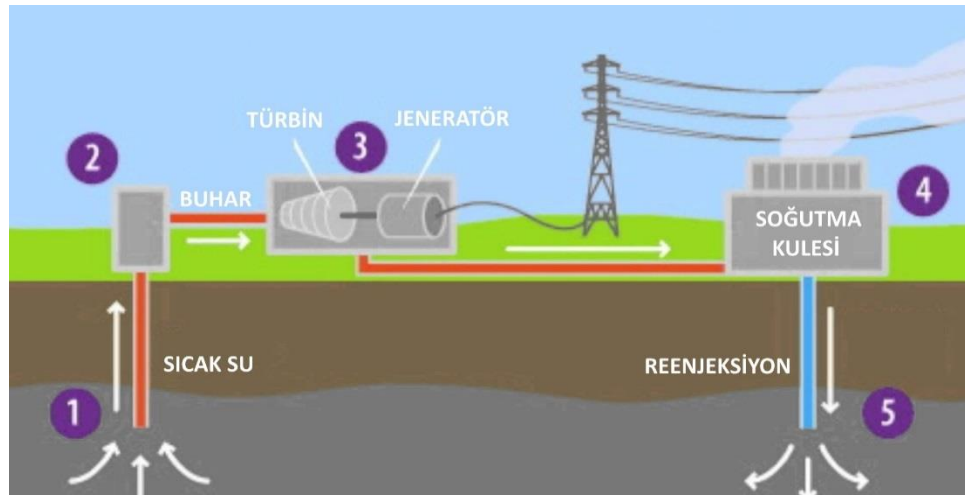
Yeraltındaki sıcak su kaynaklarının yüzeye yakın oldukları yerlerde sıcak su doğrudan doğruya ısıtma ihtiyacı hissedilen yerlere de pompalanabilir. Bu, evlerin ve

<sup>68</sup> Adıyaman Ç., Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları, Yüksek Lisans Tezi, Niğde, 2012, sy 66.

<sup>69</sup> Türkiye Çevre Vakfı (2006), Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ankara: Türkiye Çevre Vakfı Yayınları, 97

<sup>70</sup> Kaymakçioğlu F. ve Çirkin T., Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi ve Elektrik Üretimi, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE), Bilgi Notu, 1.

seraların ısıtılmasında kullanılacak sıcak su için hatta yollardaki karların eritilmesinde jeotermalin kullanıldığı bir yöntemdir. Kolayca ulaşılabilir jeotermal rezervlerinin olmadığı yerlerde bile ısı pompaları yeryüzüne ve binalara ısı pompalayabilir. Bu neredeyse her yerde işe yarar. Çünkü yeraltındaki ısı yıl boyunca neredeyse hep aynı kalır ve bu sistem kışın binaların ısıtılmasında yazın da soğutulmasında yardımcı olur.<sup>71</sup>



Şekil 15 – Jeotermal Enerji Santrali Çalışma Şeması

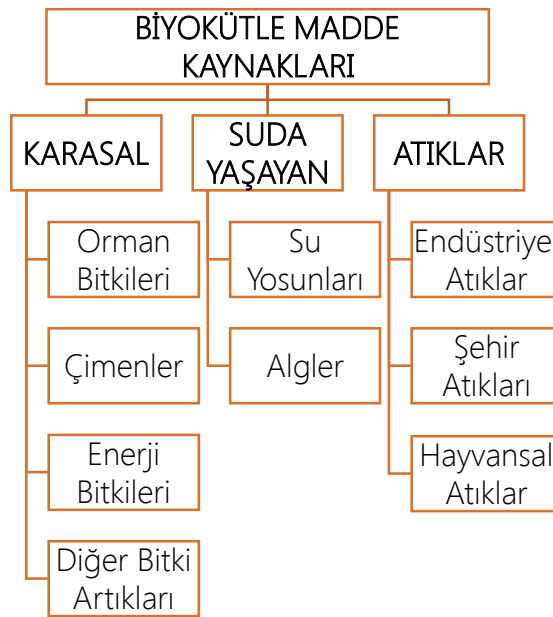
#### 1.2.2.5. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle; biyolojik kökenli, fosil olmayan organik madde kütesidir. Biyokütlenin kimyasal içeriğinde karbonun yanı sıra hidrojen (H), oksijen (O), azot (N) ve daha küçük oranlarda alkali, alkali toprak ve ağır metaller içeren atomlar vardır. Ana bileşenleri, karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel veya hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biyokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan elde edilen enerji ise, biyokütle enerjisi olarak tanımlanır. Diğer bir ifadeyle, yüzyıllık dönemden daha kısa sürede yenilenebilen, karada ve suda yetişen bitkiler, hayvan artıkları, besin endüstrisi

<sup>71</sup> Denizhan, Y. (2008). Herkesin Hayatını Etkileyecek Tercihlerin Bugün Yapılması Gerekliyor. Endüstri ve Otomasyon, 139, 82-88.

ve orman ürünleri ile kentsel atıkları içeren tüm organik maddeler biyokütle olarak tanımlanabilir.<sup>72</sup> Ayrıca 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'da "Organik atıkların yanı sıra bitkisel yağ atıkları, tarımsal hasat artıkları dahil olmak üzere, tarım ve orman ürünlerinden ve bu ürünlerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen katı, sıvı ve gaz halindeki yakıtlar olarak" da tanımlanmıştır.

Biyokütle enerjisi güneş ve rüzgâr gibi kesintili değil, sürekli enerji sağlayan tükenmez bir enerji kaynağıdır.<sup>73</sup> Her yerde yetiştirilebilmesi, özellikle kırsal alanlar için sosyal ve ekonomik gelişmelere yardımcı olması nedeniyle uygun ve önemli bir enerji kaynağıdır.<sup>74</sup> Biyokütle madde kaynakları çeşitli olmakla beraber genel kapsamda karasal, su kaynaklı ve atıklar olmak üzere üç farklı kategoride sınıflandırılabilirler.



Şekil 16 – Biyokütle Madde Kaynaklarının Sınıflandırılması<sup>75</sup>

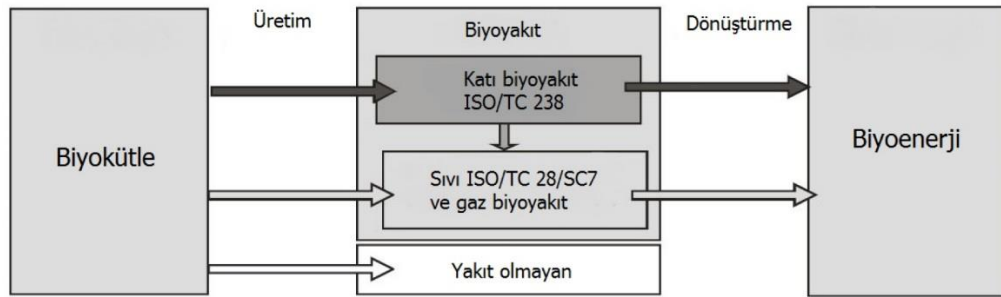
<sup>72</sup> Obernberger I, Thek G (2004). Physical characterisation and chemical composition of densified biomass fuels with regard to their combustion behaviour. *Biomass and Bioenergy*, 27(6), 653-669.

<sup>73</sup> Türkiye Çevre Vakfı (2006), Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ankara: Türkiye Çevre Vakfı Yayınları, 129.

<sup>74</sup> Topal M., Arslan E.I., Biyokütle Enerjisi ve Türkiye, 7.Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul, 17-19 Aralık 2008: 242.

<sup>75</sup> Ültanır M Ö (1996). Türkiye'nin Biyokütle Enerji Stratejisi Ne Olmalıdır. *Bilim ve Teknik*, 342.

Biyokütleden katı, sıvı ve gaz olarak biyoenerji üretilebilmektedir. Bu yakıtların sınıflandırılması ISO/TC (International Organization for Standardization/Technical Committee) tarafından yapılmıştır. Katı biyoyakıtlar ISO/TC 238 ile tanımlanırken, sıvı biyoyakıtlar ISO/TC 28/SC7’de tanımlanmıştır. Ülkemizde ise katı biyoyakıtlar, yakıt özellikleri ve sınıfları TS EN ISO 17225-1 standartlarına göre değerlendirilmektedir. Şekil 17’de ISO TC 238’e göre biyokütle, biyoyakıt ve biyoenerji arasındaki etkileşim gösterilmiştir. Biyokütle her ne kadar enerji üretimi için kullanılsa da, ham materyal olarak konstrüksiyon, mobilya, paketlenme ve kağıt endüstrisinde kullanılmaktadır.



Şekil 17 - Biyokütle, biyoyakıt ve biyoenerji arasındaki etkileşim

Biyokütle enerjisini, klasik ve modern anlamda olmak üzere iki grupta ele almak mümkündür. Bunlardan birincisi olan klasik biyokütle enerjisi; ormanlardan elde edilen yakacak odun ve yine yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan atıkları (tezek gibi)'dir. İkincisi olan modern biyokütle enerjisi ise; enerji ormancılığı ve orman-ağaç endüstrisi atıkları, tarım kesimindeki bitkisel atıklar, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıklarının fermantasyon, gazlaştırma gibi modern tekniklerle işlenmesi sonucu elektrik, ısı, sıvı ve gaz yakıt olarak değerlendirilmesidir.<sup>76</sup>

<sup>76</sup> Türkiye Çevre Vakfı (2006), Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ankara: Türkiye Çevre Vakfı Yayınları, 131.

Biyokütle doğrudan yakılarak veya çeşitli süreçlerle yakıt kalitesi artırılıp mevcut yakıtlara eşdeğer özelliklerde alternatif biyoyakıtlar (biyodizel, etanol, biyogaz) elde edilerek enerji teknolojisinde değerlendirilmektedir.<sup>77</sup> Biyokütleden elde edilen yakıtlardan en çok kullanılanı biyodizel; kanola, ayçiçeği, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen yağların ya da hayvansal yağların bir katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol ya da etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılan bir üründür. Evsel kızartma yağları ve hayvansal yağlar da biyodizel hammaddesi olarak kullanılabilir.<sup>78</sup> Hatta Avrupa Birliği'nde birçok ülkede normal dizel yakıtta belirli oranda karıştırılarak kullanılması zorunlu hale getirilmiş, bu sayede fosil yakıtların çevreye verdiği zararın azaltılması hedeflenmiştir.<sup>79</sup> Karıştırma oranı 2005 yılında %2 olarak gerçekleşirken, 2030 yılına kadar %30'a çıkarılması hedeflenmiştir.<sup>80</sup> Ayrıca ülkemizde 16.06.2017 tarihli ve 30098 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Motorin Türlerine Biodizel Harmanlanması Hakkında Tebliğin 5. Maddesinde "Dağıtıcı lisansı sahipleri tarafından, bir takvim yılı içerisinde, ithal edilen ve kara tankeri dolum üniteleri hariç rafinericiden temin edilen motorininin toplamına, en az %0,5 (V/V) oranında yerli tarım ürünlerinden ve/veya bitkisel atık yağlardan üretilmiş biodizelin harmanlanmış olması zorunludur." ibaresine yer verilmiş olup, söz konusu tebliğ 01.01.2018 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

---

<sup>77</sup> Kurt G., Koçer N.N., "Malatya İlinin Biyokütle Potansiyeli Ve Enerji Üretimi", Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, cilt:26, sayı:3, Kayseri, 2010: 241.

<sup>78</sup> Ataman, A.R. (2007), "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Anabilim Dalı, Ankara, 134.

<sup>79</sup> Uğurlu, Ö. (2006), "Türkiye'de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları" Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara, 168.

<sup>80</sup> Adıyaman Ç., Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları, Yüksek Lisans Tezi, Niğde, 2012, sy 82.

### 1.2.2.6. Dalga Enerjisi

Dalga enerjisi direk olarak dalga yüzeyinden veya yüzey altındaki dalga basınçlarından elde edilir. Dalgalar deniz veya okyanusların yüzeyinde esen rüzgârlar tarafından üretilir. Dünyanın birçok yerinde rüzgâr sürekli dalgalar oluşturacak kadar düzenli ve sürekli eser. Deniz ve okyanus dalgalarında çok büyük enerji vardır. Dalga enerjisi makineleri dalgaların yüzey hareketlerinden veya dalga basınçlarından direk olarak enerji üretir. Sonlandırıcı makineler dalgaların hareketi yönünde dikey olarak uzanır ve dalga enerjisini yansıtır veya yakalar. Bu tür makinelerin son sürümleri denize yakın yerlere kurulmak için tasarlanmış olsa da, genelde sahilde veya sahile yakın yerlerde kurulmak için tasarlanmıştır. Titreşen su sütunu sonlandırıcı makinenin başka bir çeşididir. Bu makinede su yüzey altında bulunan yukarısında sıkışmış hava bulunan bir bölme girer. Dalga hareketi giren suyun yukarıya ve aşağıya bir piston gibi hareket etmesini sağlar ve havayı bağlı bulunan türbine doğru iter.<sup>81</sup>

Dalga enerjisi gerçekte bir güneş enerjisidir, çünkü dalgaları oluşturan rüzgâr atmosferdeki basınç farklılıklarından meydana gelmektedir. Dalgalar bu enerjiyi binlerce kilometre çok az bir kayıpla taşımaktadır. Dalga boyutu da; rüzgârın hızı, ne kadar süreyle ve ne mesafede estiği ile orantılıdır. Ayrıca dalga enerjisi, Arşimet prensibi ve yerçekimi yasası arasında ortaya çıkan büyük bir güçtür. Önemli ölçüde potansiyele sahip olmasının yanı sıra birçok yenilenebilir kaynaktan daha güvenlidir. Dalga enerjisinde elde edilebilirlik açısından zamanın etkisi çok fazla değildir. Hemen hemen zamanın %90'ında elde edilmeye uygun haldedir. Teknolojinin de ilerlemesi

---

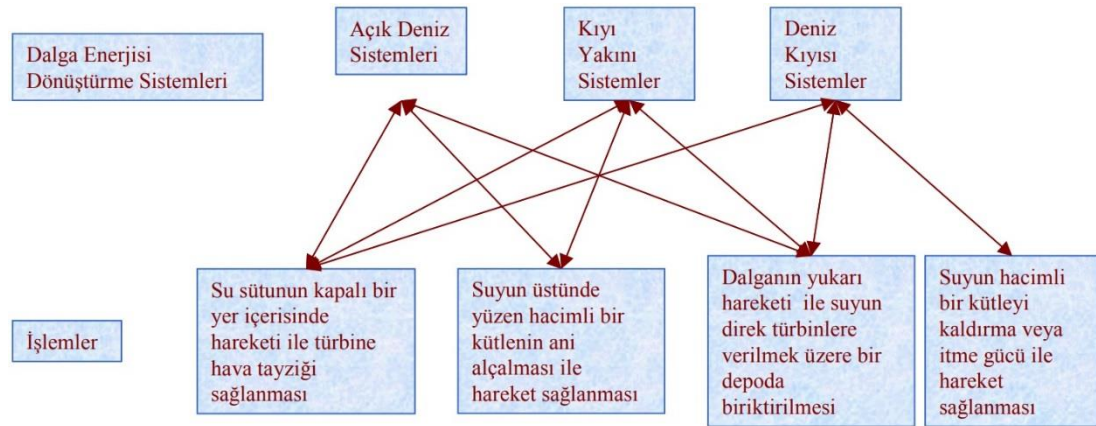
<sup>81</sup> [http://www.eie.gov.tr/teknoloji/dalga\\_enerjisi.aspx](http://www.eie.gov.tr/teknoloji/dalga_enerjisi.aspx), Erişim Tarihi: 22.03.2018



sayesinde çalışmalar artmış ve kıyıya yakın ve kıyıda uzak bölgelerde çalışan çeşitli enerji sistemleri uygulanmaktadır.<sup>82</sup>

Deniz dalga enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi bilim adamları tarafından araştırılmış ve birçok dalga enerjisi dönüştürücüsü tasarlanmış olup model ölçeğinde de test edilmiştir.<sup>83</sup> Avrupa’ da dalga enerjisine yönelik 1973 yılında petrol fiyatlarının aşırı derecede yükselmesinden sonra başlamıştır. Hatırı sayılır bir dalga enerjisi potansiyeline sahip Avrupa ülkeleri, bu enerjiyi muhtemel güç kaynakları arasında görmüş ve bu konu ile ilgili yeni araştırma projeleri başlatmıştır.<sup>84</sup>

Dalga enerjisinin hangi işlemler ve sistemler ile kullanılabileceği aşağıdaki şekil-18’de verilmiştir.



Şekil 18 – Dalga Enerjisi için Mevcut Sistemler ve İşlemler<sup>85</sup>

<sup>82</sup> Terzi, Ü. K.; Alkan M., “Dalga Enerjisi Sistemleri, Ekonomisi, Çevresel Etkileri ve Ülkemiz için Ekonomik Açından Değerlendirilmesi”, Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-II, 27-30 Kasım 2006, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s.177.

<sup>83</sup> McCormick, M., 1981. Ocean wave energy conversion, Wiley, Annapolis, Maryland.

<sup>84</sup> Özger M.(2007), Dalga Enerjisi Tahmini Ve Stokastik Modelleme, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 8.

<sup>85</sup> Sağlam M., Uyar T.S., Dalga Enerjisi ve Türkiye’nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli,EMO Bilimsel Dergi, s.2.

#### 1.4.2.7. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen 1500'lü yıllarda keşfedilmiş, 1700'lü yıllarda yanabilme özelliğinin farkına varılmış, evrenin en basit ve en çok bulunan elementi olup, renksiz, kokusuz, havadan 14.4 kez daha hafif ve tamamen zehirsiz bir gazdır. Güneş ve diğer yıldızların termonükleer tepkimeye vermiş olduğu ısının yakıtı hidrojen olup, evrenin temel enerji kaynağıdır. Hidrojen (H<sub>2</sub>) gazı tipik olarak yaklaşık -253°C'de (-423°F veya 20 K) sıvılaştırılarak depolanmaktadır. Sıvı hidrojenin hacmi gaz halindeki hacminin sadece 1/700'ü kadardır. Hidrojen bilinen tüm yakıtlar içerisinde birim kütle başına en yüksek enerji içeriğine sahiptir (Üst ısıl değeri 140.9 MJ/kg, alt ısıl değeri 120,7 MJ/kg). 1 kg hidrojen 2.1 kg doğal gaz veya 2.8 kg petrolun sahip olduğu enerjiye sahiptir. Ancak birim enerji başına hacmi yüksektir. Hidrojen doğada serbest halde bulunmaz, bileşikler halinde bulunur. En çok bilinen bileşiği ise sudur. Enerji olarak kullanabilmek için hidrojeni ayrıştırmak gerekmektedir. Günümüz şartlarında hidrojeni ayrıştırma pahalı bir işlemdir. Mevcut koşullar hidrojenin maliyetinin diğer yakıtlardan yaklaşık üç kata kadar daha pahalı olduğunu ve yaygın bir enerji kaynağı olarak kullanımının hidrojen üretiminde maliyet düşürecek teknolojik gelişmelere bağlı olacağını göstermektedir.<sup>86</sup>

Hidrojen, günümüzde ağırlıklı olarak doğal gazdan buhar reformasyonu sonucu elde edilmektedir. Suyun elektrolizi de bilinen bir yöntemdir. Fakat günümüz koşullarında ekonomik değildir; ekonomik hale getirilmesi konusunda çalışmalar

---

<sup>86</sup> Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Hidrojen Enerjisi, “[http://www.eie.gov.tr/teknoloji/h\\_enerjisi.aspx](http://www.eie.gov.tr/teknoloji/h_enerjisi.aspx)”, Erişim Tarihi: 22.03.2018.

yapılmaktadır. Güneş enerjisinden biyoteknolojik yöntemlerle hidrojen üretimi konusunda geliştirme çalışmaları yapılmaktadır.<sup>87</sup>

Hidrojenden şu yöntemlerle enerji elde edilir:

- Yakma: Hidrojen benzin ve doğal gaz gibi yakılabilir. Benzin ve doğal gaza üstünlüğü emisyonlarının azlığıdır. Karbondioksit çıkmaz. Sadece benzin ve doğal gaza göre çok az miktarda NO<sub>x</sub> çıkar. Askeri ve endüstriyel amaçlar için hidrojen gaz türbinleri ve arabalar için içten yanmalı motorlar geliştirilmektedir.
- Yakıt pili: Yakıt pili elektrolizin tersidir. Hidrojen ve havadaki oksijen birleştirilerek elektrik akımı elde edilir. Özellikle otomobiller olmak üzere bütün uygulamalarda tercih edilen yöntemdir. Hidrojeni yakmaya göre daha verimlidir. Çevreye zararlı hiç emisyonu yoktur. Çeşitli yakıt pili tipleri vardır.

Hidrojen içten yanmalı motorlarda doğrudan kullanımının yanısıra katalitik yüzeylerde alevsiz yanmaya da uygun bir yakıttır. Ancak dünyadaki gelişim hidrojeninin yakıt olarak kullanıldığı yakıt pili teknolojisi doğrultusundadır. Bir depolama yöntemi olan yakıt pilleri ise aslında elektrolizin tersi bir işlem görür. Yakıt pilleri hidrojeni gaz olarak ve oksijeni havadan alarak bunları elektrik akımı ve su ve su buharı olarak üretmek için elektrokimyasal reaksiyonun gerçekleşmesini sağlar.<sup>88</sup>

---

<sup>87</sup> Güvendiren M., Öztürk T., Enerji Kaynağı Olarak Hidrojen ve Hidrojen Depolama, Mühendis ve Makina Dergisi, Sayı:523, Ankara, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayını, Ağustos 2003.

<sup>88</sup> Prof. İlder S.K., Hidrojen Enerji Sistemi, Makina Mühendisliği Bölümü, Odtü [https://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi134/d134\\_101105.pdf](https://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi134/d134_101105.pdf), Erişim Tarihi : 22.03.2018

## 2.BÖLÜM

### 2. TÜRKİYE’DE VE DÜNYADA YENİLENEBİLİR ENERJİNİN MEVCUT DURUMU VE ÖNEMİ

#### 2.1. Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynakları Görünümü

Dünya üzerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının görünümüne baktığımızda Türkiye’nin de üyesi olduğu IEA (Uluslararası Enerji Ajansı) verilerine göre 2015 yılı itibariyle toplam elektrik üretiminin %23’ü, ısınmanın %9’u ve taşımacılık sektöründe biyodizel kullanımının ise %4 olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı belirtilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kendi içindeki dağılımlarına bakıldığında yaklaşık olarak %67 hidrolik enerji, %16 rüzgar enerjisi, %8 biyoenerji, %6 güneş enerjisi ve %1 jeotermal, yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santralleri, dalga enerjisi vb. şeklindedir. 2022 yılı tahminlerine göre toplam elektrik üretiminin %30, ısınmanın %11 ve taşımacılık sektöründe biyodizel kullanımının ise %5 seviyesine çıkması bekleniyor.

Dünya üzerindeki yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik enerjisi üretimi rakamları aşağıda verilmekte olup, hidrolik enerji hariç kapasite sıralaması yapılmıştır. Hidrolik enerji dahil edilerek yapılacak bir ülke sıralaması halinde Çin, A.B.D., Brezilya, Almanya, Kanada ve Hindistan şeklinde olacaktır.

Teknoloji	(Gigawatt)								
	Dünya	BRICS Ülkeleri	AB-28 Ülke	Çin	A.B.D.	Almanya	Japonya	Hindistan	İtalya
Bio-enerji	112	35	37	12	16,8	7,6	4,1	8,3	4,1
Jeotermal Enerji	13,5	0,1	0,9	~0	3,6	~0	0,5	0	0,8
Hidroenerji	1.096	499	127	305	80	5,6	23	47	18,5
Dalga Enerjisi	0,5	~0	0,3	~0	~0	0	0	0	~0
Güneş Enerjisi	303	88	106	77	41	41	43	9,1	19,3
Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi	4,8	0,4	2,3	~0	1,7	~0	0	0,2	~0
Rüzgar Enerjisi	487	210	154	169	82	50	3,2	29	9,3
Toplam Yenilenebilir Enerji Kapasitesi (hidroenerji dahil)	2.017	832	428	564	225	104	73	94	52
Toplam Yenilenebilir Enerji Kapasitesi (hidroenerji hariç)	921	333	300	258	145	98	51	46	33
Kişi Başına Düşen Kapasite (kilowatt/yerleşik, hidroenerji hariç)	0,1	0,1	0,6	0,2	0,5	1,2	0,4	0,04	0,6

*Tablo 7 – Yenilenebilir Kaynaklardan Elde Edilen Elektrik Enerjisi Kapasitesinin Dünya Geneli ve İlk 6 Ülke Açısından Değerlendirmesi<sup>89</sup>*

A.B.D., Çin, Japonya, Hindistan ve Türkiye gibi fosil kaynağı olmayan ülkeler ihtiyaç duydukları enerjiyi yerli kaynaklarından karşılama eğilimi nedeniyle yenilenebilir enerjiye dönük büyük ölçekli yatırımlar yapmaktadır. Aynı zamanda enerji güvenliğini sağlamak ve sürdürülebilir kalkınma politikaları nedeniyle yenilenebilir enerji yatırımlarının dünya ölçeğinde artarak devam ettiği görülmektedir. Dünya genelinde 2016 yılı itibariyle yenilenebilir enerjiye olan yatırımların ülkeler açısından sıralaması aşağıdaki tablo-8’de verilmiştir.

<sup>89</sup> REN21, Renewables 2017 Global Status Report, Table R2: Renewable Electric Power Global Capacity, Top Regions/Countries1, 2016, Data Seti, “<http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>”, Erişim Tarihi: 28.03.2018

YENİLENEBİLİR ENERJİ ALANINDA YILLIK YATIRIM, NET KAPASİTE ARTIRIMI VE BİYOYAKIT ÜRETİMİNDE DÜNYADA İLK 5 ÜLKE (2016 Yılı İtibariyle)					
	1.	2.	3.	4.	5.
Yenilenebilir Enerji ve Yakıtlara olan Yatırım (50 MW Üstü Hidrolik Hariç)	Çin	A.B.D.	Birleşik Krallık	Japonya	Almanya
Yenilenebilir Enerji ve Yakıtlara olan Birim GSYİH Başına Yatırımı	Bolivya	Senegal	Ürdün	Honduras	İzlanda
Jeotermal Enerji Kapasite Artışı	Endonezya	Türkiye	Kenya	Meksika	Japonya
Hidrolik Enerji Kapasite Artışı	Çin	Brezilya	Ekvator	Etiyopya	Vietnam
Güneş Fotovoltaik Sistem Kapasite Artışı	Çin	A.B.D.	Japonya	Hindistan	Birleşik Krallık
Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi Sistemleri Kapasite Artışı	Güney Afrika	Çin	-	-	-
Rüzgar Enerjisi Kapasite Artışı	Çin	A.B.D.	Almanya	Hindistan	Brezilya
Güneş Kolektörü Kapasite Artışı	Çin	Türkiye	Brezilya	Hindistan	A.B.D.
Biyodizel Üretimi	A.B.D.	Brezilya	Arjantin / Almanya / Endonezya		
Etanol Yakıt Üretimi	A.B.D.	Brezilya	Çin	Kanada	Tayland

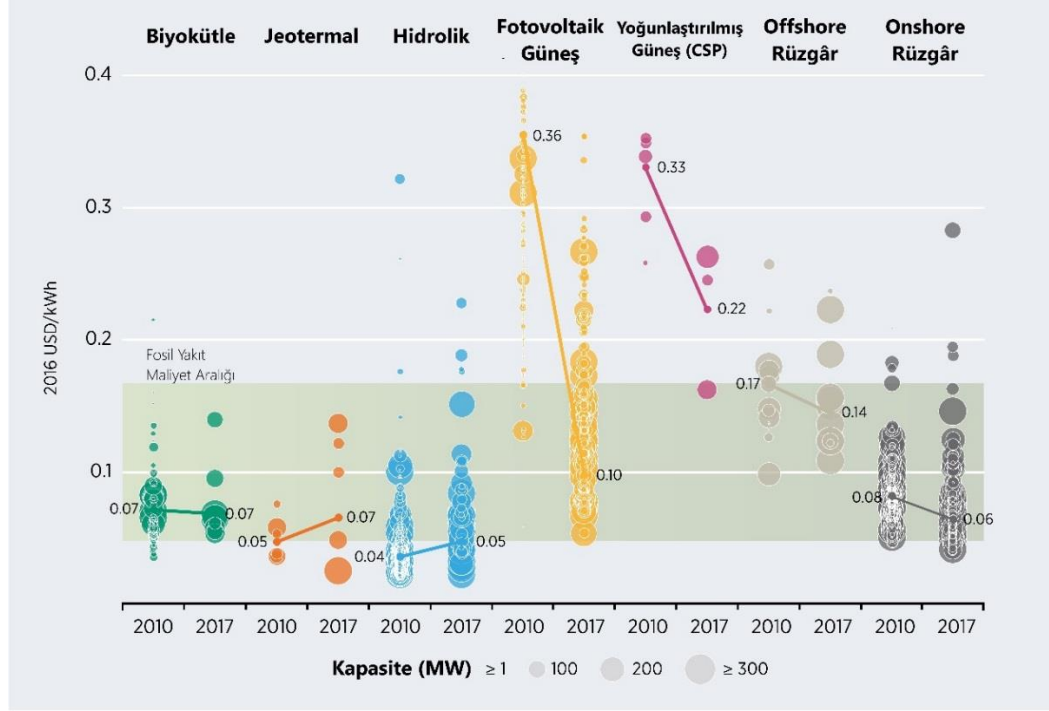
*Tablo 8 - Yenilenebilir Enerji Alanında Yıllık Yatırım, Net Kapasite Artırımı ve Biyoyakıt Üretiminde Dünyada İlk 5 Ülke<sup>90</sup>*

Dünya genelinde elektrik üretimi 2016 yılı verilerine göre bir önceki yıla göre %2,2 artışla 24.816 milyar kWh ulaştı. Küresel olarak en fazla elektrik üreten ülke, 6.142 milyar kWh ile 2016'da Çin olurken, onu 4.350 milyar kWh ile ABD takip etmektedir. Bölgesel olarak bakıldığında en fazla elektrik üreten bölge, 10.904 milyar kWh ile 2016'da Asya-Pasifik olurken, onu 5.373 milyar kWh ile Avrupa ve Avrasya

<sup>90</sup> REN21, Renewables 2017 Global Status Report, “[http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399\\_GSR\\_2017\\_Full\\_Report\\_0621\\_Opt.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf)”, sy 25.

izlemektedir.<sup>91</sup> İletilen küresel elektrik üretim verilerinin 2016 yılsonu itibari ile tahmini olarak %24,5 oranında yenilenebilir enerji kaynakları tarafından karşılandığı belirtilmektedir.<sup>92</sup>

Yenilenebilir enerji alanına yapılan yatırımlar neticesinde yenilenebilir enerjiden elektrik üretim maliyetlerinde düşüş görülmektedir.



Şekil 19 – Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretim Maliyetleri (2010-2017)<sup>93 94</sup>

<sup>91</sup> BP Statistical Review of World Energy June 2017, Data Seti, “<https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/excel/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-underpinning-data.xlsx>”, Erişim Tarihi: 10.04.2018.

<sup>92</sup> REN21, Renewables 2017 Global Status Report, Figure 4: Estimated Renewable Energy Share of Global Electricity Production, End-2016, Data Seti, “<http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>”, Erişim Tarihi: 10.04.2018

<sup>93</sup> IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2017, “[https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA\\_2017\\_Power\\_Costs\\_2018.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_2017_Power_Costs_2018.pdf)”, sy 34 Erişim Tarihi: 11.04.2018.

<sup>94</sup> Dairelerin alanı projenin büyüklüğünü göstermektedir. Dairenin merkezi y-ekseninde fiyatı, x-ekseninde de yarışmanın gerçekleştirildiği yılı vermektedir. Kalın çizgiler ağırlıklı LCOE ortalamasını ya da yarışma/ihale sonuçlarını vermektedir. Yeşil alan ise fosil yakıt maliyetleri aralığını göstermektedir.

Şekil 19’da görüldüğü üzere 2017 yılı itibariyle devreye alınan projeler için maliyetler düşmeye devam etmiştir. Yenilenebilir enerji projelerin birçoğu ise fosil yakıt maliyetleri aralığına girmiştir. Fotovoltaik güneş enerjisi maliyetlerinin 2010 yılından itibaren düşüşü, fosil yakıtlar ile rekabet edebilir düzeye geldiği göstermektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimindeki maliyet düşüşlerinin gelecekte de devam edeceği, bu sayede depolama teknolojilerinin daha da cazip hale geleceği, elektrikli araçlara yönelen Dünya’nın, bu araçların en büyük problemi olan yüksek elektrik talebi kaynaklı maliyetleri de azaltacağı düşünülmektedir.<sup>95</sup>

Enerji jeopolitiği açısından, bölgesel güçlerin (Çin, Hindistan, ABD, AB ve Rusya) politikaları önemli belirsizlik kaynakları olarak ortaya çıkarken, Çin’in büyümesi ve ABD’nin politikaları pek çok bölgenin enerji politikalarını etkilemektedir. Ticaret engelleri, dijitalizasyon ve yenilikçi piyasa tasarımları, enerji sektöründe iş ortamı için başta gelen belirsizlik faktörleri görünümünde olup, bir önceki yılda olduğu gibi enerji teşvikleri bölgesel enerji sektörü politikalarını oldukça etkilemektedir. Aşağıdaki tablo 9’da bölgesel politikalar üzerinde belirsizlik yaratan ve etkileyen unsurlar belirtilmiştir.

---

<sup>95</sup> IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2017, “[https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA\\_2017\\_Power\\_Costs\\_2018.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_2017_Power_Costs_2018.pdf)”, Erişim Tarihi:11.04.2018



\* Renksiz olanlar belirsizlik yaratan unsurlar, açık gri renkli olanlar ise etkileyen unsurlardır.

Boyutlar	Makroekonomik Riskler	Enerji Jeopolitiği ve Bölgesel Hususlar	Enerji Politikaları ve İş Ortamı	Enerji Vizyonu ve Teknoloji
Enerji Kaynakları	Enerji ve Emtia Fiyatları	Ortadoğu Dinamikleri	Ticaret Engelleri	Hidrojen Ekonomisi
	Enerji ve Emtia Fiyatları	Çin'in Büyümesi	Bölgesel Bütünleşme	Yenilenebilir Enerji Kaynakları
Asya	Siber Tehditler	Çin'in Büyümesi	Dijitalizasyon	Elektriğin Depolanması
	Enerji ve Emtia Fiyatları	Çin'in Büyümesi	Dijitalizasyon	Yenilenebilir Enerji Kaynakları
Avrupa	Siber Tehditler	Rus Dış Politikası	Yenilikçi Piyasa Tasarımı	Hidrojen Ekonomisi
	İklim Değişikliği ile ilgili gelişmeler	AB Ortak Enerji Politikasına Doğru Gidiş	Enerji Teşvikleri	Yenilenebilir Enerji Kaynakları
Latin Amerika ve Karayipler	Siber Tehditler	AB Ortak Enerji Politikasına Doğru Gidiş	Ticaret Engelleri	Hidrojen Ekonomisi
	Ekonomik Büyüme	A.B.D. Politikaları	Enerji Teşvikleri	Enerji Verimliliği
Ortadoğu ve Kuzey Afrika	Enerji - Su İlişkisi	Hindistan'ın Büyümesi	Bölgesel Bütünleşme	Karbon Yakalama ve Depolama
	Ekonomik Büyüme	Ortadoğu Dinamikleri	Enerji Teşvikleri	Enerji Verimliliği
Kuzey Amerika	Siber Tehditler	A.B.D. Politikaları	Dağıtık Sistemler	Sürdürülebilir Şehirler
	Enerji ve Emtia Fiyatları	A.B.D. Politikaları	Yenilikçi Piyasa Tasarımı	Yenilenebilir Enerji Kaynakları

*Tablo 9 – Bölgesel Enerji Politikaları Üzerinde Belirsizlik Yaratan ve Etkileyen Unsurlar<sup>96</sup>*

## 2.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Görünümü

Enerji sektöründe 20 Şubat 2001 tarihinde kabul edilen 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Yasası ile elektrik sektöründe piyasa modeline geçilerek özelleştirme süreciyle ortaya çıkan rekabetçi bir piyasa yapısının oluşmasının yanında lisans ihaleleri ve stratejik ortaklıklarla enerji piyasası hem büyüme hem de hızla

<sup>96</sup> World Energy Council, “World Energy Issues Monitor : 2017”, “<https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/04/1.-World-Energy-Issues-Monitor-2017-Full-Report.pdf>”, Londra, 2017, Erişim Tarihi:11.04.2018.

serbestleşme sürecine girmiştir. 10.05.2005 tarihinde 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun yürürlüğe girmesiyle, yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin teşvikler ve özel sektörün yatırım yapmasına olanak sağlanmakla beraber, çevre dostu ve sera gazlarının azaltılmasına katkıda bulunan kaynakların kullanılmasını da hedeflemiştir.<sup>97</sup> Ayrıca AB uyum sürecinde Avrupa Parlamentosu'nun ve 23 Nisan 2009 Avrupa Konseyi'nin 2009/28/EC sayılı Direktifi gereğiyle 15. Fasıl olan Enerji faslına dayanarak 2011-2020 yıllarını kapsayan Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı oluşturulmuştur. Bu eylem planı içerisinde 2023 Türkiye Elektrik Üretimi Kurulu Güç hedeflerinde %51 fosil yakıt, %27 hidrolik enerji ve %22 diğer yenilenebilir enerji hüküm altına alınmıştır. 2023 hedefleri içerisinde ekonomik olarak yapılabilir olan hidroelektrik potansiyelinin tamamından yararlanılması taahhüt edilmektedir. Bununla birlikte elektrik üretiminin en az yüzde 30'unu yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılayabilmek adına bu alandaki çalışmalar devam etmektedir.

Türkiye'nin sahip olduğu elektrik enerjisi kurulu gücü aşağıdaki Tablo 10'da verilmiştir. Türkiye'nin 2017 yılı Aralık ayı itibariyle toplam kurulu gücü 81.553 MW'dür. Kurulu gücünün yaklaşık %32'lik kısmını 26.329 MW güçle doğalgaz almaktadır. Doğalgazı yaklaşık %24 lük oran ve 19.742 MW kurulum gücü ile hidrolik enerji takip etmektedir. İthal ve yerli kömür ise toplam 18.819 MW kurulu gücü ile %23 oranı ile üçüncü sırada yer almaktadır.

---

<sup>97</sup> Dünya Enerji Konseyi Milli Komitesi, 2003-2004 Türkiye Enerji Raporu, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayını, Ankara, 2006, s.80.

KAYNAK TÜRÜ	2016		2017		DEĞİŞİM (%)
	KURULU GÜÇ (MW)	ORAN (%)	KURULU GÜÇ (MW)	ORAN (%)	
DOĞAL GAZ	25.348,52	32,68	26.329,31	32,28	3,87
BARAJLI HİDROLİK	19.525,12	25,17	19.742,95	24,21	1,12
LİNYİT	9.266,90	11,95	9.267,12	11,36	0,00
İTHAL KÖMÜR	7.616,35	9,82	8.936,35	10,96	17,33
AKARSU	7.146,13	9,21	7.522,68	9,22	5,27
RÜZGÂR	5.735,90	7,40	6.482,12	7,95	13,01
JEOTERMAL	820,86	1,06	1.063,73	1,30	29,59
FUEL OİL	755,49	0,97	712,27	0,87	-5,72
TAŞ KÖMÜRÜ	559,57	0,72	616,15	0,76	10,11
BİYOKÜTLE	362,98	0,47	449,72	0,55	23,90
ASFALTİT	405,00	0,52	405,00	0,50	0,00
GÜNEŞ	12,90	0,02	17,90	0,02	38,76
NAFTA	4,74	0,01	4,74	0,01	0,00
LNG	1,95	0,00	1,95	0,00	0,00
MOTORİN	1,04	0,00	1,04	0,00	0,00
<b>TOPLAM</b>	<b>77.563,44</b>	<b>100,00</b>	<b>81.553,02</b>	<b>100,00</b>	<b>5,14</b>

Tablo 10 – Lisanslı Elektrik Kurulu Gücünün Kaynak Bazlı Dağılımı<sup>98</sup>

Yukarıdaki bilgi çerçevesinde, Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücünde yaklaşık %43 oranında yenilenebilir enerji kaynağı oluşturmakta olup, yoğunluk hidrolik enerjide olmakla birlikte rüzgâr ve düşük oranda jeotermal enerji kurulu güç olduğu görülmektedir. Hidrolik dışı yenilenebilir enerjinin kurulu güç bazında yaklaşık olarak %10 olduğu görülmektedir. Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planında hüküm altına alınan 2023 hedeflerine göre %27'lik hidrolik enerji kurulu güç hedefimize küçük HES olarak nitelenen akarsu dahil edildiğinde ulaşılmış olduğumuz görülmektedir ancak diğer yenilenebilir enerji olarak belirtilen rüzgâr, jeotermal, rüzgar vb. açıdan 5 yıl içerisinde %12'lik bir artışa ihtiyaç duyulmaktadır.

<sup>98</sup> EPDK, Elektrik Piyasası Sektör Raporu Aralık 2017, sy 10, "<http://www.epdk.org.tr/Detay/Download/9576>", Erişim Tarihi:20.04.2018

Türkiye’de elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı aşağıdaki Tablo 11’de verilmiştir.

KAYNAK TÜRÜ	2016		2017		ÖNCEKİ YILA GÖRE DEĞİŞİM (%)
	ÜRETİM (MWh)	ORAN (%)	ÜRETİM (MWh)	ORAN (%)	
DOĞAL GAZ	88.244.574,12	32,38	108.771.841,89	37,18	23,26
İTHAL KÖMÜR	47.741.879,99	17,52	51.172.215,19	17,49	7,19
BARAJLI HİDROLİK	48.906.203,33	17,94	41.278.222,47	14,11	-15,60
LİNYİT	38.543.567,01	14,14	40.540.906,17	13,86	5,18
RÜZGÂR	15.501.030,56	5,69	17.859.858,19	6,10	15,22
AKARSU	18.396.857,05	6,75	17.130.225,74	5,85	-6,89
JEOTERMAL	4.818.523,69	1,77	5.969.481,97	2,04	23,89
TAŞ KÖMÜRÜ	3.292.613,86	1,21	3.453.865,10	1,18	4,90
ASFALTİT	2.873.837,86	1,05	2.394.637,82	0,82	-16,67
BİYOKÜTLE	1.590.695,39	0,58	2.004.901,88	0,69	26,04
MOTORİN	1.554.168,77	0,57	1.008.826,40	0,34	-35,09
FUEL OİL	1.054.049,86	0,39	962.665,01	0,33	-8,67
GÜNEŞ	2.636,79	0,00	24.557,68	0,01	831,35
LNG	42.988,21	0,02	2.196,00	0,00	-94,89
TOPLAM	272.563.626,49	100,00	292.574.401,51	100,00	7,34

Tablo 11 – 2017 Yılı Lisanslı Elektrik Üretiminin Kaynak Bazında Dağılımı<sup>99</sup>

Tablo 12’de mevcut durum, potansiyel ve 2023 yılı hedefleri karşılaştırılması yapılmıştır. Dünyada fotovoltaik teknolojide tek parça olarak en büyük saha olacak olan Konya Karapınar Güneş Enerji Santralının ihalesi yapılmış ancak kurulumu tamamlanmadığından 1.000 MW kurulu güç istatistiklere yansıtılmamıştır.

<sup>99</sup> EPDK, Elektrik Piyasası Sektör Raporu Aralık 2017, sy 14, "<http://www.epdk.org.tr/Detay/Download/9576>", Erişim Tarihi:20.04.2018

KAYNAK TÜRÜ	2017 Yılı Elektrik Üretimi (Lisanslı)		2017 Yılı Kurulu Güç		Kurulu Güç Potansiyeli	2023 Yılı Kurulu Güç Hedefleri (MW)
	(GWh)	ORAN (%)	(MW)	ORAN (%)	(MW)	(MW)
HİDROLİK	58.408,45	19,96	27.265,63	33,43	140.000,00	34.000,00
RÜZGÂR	17.859,86	6,10	6.482,12	7,95	48.000,00	20.000,00
JEOTERMAL	5.969,48	2,04	1.063,73	1,30	3.150,00	1.000,00
BİYOKÜTLE	2.004,90	0,69	449,72	0,55	1.000,00	1.000,00
GÜNEŞ	24,56	0,01	17,90	0,02	56.000,00	5.000,00
Genel Toplam	84.267,25	28,80	35.279,10	43,25	276.500,00	61.000,00

*Tablo 12 - Elektrik Sektöründe Yenilenebilir Enerji Potansiyeli, Mevcut Durum ve 2023 Yılı Hedefleri<sup>100</sup>*

2017 yılı itibariyle lisanssız elektrik üretimindeki yenilenebilir enerji kullanımının %94'ünü 2.978 MW kurulu gücü ile güneş enerjisi tarafından sağlanması göze çarpmaktadır.

### **2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi**

#### **2.3.1. Enerji Güvenliği**

Enerji Güvenliği kavramı, yeterli miktarlardaki enerji kaynaklarına, tutarlı fiyat ve istikrarlı bir kaynaktan, tehdit altında olmayan ulaşım imkânları vasıtasıyla (boru hattı, uygun deniz yolları vs.) ve sürdürülebilir çevre politikası çerçevesinde erişilebilmesidir.

Enerji güvenliği tanımı, genel literatürde kabul gören dört ana unsurdan oluşmaktadır. İngilizce karşılığı 4A olarak ifade edilen, enerji kaynağının mevcut

<sup>100</sup> EPDK, TEİAŞ, MTA, Türkiye Milli Enerji ve Maden Politikası ve ETKB 2017 Yılı Faaliyet Raporu verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

olması (Availability), ulaşılabilirliği (Accessibility), ekonomik olması (Affordability) ve sürdürülebilir olması (Acceptability) olarak sayılan dört önemli unsuru içinde barındırmaktadır.

- Elde edilebilirlik, tüketicinin ihtiyacı olan enerji mal ve hizmetlerine ulaşması anlamına gelmektedir. Ticari, ekonomik, siyasî, stratejik vb. hangi nedenle olursa olsun, enerji mal ve hizmetlerini alan ve satan tarafların üzerinde anlaştığı bir piyasa sisteminde tarafların karşılıklı bağımlılığı, enerji güvenliğinin önkoşuludur. Ancak piyasadaki tarafların birbirleri karşısındaki üstünlükleri ve çıkarları ticarî kuralların sınırlarını belirlemektedir.<sup>101</sup>
- Ulaşılabilirlik, enerji kaynağının üretim ve tüketimi arasındaki mesafede kesintiye uğramadan enerjiye ulaşılabilmesidir.
- Ekonomik olması, arz ve talep dengesine bağlı piyasa tarafından belirlenen fiyattan herkesin lehine bir fiyatlandırma yapılabilmesidir.
- Sürdürebilirlik, çevre duyarlılığı açısından en önemli unsuru ise enerji kaynağının uzun vadede sürdürülebilir olmasıdır.

Enerji güvenliğindeki ikinci yaklaşım olan güvenlik ağırlıklı tanımlamaya göre ise enerji güvenliği enerji; enerji kaynağının aranması geliştirilmesi, üretimi, iletimi, çevrimi, dağıtımı, pazarlaması ve tüketimi çerçevesinde ilgili tüm süreçlerin ve fiziki mekânların korunması olarak belirtilmektedir.<sup>102</sup>

---

<sup>101</sup> Erdal L. (2011), Enerji Arz Güvenliğini Etkileyen Faktörler ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Alternatifi, Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın, sy 11.

<sup>102</sup> Ediger V.Ş., “Enerji Arz Güvenliği ve Ulusal Güvenlik Arasındaki İlişki”, SAREM Enerji Arz Güvenliği Sempozyumu, 2007, Ankara, s.3.

Tüketici ülkeler için arz güvenliği; transit ülkeler için enerji nakil güvenliği ve gelirinin çoğunu ürettiği enerjiden kazanan ülkeler için enerji talep güvenliği çok önemlidir. Dolayısıyla, enerji güvenliği, tüketici ve transit ülkeler için, enerjiyi çeşitlendirilmiş hatlardan ucuza temin etmek iken; özellikle gelirinin çoğunu enerji ihracatından elde eden üretici ülkeler için kaynaklarını tekeli fiyatlar ve hatlarla tüketiciye satmak olarak tanımlanmaktadır.<sup>103</sup>

Enerji Kaynaklarının enerji güvenliği açısından değerlendirilmesine ilişkin tablo aşağıda verilmektedir.

Boyutlar	Mevcut Durum	Ulaşılabilirlik	Kabul Edilebilirlik	Maliyet
Enerji Kaynakları				
Petrol	Mevcut kaynaklar olgunlaşmakta ve yeni sahalar bulmak hâlâ mümkün olmaktadır.	Jeopolitik risk ve yatırım engelleri artmakta; insan kaynakları kıtlaşmakta; altyapı ise yetersizleşmektedir.	Taşıma sektörü için en kullanışlı yakittir. OPEC ve sera gazları ile ilgili endişeler bulunmaktadır.	Erişilebilirlik azaldıkça fiyatlar artmaktadır.
Doğal Gaz	Klasik kaynaklar geniş bir coğrafyada mevcuttur. Araştırma potansiyeli ise yüksektir.	Yeni altyapı ihtiyacı artmaktadır. Ancak yatırım engelleri artmakta; insan kaynakları kıtlaşmakta; jeopolitik risk ise fazlalaşmaktadır.	Temiz ve verimlidir. Ancak yeni altyapıya karşı bir önyargı bulunmaktadır.	Artan üretim maliyetleri düşük maliyetli bölgelerden gelen doğal gaz sayesinde şimdilik kontrol altındadır.
Kömür	Kaynaklar geniş bir coğrafyada mevcuttur.	Altyapı ve yatırım ile ilgili bazı engeller bulunmaktadır.	Başta sera gazları olmak üzere, emisyonlar sıkıntı yaratmakta fakat IGCC ve CCS teknolojilerinin gelişimi bu durumu olumlu yönde etkilemektedir.	IGCC ve CCS teknolojilerinin gelişimi maliyetleri arttırmaktadır.
Hidrolik	Coğrafi unsurlara bağlıdır.	Altyapı ve yatırım ile ilgili engeller vardır.	Ekolojik, sosyal, ve tarihi etkiler tepki görmektedir.	Ana maliyet yüksek ama işletme maliyeti düşüktür.

<sup>103</sup> Morales, J. (2008) —Russia as an Energy Great Power: Consequences for EU Energy Security, Energy Security, Visions from Asia and Europe, Derl.: Antonio Marquina, ss.24-34. Palgrave Macmillan, New York.

Yenilenebilir rüzgâr, güneş ve jeotermal	Henüz büyük bir enerji arzı yoktur.	Portföy standartları, sübvansiyonlar ve politik destek artmakta; en gelişmiş teknolojilerin dünya genelinde yayılması sınırlı hale gelmektedir.	Ekolojik olumsuz etkisi yoktur.	Ana maliyet yüksek, ama işletme maliyeti düşüktür.
Nükleer	Uranyum kaynakları mevcut ama işleme kapasitesi şimdilik sınırlıdır.	İnsan kaynakları sınırlı; en gelişmiş teknolojilerin dünya genelinde yayılması sınırlı	Radyoaktif atıkların güvenli depolanması, güvenlik ve nükleer silâhlanma riskleri mevcuttur.	Fosil yakıtlara oranla ana maliyet yüksek, ama işletme maliyeti düşüktür.
Bio yakıtlar	Sınırlı üretim kapasitesi, ama bilimsel ve teknolojik gelişmeler bu durumu değiştirebilmektedir.	Doğal şartlar (ekim alanı, toprak kalitesi, su kaynakları, ekin türü); dağıtım altyapısı sınırlıdır.	Gıda sektörü ile rekabet; su kaynaklarının tüketimi; orman kesimi; gübre kullanımı; net sera gazı emisyonunda olası artış sözkonusudur.	Sübvansiyon olmadan rekabet etmeleri çok zordur.

*Tablo 13 - Türkiye'deki Enerji Kaynaklarının Enerji Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi<sup>104</sup>*

Milli Enerji ve Maden Politikası kapsamında arz güvenliğinin sağlanması beş başlık altında ele alınmıştır. Bunlar; ülke ve kaynak çeşitlendirmesi, doğalgaz ve petrol depolama tesisleri, sisteme doğalgaz sağlama kapasitesi, iletim-dağıtım altyapısı ve enerji verimliliği şeklindedir.<sup>105</sup>

### 2.3.2. Çevresel Etkiler

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının ilk kez gündeme gelmesinin ardında enerji güvenliği kaygıları bulunmakla birlikte, aynı zaman sürecinde enerji kaynaklı çevre kirliliğinin etkilerinin azaltılması amacı da bu kaynakların önemini artırmıştır. Dünyadaki başta petrol olmak üzere fosil yakıt rezervlerinin azalması, ozon

<sup>104</sup> Albayrak B., Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Finansmanı: Bir Uygulama, Baz Kaynak Enerji Verimliliği Konsorsiyumu, Doktora Tezi, İstanbul, 2011, sy 47.

<sup>105</sup> Karagöl E.T., Kavaz İ., Kaya S., Özdemir B.Z., Türkiye'nin Milli Enerji ve Maden Politikası, SETA Analiz, Haziran 2017 Sayı:203, sy 11, "<https://setav.org/assets/uploads/2017/06/Analiz203.pdf>", Erişim Tarihi:26.04.2018



tabakasının incelenmesi, canlıların yaşam kaynağı olan havanın kirlenmesi, dünya ısısının giderek artması, bu artmanın süreklilik kazanması, fosil kaynaklarla enerji elde etmenin küresel ve yerel düzeyde yarattığı çevresel etkiler ile küresel ısınma arasındaki ilişkinin açık olarak görülmesi, çevresel hassasiyetin artmasında etkili olmuş, fosil yakıtların oluşturduğu sera gazı emisyonlarının azaltılması önemli hale gelmiş ve bu nedenlerle yüzlerce yıldır fosil yakıtların tüketimine alışmış olan dünya ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye başlamıştır.<sup>106</sup>

Üretiminden tüketimine kadar her safhası ayrı ayrı çevre sorunlarına neden olabilen enerjinin; ekonomik, çevreci, güvenli kaynaklardan sağlanması, artan enerji talebini en güvenli ve doğru biçimde karşılayarak yatırımları teşvik etme hedefine haiz enerji politikalarının, sürdürülebilir kalkınma anlayışı çerçevesinde, enerji-çevre ilişkisinde iyi bir denge kurularak oluşturulması için yaşamsal bir gerekliliktir.<sup>107</sup>

Çevresel durum ve yaşam kalitesi çevre kirliliğinin temel nedeninin artan enerji tüketimi olduğunu göstermektedir. İklim değişikliğinin temel nedeni de yüksek miktarda fosil yakıt kullanımının sonucunda salınan nitrojen oksit, sülfür dioksit ve karbon dioksit gibi gazlardır. Hava kirliliği çevre kirliliğinin en önemli belirtilerinden biridir.<sup>108</sup>

Ekonomik gelişmenin enerji tüketimini artırdığı açıkça görülmektedir. Ekonomik gelişim ile CO<sub>2</sub> salınımı arasında doğru orantının varlığı ile ekonomik gelişimin sonucu olan enerji tüketimindeki artış CO<sub>2</sub> salınımını da artırmaktadır.

---

<sup>106</sup> Ataman, A.R., Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları, AÜ SBE Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi (Yönetim Bilimleri) Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2007, s.23.

<sup>107</sup> Deniz, N., “Enerji ve Çevre Mevzuatı”, Türkiye II. Enerji Sempozyumu, 2000’li Yıllarda Ulusal Enerji Politikaları, TMMOB, EMO Yayını, İstanbul, Mayıs, 2000, s. 349.

<sup>108</sup> A.K. Akella, Saini, R.P. ve Sharma, M.P., “Social, Economical And Environmental Impacts of Renewable Energy Systems”, Renewable Energy, 34, 2009, s.391

Atmosfere salınan CO2 gazının korkunç miktarı doğanın dengesini bozmaktadır ve küresel ısınmanın sonuçları daha da vahim olabilecektir.<sup>109</sup>

Bu etkilerin önlenmesi amacıyla Kyoto Protokolü oluşturulmuştur. Sürdürülebilir kalkınma ve doğanın korunması için her türlü tedbirin alınmasından oluşan başlıca iki hedefi benimsemektedir. İklim değişikliği ile mücadele etmek için hazırlanmış olan en kapsamlı anlaşmadır. Protokolün esas amacı, “atmosferdeki sera gazı birikimlerini iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde tutmayı başarmak” tır. Bu süreçte Kyoto Protokolü’ne önem kazandıran en önemli unsur protokolde sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik hedeflerin yanında bu azaltımın sağlanması konusunda kullanılacak farklı esnek mekanizmalara yer vermesidir. Protokol günümüzde 160 ülkeyi ve dünyadaki sera gazı emisyonunun % 55’inden fazlasını kapsamaktadır. Ülkemizin Kyoto Protokolü’ne katılmasına dair kanun tasarısı 05.02.2009’da onaylanmıştır. 26.08.2009’dan sonra ise Türkiye Kyoto Protokolü’ne resmen taraf olmuştur.<sup>110</sup> Ayrıca ülkemizin 2030 yılında sera gazı emisyonlarında %21’e kadar artıştan azaltım yapabileceğimizi Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sekretaryasına bildirildiği de belirtilmiştir.<sup>111</sup>

### **2.3.3. Ekonomik Etkiler**

Sürdürülebilir kalkınma ülkelerin yaşam standartlarının iyileştirilmesi, ekonomik ve üretime yönelik faaliyetlerin desteklenmesi, nüfus artışı ve ekonomik

---

<sup>109</sup> C. L. Chiu, ve Chang, T.H., “What Proportion of Renewable Energy Supplies is Needed To Initially Mitigate CO2 Emissions in OECD Member Countries?”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13, 2009,s.1671.

<sup>110</sup> Hayrullahoğlu B. (2012), Çevresel Sorunlarla Mücadelede Karbon Vergisi, Ekonomi Bilimleri Dergisi, Cilt:4, No: 2, ss.2-11, s.2

<sup>111</sup> Özhasaki M., Çevre ve Şehircilik Bakanı, 2018 Yılı Bütçe Sunuşu, Kasım 2017, sy 6, “[http://webdosya.csb.gov.tr/db/strateji/eduardosya/2018\\_CSB\\_Butce\\_Web.pdf](http://webdosya.csb.gov.tr/db/strateji/eduardosya/2018_CSB_Butce_Web.pdf)”, Erişim Tarihi: 30.04.2018

büyüme nedeniyle giderek artan enerji ihtiyacının karşılanmasını zorunlu kılmaktadır. Enerji, sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarının temel yapı taşı olarak oluşturmaktadır. Enerji arz güvenliğinin sağlanması ise, sürdürülebilir kalkınmanın bir diğer önemli unsurudur.<sup>112</sup>

Türkiye, gelişen ülkeler arasında yer almakta olup göstermiş olduğu endüstrileşme faaliyetleri, enerji girdisinin yoğun bir şekilde kullanıldığı anlamına gelmektedir. Küresel rekabetteki gücünü arttırmak isteyen Türkiye, sanayiye dayalı ihracat programını benimsemiş olup, politikalarını bu doğrultuda belirleme sürecine girmiştir. Ağır sanayi üretiminin de önemli girdilerinin başında gelen enerji, bu nedenle önemini korumaktadır. Türkiye'nin enerji tüketimi ve GSYH sürecine bakıldığında birbirine paralel doğrusal orantılı bir artış olduğu gözlemlenmektedir.

Türkiye Ekonomisinde enerjide dışa bağımlılık kritik önemde olup, iç veya dış ekonomik-siyasal sorunlara yol açabilmektedir. Enerji açığı sorununun çözülmesi Türkiye'nin hedeflerine ulaşması açısından belirleyici önemdedir. Türkiye'nin ithalatta dışa bağımlılığını azaltarak, enerji tüketiminde kaynak çeşitliliğini arttırması açısından yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi ülkenin stratejik öncelikleri arasında yer almaktadır. Günümüzde dünyada yaşam kalitesi ve insani gereklilikler yanında küresel ekonomide büyümenin sürdürülebilirliği de yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeyi gerekli kılmaktadır.<sup>113</sup>

Yenilenebilir enerji kaynaklarının ülke ekonomisine olumlu katkıları vardır. Örneğin; istihdam yaratması, sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlaması, enerji

---

<sup>112</sup> Seydioğulları, H.S., (2013). Sürdürülebilir Kalkınma için Yenilenebilir Enerji, Planlama,23(1): 19-25.

<sup>113</sup> Varlık İ.G., Yılmaz A., Türkiye Ekonomisinde Yenilenebilir Enerji Projelerinin Gerçekleştirilmesinde Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Finans Politik & Ekonomik Yorumlar, Ocak 2017, Yıl: 54, Sayı:623, sy 51.

bakımından dışa bağımlılığı azaltması ve ülke ödemeler bilançosuna artı değer kazandırması gibi.

#### **2.3.4. GZFT Analizleri**

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye açısından GZFT analizi aşağıdaki gibidir.

##### **Güçlü yönleri;**

- *Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynak rezerv miktarlarının yüksek olması,*
- *Enerji üretimi sırasında doğaya zararlı gaz salınımı yapmaması,*
- *Kaynak üretim maliyetlerinin olmaması,*
- *Ekonomik açıdan dışa bağımlılığı azaltması*
- *YEK teknolojilerinin her geçen gün gelişmesi ve uygulanabilirliği,*

##### **Zayıf yönleri;**

- *Kurulum maliyetlerinin yüksek olması,*
- *Hızla artan nüfus*
- *Üretim açısından kalifiye eleman eksikliği,*
- *Kurulum aşamasında ölçümlerin sağlıklı olarak yapılamaması,*

##### **Fırsatları;**

- *Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasına pozitif etkisi*
- *AB uyum yasalarınca desteklenmesi*
- *Santral kurulum parçalarının yerli üretimde bulunması*
- *İstihdama olumlu etkisi*
- *Yeni piyasa oluşturma etkisi*
- *Coğrafi konumdan dolayı kaynakların verimliliği*
- *Çevre dostu temiz enerjiler olması*
- *Cari açık üzerinde olumlu etkisi*
- *Dışa bağımlılığı azaltması*

##### **Tehditleri;**

- *Santral yatırımı için dış kaynak ihtiyacı gerektirmesi*

- *Yabancı kaynak ihtiyacı gerektirmesi*
- *Türkiye’de uygulanan teşviklerin yetersiz kalması*
- *Potansiyel kullanıcıların yeterli bilgi sahibi olmaması*
- *Devlet teşviklerinin yetersizliği*
- *Küresel ısınmaya bağlı iklim değişiklikleri*

GZFT analizi değerlendirildiğinde Türkiye’nin yenilenebilir enerji bağlamında bulunduğu enerji kavşağındaki jeopolitik konumu itibariyle avantajlı durumda olmasına rağmen, halen fosil yakıt kullanımının yoğun bir şekilde olması, yenilenebilir enerji kaynaklarının dışa bağımlılığın azaltılması hususunda önemi açıkça artmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitlerine göre GZFT analizleri ise aşağıdaki tablo 14’de verilmektedir.

	Güçlü Yön	Zayıf Yön
Hidrolik Enerji	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Üretim maliyeti çok düşüktür.</li> <li>2. Ana kaynağı su olduğu için çevre kirliliğine sebebiyet vermez.</li> <li>3. Dışa bağımlılığı azaltır ve arz güvenliğinin sağlanmasına olumlu etki yaratır.</li> <li>4. Toprak erozyonu oluşumunu önler.</li> <li>5. Sel ve su taşkınlarını önler.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kurulum maliyeti yüksek ve uzundur.</li> <li>2. Oluşan baraj çevresinde kuralık, tuzlanma, çoraklaşma gibi çevresel zarar oluşabilir.</li> <li>3. Oluşacak barajlar yöre halkını zorunlu göçe itebilir.</li> </ol>
	Fırsatlar	Tehditler
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kurulan barajlar sayesinde yöre halkına turizm açısından fırsat sağlar.</li> <li>2. Özkaynağının su olması ve enerji üretiminde dışa bağımlılığı azaltması</li> <li>3. Baraj kurulan bölgelerde istihdam olanağı sağlaması</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Coğrafik yapıya bağlı toprak kayması olasılığının yüksek olması</li> <li>2. Çeşitli su bitkisi türlerinin tükenmesi veya büyük zararlar görmesi,</li> <li>3. Türkiye’de doğup başka ülke topraklarında denize akan akarsuların üzerine inşa edilen barajların, akarsu debisini azaltacağı için uluslararası politik sorunların baş göstermesi,</li> </ol>

Güneş Enerjisi	<b>Güçlü Yön</b>	<b>Zayıf Yön</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tükenmeyen enerji kaynağı olması</li> <li>2. Doğa için temiz bir ürün olması</li> <li>3. Hammadde olan güneşe ulaşım sorunu olmaması</li> <li>4. Santrallerin bakım maliyetleri düşük olması</li> <li>5. Güneşin enerjiye çevrilmesi kolay olması</li> <li>6. Enerji üretimi sırasında doğaya zararlı gaz salınımı yapmaması.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Yatırım maliyetleri yüksektir.</li> <li>2. Üretimin gece yapılamaması.</li> <li>3. Santrallerin yansıttığı ısı ile kuş ve hayvan ölümlerine neden olması.</li> </ol>
	<b>Fırsatlar</b>	<b>Tehditler</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Türkiye'nin güneş alan gün sayısının fazla olması.</li> <li>2. Santral kurulumu için İç Anadolu bölgesinde tarım yapılmayan arazilerin çokluğu</li> <li>3. Teknolojinin her geçen gün gelişmesi ile güneş ışınından daha fazla yararlanılacak olması.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. İklim değişikliklerinden dolayı güneş ışınının kaliteli gelmemesi.</li> <li>2. Tarım alanları için ayrılan arazilerin tahsis edilmesi ile tarımın sektöre uğraması.</li> <li>3. Kanunların getirdiği teşviklerin yeterli olmaması.</li> </ol>
Rüzgar Enerjisi	<b>Güçlü Yön</b>	<b>Zayıf Yön</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enerji hammaddesi için hiçbir ödeme yapılmaz.</li> <li>2. Çevre dostu enerji kaynağıdır.</li> <li>3. Santral yöresinde yaşayan insanlara satın alma veya kira bedelleri vb. önemli ekonomik katkılar sağlamaktadır.</li> <li>4. Kapladığı yer bakımından aynı arazi içinde tarım ve hayvancılık faaliyetleri bir arada yürütülebilir.</li> <li>5. Santral kurulum süresi ve üretime geçme süresi kısadır.</li> <li>6. Enerji üretimi sırasında doğaya zararlı gaz salınımı yapmaz.</li> <li>7. Rüzgâr türbinleri için havanın aydınlık veya karanlık olması önemli değildir.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hammadde olan rüzgâr hızının değişken olması.</li> <li>2. Santral kurulumu için önceden fizibilite çalışması yapılması gereklidir.</li> <li>3. Santrallerin kurulduğu yerlerde kuş ölümlerine sebebiyet verirler.</li> </ol>
	<b>Fırsatlar</b>	<b>Tehditler</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ege ve Marmara kıyılarının santral kurulumu için yeterli kapasiteye sahip olması.</li> <li>2. Rüzgâr enerjisi sektöründe, kurulacak santraller ile birlikte istihdamı arttırması.</li> <li>3. Santrali oluşturan parçaların Türkiye'de de üretiliyor olması.</li> <li>4. Teknolojik gelişmelerden olumlu yönde etkilenmektedir.</li> <li>5. Türkiye'nin oluşturduğu AB uyum yasalarıyla desteklenmektedir.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Santral yatırımı için dış kaynak ihtiyacı gerektirebilmesi</li> <li>2. Türkiye'de uygulanan teşviklerin yetersiz kalması</li> </ol>

Jeotermal Enerji	<b>Güçlü Yön</b>	<b>Zayıf Yön</b>
	1. Tükenebilir kaynaklara kıyasla uzun ömürlü olması. 2. Arama ve üretim santrali aynı santral olması. 3. Üretimi sırasında doğaya zararlı gaz salınımı yapmaması ve temiz bir enerji türü olması. 4. İklim değişiklerinden etkilenmezler.	1. Üretim esnasında havaya salınan sülfür nedeniyle insan sağlığına olumsuz etkisi. 2. Üretim esnasında asit yağmurlarına sebep olabilir. 3. Santral kurulumunun pahalı olması.
	<b>Fırsatlar</b>	<b>Tehditler</b>
	1. Türkiye'nin yüksek rezerve sahip olması 2. Termal turizme ve o yöre halkına ekonomik katkısı 3. Mineraller içeren içme suyu (Maden suyu vs.) üretiminde kullanılması 4. Türkiye'nin oluşturduğu AB uyum yasalarıyla desteklenmesi.	1. Kanunların getirdiği teşviklerin yeterli olmaması. 2. Yatırım maliyetleri nedeniyle yabancı kaynak ihtiyacı gerektirebilmesi.
Biyokütle Enerjisi	<b>Güçlü Yön</b>	<b>Zayıf Yön</b>
	1. Fosil enerji bağımlılığının azalmasına katkı sağlar. 2. Üretim tesislerinin kurulduğu yerde göçün azalmasına neden olur. 3. BE üretimi ile çevre kirliliğine yol açan hayvansal ve bitkisel atıklar değerlendirilir. 4. Doğa dostu enerjidir. 5. Kolay depolanabilir ve geri dönüşüme uygun.. 6. Orman alanlarını artırır.	1. Düşük enerji içeriğine sahip olması 2. Taşınması ve depolanması yüksek maliyet gerektirir.
	<b>Fırsatlar</b>	<b>Tehditler</b>
	1. Kırsalda ekonomik anlamda kullanılması 2. Kırsal işgücü sağlanmasıyla adem-i merkezietçi yapı sergilemesi ve eğitim düzeyinin yükseltilmesi. 3. Türkiye'deki kırsal alanların geleneksel enerji ihtiyacını sağlaması 4. Yeni teknolojiler ile farklı enerji biçimlerine dönüşebilir olması	1. Diğer endüstri kollarının da hammaddesi olması 2. Enerji hammaddesi ile tarım ürünleri ile oluşan rekabet
Hidrojen Enerjisi	<b>Güçlü Yön</b>	<b>Zayıf Yön</b>
	1. Hidrojen doğadaki en basit ve en çok bulunan elementtir. 2. Hava ve uzay ulaşımında kullanılır. 3. Üretim esnasında doğaya olumsuz bir etki yaratmaz. 4. Enerji üretimi sırasında doğaya zararlı gaz salınımı yapmaz.	1. Laboratuvar ortamında üretildiği için üretim maliyeti pahalı ve zahmetlidir. 2. Depolama maliyeti yüksek ve zahmetlidir. 3. Yanıcı, sentetik bir gazdır.
	<b>Fırsatlar</b>	<b>Tehditler</b>
	1. Teşvik programlarının desteklenmesi 2. Karadeniz'in tabanında kimyasal biçimde depolanmış hidrojen bulunması. 3. İstihdam yaratması	1. Potansiyel kullanıcıların yeterli bilgi sahibi olmaması 2. AB uyum yasalarıyla desteklenmemesi 3. Oluşturulan enerjinin patlayıcı silah olarak kullanılması

Tablo 14 - Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının GZFT Analizi<sup>114</sup>

<sup>114</sup> Karalı Ş., Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye ve Dünya Ekonomisine Katkısı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2017, sy 54-59.

## 3.BÖLÜM

### 3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ÇEVREYE ETKİSİ

#### 3.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynaklarının Çevreye Etkileri

Hayatımızın neredeyse her alanında ihtiyacımızı karşılayan fosil yakıtlar yararlı oldukları kadar zararlı da olabilmektedirler. Gelişen dünya ile birlikte artan enerji ihtiyacı büyük miktarlarda fosil kaynak tüketimine ve ciddi ölçülerde de çevre tahribatına sebep olmaktadır. 1800'li yılların sonlarında dünyada yaşanan hızlı sanayileşme ve yeni formlarıyla şehir yaşamında gelişmeye başlayan enerji kültürü, çevre ile olan sorunlarında başlangıcını oluşturmuştur.<sup>115</sup> Ekolojik dengenin bozulmasına sebep olan fosil yakıtlar temel olarak yanma reaksiyonu sonucu oluşan zararlı yan ürünleri çevreye verirler. Bu da canlıların yaşaması için gerekli olan havanın, suyun ve toprağın kirlenmesine yol açar.<sup>116</sup>

##### 3.1.1. Hava Kirliliği

Fosil kaynaklı yakıtların kullanımı sonucu salınan karbondioksit yeşil bitkiler tarafından tutulur ancak bu miktar çok fazla olduğu zaman atmosfere yerleşir, yeryüzüne gelen güneş ışınlarının geri yansımaya engel olarak dünyanın ısınmasına sebep olur. Bu olaya sera etkisi adı verilir. Bu durum uzun vadede iklimlerin değişmesine ve küresel ısınmaya yol açar.

Türkiye Sera gazı emisyon envanteri sonuçlarına göre, 2016 yılında toplam sera gazı emisyonu CO<sub>2</sub> eşdeğeri olarak 496,1 milyon ton (Mt) olarak hesaplandı. 2016

---

<sup>115</sup> Earl Finbar Murphy, Energy and Environmental Balance, Pergamon Press, USA, 1980, s.10

<sup>116</sup> Ağaçoğlu G., Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan Swot Analizler, Yüksek Lisans Tezi, 2010, sy 24.



yılı emisyonlarında CO<sub>2</sub> eşdeğeri olarak en büyük payı %72,8 ile enerji kaynaklı emisyonlar alırken, bunu sırasıyla %12,6 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, %11,4 ile tarımsal faaliyetler ve %3,3 ile atık takip etti. CO<sub>2</sub> eşdeğeri olarak 2016 yılı toplam sera gazı emisyonu 1990 yılına göre %135,4 artış gösterdi. 1990 yılında kişi başı CO<sub>2</sub> eşdeğer emisyonu 3,88 ton/kişi olarak hesaplanırken, bu değer 2016 yılında 6,3 ton/kişi olarak hesaplandı. Sera gazı emisyonları ayrı ayrı incelendiğinde; toplam CO<sub>2</sub> emisyonlarında en yüksek payın %86,1 ile enerji sektörünün olduğu görülmektedir. Kalan kısmı ise %13,6'lık pay ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı ve %0,3'lük pay ile tarım oluşturmaktadır. Enerjiden kaynaklanan CO<sub>2</sub> emisyonları 2014 yılı ile kıyaslandığında %0,9 oranında artış gösterirken, 1990 yılı ile kıyaslandığında %162,3 oranında artış göstermektedir.<sup>117</sup> Ülkemizdekine benzer şekilde, Dünyadaki sera gazı emisyonlarının sektörel dağılımına bakıldığında, emisyonların yaklaşık %70'inin enerji elde edilmesi amacıyla kullanılan fosil yakıtlardan kaynaklandığı görülmektedir.<sup>118</sup> Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, sera gazı emisyonlarının azalmasına ve dolayısıyla iklim değişikliği ile mücadelede önemli katkı sağlayacaktır.<sup>119</sup>

Termik santrallerde kullanılan tüm fosil yakıtlar arasında kömür, karbon içeriği en yüksek yakıttır; dolayısıyla üretilen her kilovat saat (kWh) elektrik başına en çok CO<sub>2</sub> salınımına yol açar.<sup>120</sup> Aynı zamanda alt ısıl değerleri düşük olduğundan diğer

---

<sup>117</sup> TÜİK, Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, Haber Bülteni, 13.04.2018, Sayı:27675, "<http://www.tuik.gov.tr/PdfGetir.do?id=27675>", Erişim Tarihi:04.05.2018

<sup>118</sup> Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Türkiye Çevre Durum Raporu, 2016, Ankara, sy 60-61, "<http://ced.csb.gov.tr/turkiye-cevre-durum-raporu-i-82673>", Erişim Tarihi:03.05.2018.

<sup>119</sup> Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Türkiye Çevre Durum Raporu, 2016, Ankara, sy 60-61, "<http://ced.csb.gov.tr/turkiye-cevre-durum-raporu-i-82673>", Erişim Tarihi:04.05.2018.

<sup>120</sup> Gaffney JS ve Marley NA (2009). The Impacts of Combustion Emissions on Air Quality and Climate – From Coal to Biofuels and Beyond, Atmospheric Environment, sy 26, "<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.09.016>", Erişim Tarihi:04.05.2018

fosil yakıtlara kıyasla aynı birim enerjiyi üretebilmek için daha fazla miktardaki kömürün tüketilmesi gerekmektedir.

Yapılan bir örneklem çalışmada Denizli İli Merkez İlçesi Karaman Mahallesinde konut ve iş yeri olarak inşa edilen bir binanın yıllık yakıt tüketim miktarları ve yıllık CO<sub>2</sub> salınımları çıkarılmış olup sonuçlara göre 60.444 m<sup>3</sup> doğalgaz, 120 ton kömür, 51 ton motorin veya 54 ton fuel oil tüketilmesi gerekmektedir. En yüksek CO<sub>2</sub> salınım değeri kömür yakılması durumunda 281 ton eşdeğerinde CO<sub>2</sub>, en düşük CO<sub>2</sub> salınım değeri ise doğalgazda 136 ton eşdeğerinde CO<sub>2</sub> olarak hesaplanmıştır. Yakıt olarak doğalgaz kullanılması durumunda CO<sub>2</sub> emisyonundaki azalma; motorine göre % 26.7 fuel oile göre % 36.4 ve kömüre göre ise % 51.6' dır.<sup>121</sup>

Radyoaktif atıklar söz konusu olduğunda ilk akla gelen enerji kaynağı nükleer enerji olmaktadır. Ancak birçok durumda diğer fosil kaynaklı enerji santralleri de nükleer santraller kadar, hatta kat kat fazla radyoaktif atık üretebilmektedirler. Avrupa Birliği'nde 1000 MW gücündeki modern bir nükleer reaktörün bir yıllık atık üretimi 30 ton civarındadır. Aynı güçteki bir kömür santrali ise yılda 600 bin ton kül açığa çıkarmaktadır. Kömür santrallerinin ürettikleri bu küllerin yaydığı toksik ve radyoaktif madde oranı, nükleer santral atıklarından 100 kata kadar fazla olabilmektedir. Ancak nükleer santrallerde meydana gelen bir kaza felakate, yıllar boyu süren kalıtsal hastalıklara neden olabilmektedir.<sup>122</sup>

Termik santrallerin oluşturduğu hava kirliliği ormanların yanında çok geniş alanlarda tarım alanlarını da çeşitli şekillerde etkilemektedir. Santral bacalarından

---

<sup>121</sup> Yazıcı H., Akçay M., Özer S., Denizli'de Bir Binanın Farklı Yakıt Türlerine Göre Yakıt Maliyeti Ve Co<sub>2</sub> Emisyon Miktarının Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Teknolojik Bilimler Dergisi, Cilt 4 No 2, Aralık 2012, 59-69.

<sup>122</sup> Adıyaman Ç., Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları, Yüksek Lisans Tezi, Niğde, 2012.

çıkan SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ve partikül maddelerin etkisi sonucu büyük alanlarda birçok tarla bitkisi, meyve ağacı ve zeytinlerde meyve verimi önemli ölçülerde düşebilmektedir.<sup>123</sup>

Kirletici gazlar (Karbondioksit, Karbonmonoksit, Azot, Kükürtdioksit vb.) fosil yakıtların yanması ile atmosfere karışmakta olup havada bulunan nem ile birleşerek asit yağmuru olarak geri dönmektedir. Asit yağmurları, bitki ve ağaç yapraklarını yakmakta, topraktaki minerallerin erimesine yol açmaktadır. Bitkiler ise eriyen bu minerallerden kendilerine zararlı olanlarını süzüp, eleme yapamazlar. Asit yağmurları sadece bitkileri öldürmekle kalmaz, aynı zamanda çiftlik ürünlerini de hem nicelik hem de nitelik açısından etkiler. Sebze ve meyveler daha küçük, çoğu zaman biçimsiz ve daha az besleyici olurlar. Asit, bitkilerin hastalıklara karşı da direncini azaltır ve bunun sonucu üretimin azalması, azalan ürünlerin de pahalıya satılması ile ekonomik dengelerin bozulmasına neden olur. Asit yağmurlarının zararı, ormanlarla sınırlı olmayıp, canlı varlıkların yanı sıra, demir yolları, binalar, köprüler ve tarihsel kalıntılar üzerinde de tahribatlara neden olmaktadır.<sup>124</sup>

Doğal kaynaklar dünya çapında eşit olarak dağılmasına rağmen insan aktiviteleri sonucu oluşan kirletici kaynaklar, nüfusun yoğun olduğu bölgelerde yoğunlaşmıştır. Atmosfere karışan NO gazının yaklaşık %80'i doğal kaynaklardan %20'si de yapay kaynaklardan gelmektedir.<sup>125</sup> Kentsel alanlardaki NO<sub>2</sub>'nin ana kaynağı, motorlu taşıtlardır. Bu nedenle şehir merkezlerinde ve ana yollara yakın yerlerde en yüksek derişimlerde bulunmaktadır. Öte yandan elektrik üretimi, fabrikaların ısıtılması ve endüstriyel süreçlerle de NO<sub>2</sub> oluşabilmektedir. Başta nitrik

---

<sup>123</sup> Goncaloğlu B.İ. Ertürk F., Erdal A., "Termik Santrallerle Nükleer Santrallerin Çevresel Etki Değerlendirmesi Açısından Karşılaştırılması", Ekoloji Çevre Dergisi, Sayı: 34, Ocak-Şubat-Mart, 2000.

<sup>124</sup> Halil Kumbur vd. "Türkiye'de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması", III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Mersin, Ekim 2005: 32-38.

<sup>125</sup> Peavy, H. S. (1985). Environmental Engineering. New York: McGraw-Hill.

asit, sülfürik asit ve naylon üretimi ve termik santraller olmak üzere, birçok sanayi tesisinden ortama salınmaktadır. Ayrıca benzin ve yağ sanayisinin de yan ürünlerini oluşturmaktadır. Evsel ısınmada kullanılan doğalgazdan da yüksek oranlarda oluşmaktadır.<sup>126</sup>

### 3.1.2. Su Kirliliği

Termik santrallerde buhar üretme, soğutma ve temizleme işlemleri için yüksek miktarlarda su kullanılmaktadır. Termik santrallerdeki soğutma suları kullanılmadan önce çeşitli kimyasal işlemlerden geçirilmekte ve santralin makinelerine zarar vermemesi amaçlanmaktadır. Fakat bu işlem atık suların demir 2 sülfat (FeSO<sub>4</sub>) bakımından zenginleşmesine neden olmaktadır. Bu suların tekrar alındıkları kaynağa geri verilmelerinin, bu kaynaktaki kirliliğin artmasına neden olduğu belirtilmektedir.<sup>127</sup>

Bu etkilerden bir diğeri, atık suyun sıcaklığı ile ilgilidir. Termik santrallerde yakma işlemi sonucunda yüksek miktarda yüksek basınca ve sıcaklığa sahip buhar üretilmekte ve elektrik üretiminde bu buhar kullanılmaktadır. Buharın tribünleri çevriminden sonraki sıcaklığı da yine oldukça yüksektir. Termik santrallerde atık olarak çıkan ısının yaklaşık %15'i baca gazı içinde, %85'i ise su ile dış ortama deşarj edilmektedir. Yapılan iyileştirmelerde, alıcı ortam koşulları dikkate alınarak atık suların yeniden kullanılmasına çalışılmaktadır.<sup>128</sup> Üretim sonrasında artan buhar ve yüksek sıcaklıktaki su, termik santralin ısıtma gereken diğer bölümlerinin (fuel-oil tankı, yağ tankı, yağ istasyonu veya atölye vb.) ısıtılmasında kullanılmakta ve bu

---

<sup>126</sup> Boubel, R. W., Fox, D. L., Turner, D. B. ve Stern, A. C. (1994). Fundamentals of Air Pollution (Vol. Third Edition). California: Academic Press.

<sup>127</sup> Keskin M., Mert A., Türkiye'de Enerji ve Çevre Konusunda Yapılan En Büyük Hataların Bir Laboratuvarı: Yatağan-Yeniköy-Gökova Termik Santralleri, Mühendis ve Makine Dergisi, Sayı 509, Haziran 2002.

<sup>128</sup> Devlet Planlama Teşkilatı, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Devlet Planlama Teşkilatı Yayını, Ankara.

sayede önemli miktarlarda enerji verimliliği sağlanmaktadır ancak çoğunlukla termik santralden çıkan atık suyun sıcaklığı ortamın sıcaklığının üzerindedir. Sıcak suyun su kaynaklarına verilmesi sonucunda kaynağının da sıcaklığı artmakta, suyun yoğunluğu, viskozitesi, yüzey gerilimi ve oksijen çözebilme kapasitesi düşmektedir. Bütün bunlar su kaynaklarında yer alan canlıları olumsuz yönde etkilemektedir.<sup>129</sup>

Termik santrallerin doğal çevre üzerindeki olumsuz etkilerinden bir diğeri de yakma sonucunda veya baca gazı desülfürizasyon tesislerinden çıkan küllerin su kaynakları üzerinde yarattığı kirlenmedir. Termik santrallerde baca gazı içinde bir miktar kül atmosfere karışmaktadır. Özellikle deniz kıyısında veya denize yakın yerlerde kurulmuş olan santrallerin bacalarından çıkan bu küller hâkim rüzgâr yönüne de bağlı olarak deniz üzerinde birikmektedir.<sup>130</sup> Sadece baca gazı içindeki partikül maddeler değil, aynı zamanda deşarj edilen atık su içinde de kül bulunmaktadır. Söz konusu kül birikintileri deniz üzerinde bir tabaka halinde kalmakta ve kirliliğe neden olmaktadır.<sup>131</sup>

### **3.1.3. Canlılar Üzerindeki Etkileri**

Termik santrallerin üretimleri sırasında saldıkları küller nedeniyle çam gibi iğne yapraklı ağaçların iğne yapraklarında kükürt birikimi oluşmakta ve ağaçların yıllık büyüme halkalarında da daralmalar ortaya çıkmaktadır. Sonuçta zararlı gaz etkisi hem bitki örtüsünün gelişimini yavaşlatarak kesintiye uğratmakta, hem de odun üretiminde verim ve hâsılat kaybına yol açmaktadır.<sup>132</sup> Liken ve karayosunlarında ise

---

<sup>129</sup> Meriçboyu A.E., Beker Ü.G., Küçükbayrak S. (1998), Kömür ve Çevre İlişkileri, Kömür-Özellikleri Teknolojisi ve Çevre İlişkileri, 571-583, Özgün Ofset Matbaacılık A.Ş.

<sup>130</sup> Avcı M., Çatalağzı Termik Santralinin Yarattığı Hava Kirliliğinin Bitkiler Üzerine Etkileri, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliği, Proje No: 1780/21122001, İstanbul.

<sup>131</sup> Avcı S., Türkiye’de Termik Santraller ve Çevresel Etkileri, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, Sayı 13, sy 17, İstanbul, 2005.

<sup>132</sup> Kantarcı M.D. 2003, “The effect of three thermo electric power plants on Yerkesik-Denizova Forests in Muğla province (Turkey)”, Water, Air, and Soil Pollution: Focus 3: 806-818.

zehirlenme verilerinin anlamlı olarak değişme gösterdiği ve zehirlenmenin göstergesi olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.<sup>133</sup>

Atmosfere bırakılan veya termik santrallerden çıkan atıkların çevre üzerinde etkileri olduğu gibi, aynı zamanda insanların üzerinde de önemli etkileri vardır.

Hava kirliliği kaynaklı halk sağlığı bozulmaları da yaşanmaktadır. Aşağıdaki tablo 15’de hava kirletici parametreleri ve sağlığa etkileri verilmektedir.

KİRLETİCİ	ANA KAYNAĞI	SAĞLIK ETKİSİ
<i>Kükürtdioksit</i> <i>SO<sub>2</sub></i>	Fosil yakıt yanması	Solunum yolu hastalıkları
<i>Azot dioksitler</i> <i>NO<sub>2</sub></i>	Taşıt emisyonları, Yüksek sıcaklıkta yakma prosesleri	Göz ve solunum yolu hastalıkları, asit yağmurları
<i>Partikül Madde</i> <i>PM10</i>	Sanayi, yakıt yanması, tarım ve ikincil kimyasal reaksiyonlar	Kanser, kalp problemleri, solunum yolu hastalıkları, bebek ölüm oranlarında artış
<i>Karbonmonoksit</i> <i>CO</i>	Eksik yanma ürünü, taşıt emisyonları	Kandaki hemoglobin ile birleşerek oksijen taşıma kapasitesinde azalma, ölüm
<i>Ozon</i> <i>O<sub>3</sub></i>	Trafikten kaynaklanan azotoksitler ve uçucu organik bileşiklerin(VOC) güneş ışığıyla değişimi	Solunum sistemi problemleri, göz ve burunda iritasyon, astım, vücut direncinde azalma

Tablo 15 - Kirletici Parametreler Ve Sağlık Etkileri<sup>134</sup>

SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve SO<sub>4</sub> tuzları solunum sistemini ve mukozayı tahriş etmekte olup bronşit ve astım gibi kronik hastalıkların oluşumuna yol açmaktadır. SO<sub>2</sub>, PM ile birleştiğinde, solunum sisteminde daha uzun süreler kaldığı için çok daha tehlikeli hale

<sup>133</sup> Uğur, A., Özden, B., Saç, M. M., Yener, G., Altınbaş, Ü., Kurucu, Y. Ve Bolca, M. 2004, “Lichens and Mosses for Correlation Between Trace Elements and 210Po in the Areas Near Coal-Fired Power Plant at Yatağan, Turkey”, Journal of Radioanalytical and Nuclear - Chemistry 259 (1): 87-92.

<sup>134</sup> Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme, "http://www.havaizleme.gov.tr/hava.html", Erişim Tarihi:04.05.2018

gelmektedir. 20 milyonda bir ihtimal ile bu etkiler akut hale gelmektedir. Hatta 400-500 milyonda bir derişimlerde, kısa sürede öldürücü olabilmektedir.<sup>135</sup>

Ulusal bazda yapılan tahminlerde Türkiye’de yalnızca 2010’da kömürle çalışan termik elektrik santrallerin neden olduğu kirlilik sebebiyle hava kirliliğine maruz kalan insanların ömürlerinin yaklaşık 79 bin saat (ortalama 10 yıl) kısaldığı hesaplanmaktadır.<sup>136</sup>

### **3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevreye Etkileri**

Doğada kaynağı ne olursa olsun üretilen enerjinin çevreye çeşitli etkileri bulunduğu varsayımından hareketle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılan üretimlerde olumlu veya olumsuz çevresel etkileri bulunmaktadır.

#### **3.2.1. Güneş Enerjisi**

Güneş enerjisinin kullanımı, gündelik yaşam yapısından ve konutlardan başlayıp; haberleşmeye, tarıma, endüstri kesimine, elektrik santrallerine, askeri hizmetlere ve uzaya kadar uzanmaktadır. Güneş enerjisinin günümüzde önem kazanan uygulamaları; oldukça yaygınlaşan güneşli su ısıtıcılarının dışında, güneşle ısınan binaların yapımı, güneş enerjisinin elektriğe çevrilmesi, güneş enerjili su pompalarının tarımsal sulamada kullanılması, geleceğin yakıtı olan hidrojenin sudan üretiminde güneş enerjisinden yararlanılması biçiminde sıralanabilir.<sup>137</sup> Ayrıca güneş enerjisinin kullanıldığı alanlara hesap makineleri, radyo, TV ve uydu alıcıları, radar ve

---

<sup>135</sup> Müezzinoğlu, A. (2002), “Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları”, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir.

<sup>136</sup> Uzel Ç., Çevresel Sorunları Önleme Kapsamında Kullanılan Vergi Politikası Ve Türkiye’deki Güncel Durumun Analizi, Uzmanlık Tezi, sy 59, Ankara, 2017.

<sup>137</sup> Gençoğlu M.T. ve Cebeci M. (2000), Türkiye’nin Enerji Kaynakları Arasında Güneş Enerji-sinin Yeri ve Önemi, Türkiye 8.Enerji Kongresi, 8-12 Mayıs 2000. Ankara, s.63-73.

meteoroloji istasyonları, havaalanları ve helikopter pist ışıklandırmaları, denizcilik uygulamaları, mobil telefonlar, karavanlar, sokak ve bahçe aydınlatmaları ilave edilebilir.<sup>138</sup>

Güneş enerji teknolojileri geleneksel enerji kaynakları ile kıyaslandıklarında çevresel avantajlara sahiptir. Bu avantajlar; hava emisyonlarının yokluğu, işletme sırasında atık ürün yokluğu, düşük sera gazları emisyonları, zehirli gaz emisyonlarının olmaması, bozulmuş toprak iyileştirilmesi, elektrik şebekesi iletim hatlarının azalması, su kaynaklarının kalitesinin artırılmasıdır.<sup>139</sup> Dezavantajlarına bakıldığında ise; santral kurulumu yapılan bölgedeki yaban hayatı etkilemesi ve verimin arttırılması amacıyla yapılan bitki örtüsü temizliği nedeniyle arazi kullanımını etkilemesidir.

Verimli toprakların elektrik üretimi amacıyla ayrılması sorun yaratacağından santraller için genellikle çöller tercih edilir. Aynı zamanda çöller diğer coğrafi bölgelere oranla daha fazla güneş enerjisi tutulabilmesi açısından uygundur. Hidroelektrik santrallerle karşılaştırıldığında güneş santralleri kapladıkları alan bakımından daha düşük değerlere sahiptirler. Barajlı hidrolik santraller MW başına 1 km<sup>2</sup> alan işgal ederken güneş santralleri ise sadece 0,025 km<sup>2</sup> alan işgal ederler. Bu bakımdan değerlendirildiğinde dünyanın toplam kurulu kapasitesi olan 3,2 TW için 80.000 km<sup>2</sup> bölge (Türkiye'nin yüz ölçümünün onda biri) yeterli olmaktadır. Ayrıca çöllere santral kurulmasının doğal yapıya herhangi bir zararı bulunmamaktadır.<sup>140</sup>

---

<sup>138</sup> Gençoğlu M.T. (2005), Güneş Enerjisi İle Çalışan Su Pompalama Sistemleri, 3e Electrotech, Ağustos 2005/8, s.94-97.

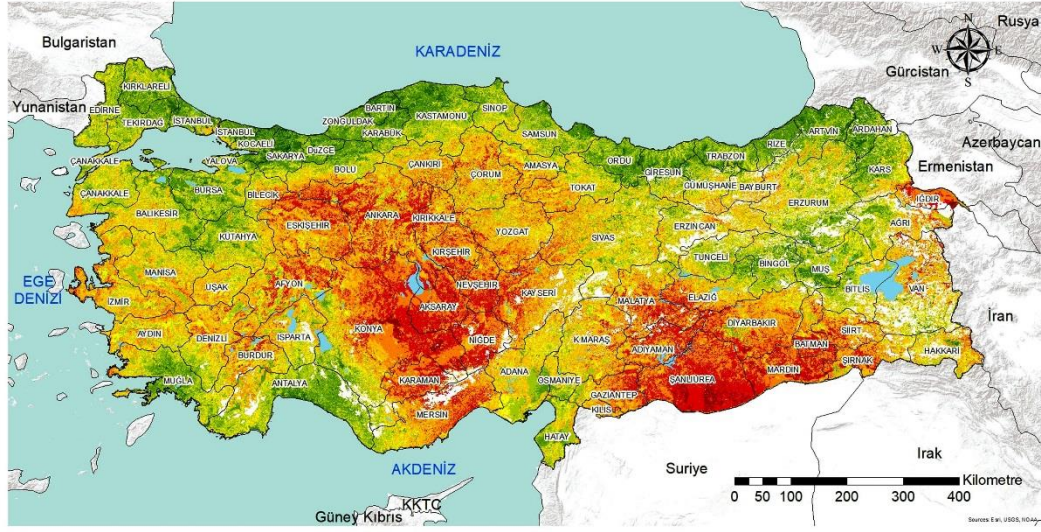
<sup>139</sup> Varınca K.B., Varank G., "Güneş Kaynaklı Farklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Kıyaslanması ve Çözüm Önerileri" Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul., s.6.

<sup>140</sup> Gedik Ö.T., Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, sy 56, Haziran 2015.





## TÜRKİYE ÇÖLLEŞME RİSK HARİTASI



Risk Sınıfı	Sınıf	Sınıf Aralığı	Tanımı	%
ZAYIF	1	1.00 – 1.27	Düşük	0.1
	2	1.28 – 1.34	Orta	2.0
	3	1.35 – 1.40	Yüksek	10.6
TOPLAM				12.7

Risk Sınıfı	Sınıf	Sınıf Aralığı	Tanımı	%
ORTA	4	1.41 – 1.45	Düşük	17.4
	5	1.46 – 1.48	Orta	12.7
	6	1.49 – 1.54	Yüksek	23.1
TOPLAM				53.2

Risk Sınıfı	Sınıf	Sınıf Aralığı	Tanımı	%
YÜKSEK	7	1.55 – 1.60	Düşük	16.5
	8	1.61 – 1.67	Orta	8.1
	9	1.68 – 2.00	Yüksek	0.9
TOPLAM				25.5

□ Diğer Alanlar %8.6

Şekil 20 – Türkiye Çölleşme Risk Haritası<sup>141</sup>

Görüldüğü üzere çölleşme riski altındaki yüksek risk sınıfındaki alanların toplamı %25 olup, orta ve yüksek kategori toplamının %9 olduğu görülmektedir. Bu alanlardaki rehabilitasyon, kontrol faaliyeti geliştirme çalışmaları ve eylem planları neticesinde istenen verimin alınmadığı veya çölleşmeden kurtulamayan alanları Güneş Enerjisi Santralleri vasıtasıyla kullanmak gerekmektedir.

Yüksek kapasiteli enerji üretimi için büyük alanlara ihtiyaç duyan güneş enerji santralleri, yer seçtikleri arazilerde önemli tahribata neden olmaktadır. Kurulum yapılan santral alanlarının zemininde mevcut bitki örtüsüne yönelik büyük çaplı

<sup>141</sup> Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Türkiye Çölleşme Risk Haritası, “[http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/collesmePageGrup/collesme\\_projeler/hids\\_proje.aspx?sfla ng=tr](http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/collesmePageGrup/collesme_projeler/hids_proje.aspx?sfla ng=tr)”, Erişim Tarihi: 07.05.2018

temizlik işlemleri yapılmaktadır.<sup>142</sup> Bitki örtüsü temizleme işlemi; gölge oluşmaması ve faaliyet alanındaki yüksek sıcaklık yayılımından dolayı olası bir yangının engellenmesi için faaliyet süresince periyodik olarak tekrarlanmaktadır. Temizleme işlemi fiziki olarak bitki örtüsünün sökülüp taşınması şeklinde olmakla birlikte bitkileri yok eden herbisit (bitki öldürücü) türevi maddeler kullanılarak da yapılmaktadır.<sup>143</sup> Bu temizlik işlemlerinin farklı arazi kullanım biçimlerine olumsuz etkileri bulunmaktadır. Güneş enerji santrallerinin bulunduğu arazilerde periyodik olarak yapılan fiziki temizlik işlemi, arazi kullanım biçimini doğrudan etkilerken, kimyasal temizlik ise toprağın ve suyun kirlenmesine neden olmaktadır.<sup>144</sup>

Güneş enerji santrallerinin yaban hayat üzerindeki etkisini anlamak için temel gösterge ise yaban nüfusundaki azalmadır<sup>145</sup> Güneş enerji santrallerinin kuşlar, yarasalar ve böcekler üzerinde de olumsuz etkileri kanıtlanmış durumdadır. Büyük alanlar kaplayan bu faaliyetler, çevrelerinde yoğun bir ışık yansıması yaratmakta ve bu durum termal dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Güneş enerji santrallerinin yakınında yapılan ölçümlerde yoğun yansıma ve termal dengenin değişiminden olumsuz etkilenen kuşların ve böceklerin öldüğü tespit edilmiştir. Diğer taraftan yoğun ışık yansımasına neden olan güneş enerji santrallerinin kuşların göç hareketlerini de olumsuz etkilediği bilinmektedir.<sup>146</sup>

---

<sup>142</sup> Reset, Potential Environmental Impacts and Obstacles of Solar Energy, “<http://en.reset.org/blog/potential-environmental-impacts-and-obstacles-solar-energy>”, Erişim Tarihi: 07.05.2018.

<sup>143</sup> Turney D., Fthenakis V., (2011), “Environmental Impacts From The Installation And Operation Of Large-Scale Solar Power Plants”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, sy 3263.

<sup>144</sup> Saner H.S., Türkiye'de Güneş Enerjisi Santrallerinin Yer Seçimi Ve Çevresel Etkileri: Karapınar ve Karaman Enerji İhtisas Endüstri Bölgeleri Örneklerinin Değerlendirilmesi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara 2015, sy 66.

<sup>145</sup> Turney D., Fthenakis V., (2011), a.g.m., sy 3265.

<sup>146</sup> Wagner, W.D, Mckernan, R.L., Flanagan, P.A., Mckernan, R.L., Schrelber, R.W., (1984), “Wildlife Interactions At Solar One Facility”, Report For Research And Development Southern California Edison Company, s.1-31.

Ayrıca fotovoltaik enerji santrallerinde bulunan güneş pillerinde yaygın olarak silikon hammaddesi kullanılmaktadır. Üretim esnasında silikonun saflaştırılması için silan gibi zararlı maddelerin kullanımı gerekebilmekte ve ayrıca diğer toksin kimyasallar olan diboran ve fosfin silikonun cilalanması için kullanılmaktadır. Tüm bu maddeler mikroelektrik endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır ve bu kullanıma ilişkin kontrol ve izleme mekanizmaları gelişmiş ülkelerde kurulmuş durumdadır. Kontrol ve izleme mekanizmalarının sağlanmış olmasından dolayı bu zararlı madde ve gazların üretimi tehlike oluşturmamakta ancak herhangi bir kaza veya sızıntı durumunda toprak ve su kaynaklarının kirlenmesini de içeren büyük çevresel bozulmalar yaratmaktadır.<sup>147</sup>

### **3.2.2. Rüzgâr Enerjisi**

Rüzgâr türbinleri, küresel ısınmaya ve asit yağmurlarına yol açmayan, CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> emisyonları çıkarmayan, insan sağlığına ve bitki örtüsüne olumsuz etkileri olmayan temiz bir enerji üretim kaynağıdır. Rüzgâr türbininden 1 kWh'lik elektrik enerjisi üretimiyle salınımı en fazla önlenen emisyonlar sırasıyla; kükürtdioksit (7.1 gr), azotoksit (2.8 gr), karbonmonoksit (0.9 gr), karbondioksit (0.7 gr) ve partikül madde (0.18 gr) şeklindedir. Dünya genelinde 2025 yılına kadar elektrik enerjisi ihtiyacının sadece %10'unun rüzgâr enerjisinden sağlanması durumunda atmosfere salınan CO<sub>2</sub> emisyonunun yılda 1.41 Gton azalacağı öngörülmektedir.<sup>148</sup>

---

<sup>147</sup> Saner H.S., Türkiye'de Güneş Enerjisi Santrallerinin Yer Seçimi Ve Çevresel Etkileri: Karapınar ve Karaman Enerji İhtisas Endüstri Bölgeleri Örneklerinin Değerlendirilmesi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara 2015, sy 91.

<sup>148</sup> Koç E. ve Şenel M.C., Rüzgâr Türbinlerinde Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi, Rüzgar Enerjisi Dergisi, Aralık 2016, sy 13.

Rüzgâr türbinlerinde iki çeşit gürültü oluşmaktadır. Bunlar mekanik gürültü (dişli kutusu, jeneratör ve yedek motorların yarattığı gürültü) ve aerodinamik gürültülerdir (Pervanenin dönmesinden kaynaklı yaratılan gürültü). Türbinlerin çıkardığı gürültü, şehirlere yakın bölgelerde oluşturdukları ses kirliliği sebebiyle insanlar, hayvanlar ve doğal yaşam etkilemektedir<sup>149</sup> ancak bu gürültünün mesafeye göre değişiklik gösterdiği düşünüldüğünde rüzgâr türbinlerinde oluşan gürültünün insanları rahatsız edecek bir düzeyde olmadığı görülmektedir.<sup>150</sup> Bahsedilen gürültü, orta ses basınç seviyesindedir (50 dBA'dan küçük, türbin ile alıcı arasındaki mesafe 200-300 metre).

Tipik olarak modern rüzgâr türbini ses gürültü seviyesi 100-106 dBA arasındadır (Tipik rüzgâr hızı 8 m/sn'dir). Türbin sayıları ve etkileri değerlendirilirken desibel ölçütü dikkatli yapılmalıdır. 1 MW'dan yüksek kapasiteli rüzgâr türbini 104 dBA ses gücü seviyesine sahiptir. Aynı ses gücü seviyesine sahip ikinci bir türbin yerleştirildiğinde 3 dBA'lık artış olur.<sup>151</sup>

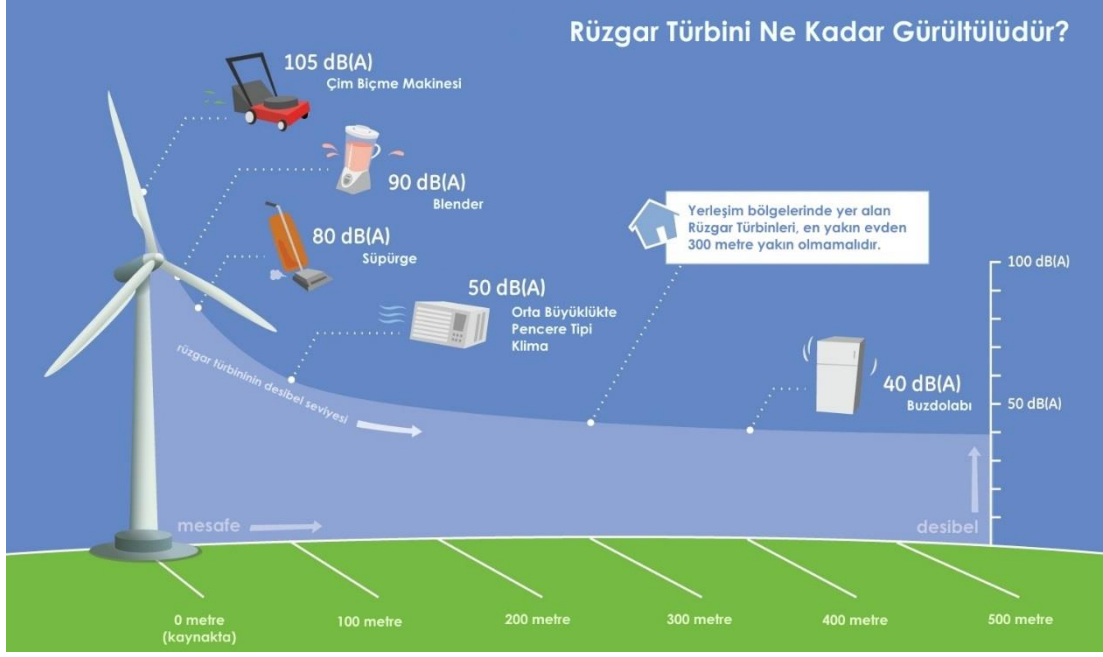
Rüzgâr türbinlerinin yaratacağı gürültüye ilişkin mesafelere göre hazırlanmış şema ve karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla alternatif ürünler aşağıdaki şekil 21'de verilmiştir.

---

<sup>149</sup> Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Rüzgar Enerji Santralleri Çevresel Etkiler, "<http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/etordosya/R%C3%83%C5%93ZG%C3%83%E2%80%9AAR%20ENERJ%C3%84%C2%B0%20SANTRALLER%C3%84%C2%B0.pdf>", Erişim Tarihi:07.05.2018

<sup>150</sup> Koç E. ve Şenel M.C., Rüzgâr Türbinlerinde Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi, Rüzgar Enerjisi Dergisi, Aralık 2016, sy 12.

<sup>151</sup> The European Wind Energy Association, "Wind Energy – The Facts Volum 4 Environment", Belgium, 2003.



Şekil 21 – Rüzgar Türbini Gürültü Seviyeleri<sup>152</sup>

Rüzgâr türbinleri, elektromanyetik alan oluşturarak kurulduğu bölgedeki havacılık ve denizcilik haberleşmelerini, radyo ve televizyon yayınlarını olumsuz etkileyebilmektedir. Bu etki, rüzgâr türbinlerindeki gövde ve kanatların bir ayna görevi görmesinden kaynaklanmaktadır. Alıcıdan gelen sinyaller yansıtılmakta ve bu sinyaller alıcıya giden sinyalleri doğrudan etkilemektedir. Rüzgâr türbinlerinde elektromanyetik alan açısından en kötü koşullar yüksek frekanslarda oluşmaktadır. Rüzgâr türbinlerindeki bu elektromanyetik etki; türbinlerin mikrodalga rotaları üzerinde bulunmamasıyla, kablo bağlantılarıyla veya yerel yükselticilerin kullanılmasıyla aşılabilmektedir. Rüzgâr türbinlerinin elektromanyetik etkisi, kanat malzemesi ve kanat büyüklüğüyle doğrudan ilişkilidir. Ayrıca rüzgâr türbinlerinde metal malzeme kullanıldığında elektromanyetik etki ve gürültü oranı daha yüksek

<sup>152</sup> General Electric Uluslararası Araştırma ve ABD Ulusal Sağlık Enstitüleri, How Loud Is A Wind Turbine?, “<https://www.ge.com/reports/post/92442325225/how-loud-is-a-wind-turbine/>”, Erişim Tarihi:08.05.2018

olmaktadır. Bu problem, rüzgâr türbini kanatlarının fiberglas, cam-elyaf veya karbon-elyaf malzemeden üretilmesiyle aşılabilmektedir.<sup>153</sup>

Rüzgâr türbinlerin yabani canlılar üzerindeki etkileri -özellikle kuş, yarası sürüleri ve küçük uçuculara- doğrudan ve dolaylı etkiler olarak sınıflandırılmaktadır. Doğrudan etki, rüzgâr türbini ile çarpışmalardan kaynaklanan kazalardır; dolaylı etkiler sakınma, yaşam alanının bozulması ve yer değiştirmedir.<sup>154</sup> Gerek kuş ölümleri gerek yarası ölümleriyle ilgili birtakım sayısal sonuçlara ulaşılsa da çalışmalarda türler hakkında temel demografik bilgiye sahip olunmaması ve türbinlerin zarar verdiği canlılarla ilgili sağlıklı istatistik veri toplanmasının zorluğu vardır.<sup>155</sup> Genel çerçevede bakıldığında Rüzgâr enerji sistemlerinin olumsuz etkilerinin diğer enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında tüm ekosistem için oldukça düşük olduğu ve bu popülasyonlar için tehdit oluşturmadığı yönünde yaklaşımlar da mevcuttur. Rüzgâr enerjisinin fosil yakıtlardan yaklaşık yirmi kat daha az kuşu öldürdüğü belirtilmektedir.<sup>156</sup> Yapılan bilimsel araştırmalarda kuşların ve böceklerin en az ilgisini çeken renklerin mor ve gri olduğunun tespit edilmesi üzerine, 72 rüzgâr türbinin kanatlarını mora boyayarak kuş ve böcek ölümlerinin önüne geçildiği de iddia edilmektedir.<sup>157</sup>

---

<sup>153</sup> Özkaya M. G., Varyenli H.İ., Uçar, S., Rüzgâr Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretimi ve Kayseri İli İçin Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, Cilt 29, sayı 1, s.1-20, 2008.

<sup>154</sup> Saidur, R.; Rahim, N.A.; Islam, M.R.; Solangi, K.H. (2011) "Environmental impact of wind energy", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, 2423-2430.

<sup>155</sup> Kılıç Ç., Yılmaz M., Sarı R., Rüzgâr Enerji Sistemlerinin Sosyal Kabul Dinamiklerini Anlamak, Coğrafi Bilimler Dergisi CBD 15 (2), 135- 156 (2017).

<sup>156</sup> Sovacool, B.K. (2009) "Contextualizing avian mortality: a preliminary appraisal of bird and bat fatalities from wind, fossilfuel, and nuclear electricity", Energy Policy, 37, 2241-2248.

<sup>157</sup> CNN Türk Haber, "Kuş ölümlerini önlemek için rüzgar santrali türbin kanatlarını mora boyadılar", 12.03.2018 Pazartesi 13:00, "<https://www.cnnturk.com/turkiye/kus-olumlerini-onlemek-icin-ruzgar-santrali-turbin-kanatlarini-mora-boyadilar>", Erişim Tarihi:08.05.2018

### 3.2.3. Hidrolik Enerji

Hidroelektrik enerji üreten santraller geleneksel fosil kaynaklarla çalışan termik santraller gibi hava kirliliğine ve sera etkisine sebep olan emisyonları oluşturmazlar. Ayrıca reaksiyon çıktısı gibi atık ürünler ve partikül maddeler ortaya çıkmadığı için çevreye duyarlı temiz enerji çeşidi olarak kabul edilmektedirler.

Hidroelektrik santraller enerji üretimine yönelik olarak kullanıldığı gibi aynı zamanda sulama amacıyla çevre ziraatını geliştirmede, aşırı yağışlı geçen yıllarda sel taşkınlarını önlemede, ağaçlandırmayla estetik açıdan çevreye iyi bir görünüm kazandırmakta ve su kalitesini yükseltmekte kullanılmaktadır.<sup>158</sup>

Ayrıca Elazığ ve Niğde üzerinde yapılan çalışmalar ile barajların o bölgedeki iklimi ılımanlaştırdığı, en düşük-en yüksek sıcaklık ile toplam yağış miktarlarında değişimler görüldüğü belirtilmektedir.<sup>159 160</sup>

Türkiye’de akarsuların eğimi fazla olduğu için akarsular yoluyla erozyon ciddi bir tehlikedir. Hidroelektrik santraller için kurulmuş olan barajlar suyun hızını keserek erozyonun önlenmesinde önemli rol oynamaktadır.<sup>161</sup> Ayrıca baraj havzaları üzerinde de ağaçlandırma faaliyeti yapılarak erozyonun etkileri azaltılmaktadır.<sup>162</sup>

---

<sup>158</sup> Akkoyunlu A., “Türkiye’de Enerji Kaynakları ve Çevreye Etkileri”, Türkiye’de Enerji ve Kalkınma Sempozyumu, İstanbul, 26 Nisan 2006, s.141.

<sup>159</sup> Arslan O., Akkaya Barajı’nın Niğde İli İklimine Etkisi, Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 6, Sayı 2, (2017), 627-633.

<sup>160</sup> Şengün M.T., Son Değerlendirmeler Işığında Keban Barajı’nın Elazığ İklimine Etkisi, “<http://web.firat.edu.tr/daum/docs/53/25%20Son%20De%20C4%9Ferlendirmeler%20%20Keban%20Baraj%20-Taner%20C5%9EENG%C3%9CN--%C3%B6dendi--6%20syf--116-121.doc>”, Erişim Tarihi:08.05.2018

<sup>161</sup> Bacanlı Ü.G. , “Türkiye’de Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerjinin Önemi”, Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1, 27-30 Kasım 2006, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s.97-98.

<sup>162</sup> Orman ve Su İşleri Bakanlığı, “Erozyonla Mücadele Eylem Planı 2013-2017”, “<http://www.cem.gov.tr/erozyon/Files/moduller/erozyon/EROZYON%20EYLEM.pdf>”, Erişim Tarihi:08.05.2018

Büyük miktarlarda suyu depolayan santraller, bölgenin mikroklimatik sisteminde bozulmalara yol açarak ekolojik dengeyi ve canlı yaşamlarını olumsuz yönde etkiler. Ekolojik dengenin bozulması ise, doğada çevrim halinde bulunan mevcut su kaynaklarının tahrip olarak enerji üretim verimliliğinin düşmesine ve uzun vadede alternatif kaynaklar arasında payı büyük olan hidrolik gücün yenilenebilirlik özelliğini kaybetmesine yol açabilir. Besleyici özelliğe sahip nehir ve akarsularının tutulması tarım alanlarının verimliliğini düşürür.<sup>163</sup>

HES'lerin yapılmasıyla ortaya çıkan diğer bir önemli konu ortamdaki su miktarının ne kadarının kullanılacağı ve doğal yaşamın sürdürülmesini engellemeyecek ekolojik bir eşik olarak kabul edilen su miktarı yani telafi suyu (can suyu) oluşturmaktadır. Can suyu, hem ekolojik işleyişi kesintiye uğratmayacak hem de içme suyu, kullanma suyu ve varsa balık çiftliği ve sulama suyu ihtiyaçlarını da karşılayacak miktarlarda olmalıdır.<sup>164</sup> Balıkların yumurtlama alanlarındaki tahribat kuraklık nedeniyle suyun debisindeki değişimler oluştuğunda, ergin ve yavru balıkların akarsu içinde oluşacak küçük gölcüklerde mahsur kalabilmelerine ve yüksek sıcaklık ile oksijen azalması sonucu ölümlerine neden olabilecektir.<sup>165</sup>

### **3.2.4. Jeotermal Enerji**

Jeotermal sıvılar çevre için zararlı sayılan bazı kimyasal gazları da içermektedirler. Santrallerin faaliyet aşamasında ortaya çıkan bu ürünler, hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S), amonyak (NH<sub>3</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) ve nispeten daha az miktarlarda

---

<sup>163</sup> Ağaçiçiçer G., Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan Swot Analizler, Yüksek Lisans Tezi, 2010, sy 56.

<sup>164</sup> Kurdoğlu O, Özalp M. 2010. Nehir Tipi Hidroelektrik Santral Yatırımlarının Yasal Süreç, Çevresel Etkiler, Doğa Koruma Ve Ekoturizmin Geleceği Kapsamında Değerlendirilmesi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs 2010, Cilt: II s. 688-707.

<sup>165</sup> Ak O., Çakmak E., Aksungur M., Çavdar Y. (2008), Akarsu Üzerindeki Faaliyetlerin Sucul Ekosisteme Etkisine Bir Örnek: Yanbolu Deresi (Arsin-Trabzon), Su ve Enerji Konferansı Bildiriler Kitabı, s. 334-340, Çevre ve Orman Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, XXVI. Bölge Müdürlüğü Artvin.



kimyasallar olan sodyum klorür (NaCl), bor (B), arsenik (As) ve civa (Hg)'dir.<sup>166</sup> Jeotermal enerjiye dayalı modern jeotermal elektrik santrallerinde CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> salımı çok düşük olup, özellikle merkezi ısıtma sistemlerinde sıfırdır.<sup>167</sup>

Jeotermal enerji çevre dostu bir kaynak olarak tanınmakla birlikte, jeotermal akışkanın paslanmaya, çürümeye, kireçlenmeye neden olması, içerdiği bor yüzünden atılacağı yüzey sularını kirletmesi su ve toprak kirliliğine neden olmaktadır.<sup>168</sup>

Jeotermal enerji kaynaklarının kullanım sürecinde alınması gereken tedbirlerin alınmadığı durumlarda birtakım çevre sorunları yaşanabilmektedir. Örneğin sıcaklık ve gürültü gibi çevre sorunlarının yanı sıra jeotermal sıvının içerisinde bulunan, civa, arsenik, kurşun, lityum, amonyak gibi kimyasal atık maddeler ciddi çevre sorunlarına neden olabilmektedir.<sup>169</sup> Hatta bu çözünmüş mineral (örneğin, bor ve arsenik) bazı yüzey ya da yeraltı sularına, bitki örtüsü ya da hayvanlara zarar verebilir. Bu sular, reenjeksiyon ile tekrar yeraltına gönderilerek hem rezervuar basıncını dengelemeleri sağlanmış olur, hem de olumsuz çevre etkilerine ve içme sularına karışmaları engellenmiş olur.<sup>170</sup>

Jeotermal enerjinin elde edildiği suların yer altı tabakalarında sürekli çevrimi suyun tabakalardaki mineralleri çözerek suyun kirlenmesine, bu suyun kullanımı ile toprakların kirlenmesine ve tuzlanmasına neden olmaktadır. Ayrıca, tüketime sunulan suyun yeraltı su tabakasından çekilmesi, yüzeyin su tutma kapasitesini olumsuz

---

<sup>166</sup> Mary H. Dickson and Mario Fanelli, What is Geothermal Energy, Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, February 2004, Italy, sy 55.

<sup>167</sup> Ataman, A.R (2007), "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Anabilim Dalı, Ankara, sy 128.

<sup>168</sup> Ataman, a.g.e., sy 129.

<sup>169</sup> Akova, İ. (2008), "Yenilenebilir Enerji Kaynakları", Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, sy 150.

<sup>170</sup> Uzun A., Enerji Üretim Santralleri İçinde Jeotermal Enerji Santrallerinin Yeri Ve Seçim Kriterleri, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2015, sy 77.

etkilediği gibi su tabakasının da daha derin düzeylere inmesine yol açmaktadır.<sup>171</sup> Jeotermal santrallerde yeraltından akışkan çekildiği için, rezervuarda basınç düşmesi sebebiyle sahada çökme oluşabilir. Bu durum reenjeksiyon sisteminin basınç kaybının en aza indirilmesi ile engellenebilir. Yine de az miktarlarda çökme görülecektir.<sup>172</sup> Bugüne kadar kaydedilmiş en büyük çökme olayı Yeni Zelanda'daki Wairakei ve Ohaaki sahalarında görülmüştür. Wairakei'deki çökme yıllık yaklaşık 5 mm.'dir.<sup>173</sup> 50 sene boyunca reenjeksiyon yapılmadan işletilen Wairakei santralinde, bugüne kadar toplam 15 metre çökme görülmüştür.<sup>174</sup>

Jeotermal enerjinin kullanımıyla ilgili diğer bir olumsuzluk ise, bu enerji kaynağının yerinde kullanılması gerekli olup, uzak mesafelere taşınmasının sınırlı oluşudur. Günümüzde jeotermal enerji, yaklaşık 100 km'lik mesafeye kadar taşınabilmektedir.<sup>175</sup>

### **3.2.5. Biyokütle Enerjisi**

Biyokütle üretiminde genelde atık maddeler kullanıldığından bu atıkların oluşturacağı çevre sorunları önlenmiş olmaktadır. Yakıt olarak kullanılan biyokütle, ısıtma amacı ile fosil yakıtlar yerine kullanılırsa %75-90 oranında, benzinli ve dizel araçlarda kullanılması durumunda %50-85 arasında sera gazları emisyonunda azalma

---

<sup>171</sup> Uğurlu, Ö. (2006), "Türkiye'de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları" Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara, sy 172.

<sup>172</sup> Uzun A., Enerji Üretim Santralleri İçinde Jeotermal Enerji Santrallerinin Yeri Ve Seçim Kriterleri, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2015, sy 76.

<sup>173</sup> Badruk, M., 2005. Jeotermal enerji uygulamalarında çevre sorunları. VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 23-26 Kasım 2005 İzmir: Kültürpark Fuar Alanı, sy 354.

<sup>174</sup> DiPippo, R., 2012. Geothermal power plants: principles, applications, case studies and environmental impact. 3. USA: Butterworth-Heinemann (Elsevier), sy 494.

<sup>175</sup> Gülay, Ahmet Nuri (2008), "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye'nin Geleceği ve Avrupa Birliği İle Karşılaştırılması", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, sy 82.

sağlamaktadır.<sup>176</sup> Yanma reaksiyonu sonucu ortaya çıkan karbondioksit gazı yenilenen bitki örtüsü tarafından geri emildiğinden doğada mevcut olan karbon döngüsü sistemi dengede kalabilmektedir. Bu açıdan biyokütle enerjisi alternatif ve temiz bir enerji kaynağı sayılmaktadır.

Biyokütleden elde edilen enerji kırsal, kentsel her tür yerleşim yerinde, her tür enerji ihtiyacında kullanılabilir, güneş ve rüzgâr enerjisinde olduğu gibi kesintili değil sürekli bir enerji kaynağıdır. Fosil yakıtlarda olduğu gibi taşınarak ve depo edilerek kullanılabilir.<sup>177</sup>

Biyogaz üretimi sırasında ortaya çıkan atıklar, kimyasal gübrelerden daha verimli biyogübre olarak kullanılabilir. Ayrıca biyogaz üretiminde kullanılan hayvansal atıklar, açıkta bırakılmak yerine biyogaz tesisine konulmakla bazı salgın hastalıkların önüne geçilmiş olmaktadır.<sup>178</sup> Modern çevrim teknolojileri kullanılarak yapılan üretimlerde ise hidrojen gazı ve ek toprak katkılarından ortaya çıktığı bilinmektedir. Bu yan ürünler başta tarımsal alanlar olmak üzere farklı amaçlar yoluyla –örneğin hidrojen gazından enerji sektöründe ekonomik olarak faydalanmak- da kullanılabilir.<sup>179</sup>

Kentler için yok edilmesi büyük sorun olan çöplerden, enerji elde edilmektedir. Kentlerin yakınında kurulan çöp termik santralleri, çöplerin çevrede oluşturacağı kirliliği önemli ölçüde ortadan kaldırmaktadır.<sup>180</sup>

---

<sup>176</sup> Yılmaz, V., (2009), “Sürdürülebilir Bir Sistemde Biyogazın Yeri”,5.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiri Kitabı, sy 213, Ankara: Emo Yayınları.

<sup>177</sup> Adıyaman Ç., Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları, Yüksek Lisans Tezi, Niğde, 2012, sy 84.

<sup>178</sup> Akova, İ. (2008), “Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, sy 170.

<sup>179</sup> Ağaçiğer G., Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan Swot Analizler, Yüksek Lisans Tezi, 2010, sy 90.

<sup>180</sup> Zuhâl ÖZER, “Yeryüzündeki Gün Işığı Deposu: Biyokütle”, Bilim ve Teknik Dergisi, Mayıs 1996, sy 59.

Biyokütle kaynağı olarak ağaç yetiştirilmesi ve bu ağaçlardan enerji olarak yararlanılması olarak tanımlanan enerji ormancılığı, ekonomik, doğal, sosyal vb. özellikleri yanında petrol ve kömüre bağımlılığı ciddi ölçüde azaltacağından, çevre kirliliğini önleyeceğinden ve yenilenebilir kaynak kullanım oranını artıracığından önemlidir. Kanada, enerji ormancılığının, orta ve uzun dönem sonunda ülkenin birincil enerji kaynağı olmasını hedeflemektedir.<sup>181</sup> Ayrıca toprak kayıplarının (erozyon) azaltılması, yeşil alanların artırılması, çölleşmenin önlenmesi ve orman yangınlarının kontrol altında tutulması konularında da enerji ormancılığı etkili olmaktadır.<sup>182</sup>

Biyodizel, üretim teknolojisi diğer alternatif yakıtların üretim teknolojilerine göre oldukça basit ve ekonomiktir. Biyodizel yakıt, motor karakteristik değerlerinde iyileşme sağlayan, kara ve deniz taşımacılığında kullanılabilen, ısıtma sistemleri ve jeneratörlerde kullanıma uygun, mevcut dizel motorlarında hiçbir tasarım değişikliği gerektirmeden kullanılabilen bir yakıttır. Biyodizel hammaddesi olan yağlı tohum bitkilerinin oluşumları sırasında atmosferden aldıkları CO<sub>2</sub> miktarı ile biyodizel yandığında atmosfere salınan CO<sub>2</sub> miktarı hemen hemen eşit olduğundan, biyodizel kullanımı atmosferdeki CO<sub>2</sub> miktarını artırmamakta ve böylece küresel ısınmaya yol açmamaktadır.<sup>183</sup> Biyoyakıtlar, yapılarında patlayıcı özelliğe sahip gazlar bulundurmalarına rağmen tutuşma sıcaklıkları 128 °C'dir. Petrolden üretilen dizel yakıtların ise 58 °C olup daha yüksek tehlike unsuru içerirler. Bu nedenle diğer petrol türevi kaynaklara göre daha güvenli olduğu belirtilmektedir.<sup>184</sup> Diğer açıdan

---

<sup>181</sup> Saraçoğlu N., "Enerji Ormancılığı Projelerinin Türkiye'nin Enerji Potansiyeline Katkı Olanakları", TMMOB Türkiye 1. Enerji Sempozyumu : Bildiriler Kitabı , 1. Baskı, Ankara, Emo Yayınları, 1996, sy 50.

<sup>182</sup> Adıyaman Ç., Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları, Yüksek Lisans Tezi, Niğde, 2012, sy 84.

<sup>183</sup> Ataman, A.R (2007), "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Anabilim Dalı, Ankara, sy 128.

<sup>184</sup> Schlager N. and Weisblatt (Ed.), Alternative Energy Volume One, Library of Congress Cataloging inPublication Data, Thomson Gale, 2006, sy 78.

bakıldığında sıvı biyoyakıtların büyük miktarlarda üretilmesi halinde ortaya çıkan alkol, sıvı atıklar ve bazı gaz emisyonlarından oluşan reaksiyon ürünleri su kaynaklarının ve havanın kirlenmesine yol açarak çevresel ve insan sağlığını etkileyen olumsuz sonuçlar doğurabilir. Sıvı atıkların bünyesinde bulunan yüksek oranlı asit, alkali, fenol ürünleri ve çeşitli enzimler doğal su rezervlerinin kalitesinde düşmeye sebep olurlar. Aynı şekilde biyoenerji kaynakları soluduğumuz kent havasında bulunan formaldehitleri arttırırken, kirli sisin oluşumunda etkili olan nitrojen oksit yayarlar. İnsanlarda solunum hastalıklarına yol açan bu durum ağırlıklı olarak küçük çocuklar üzerinde etkilidir.<sup>185</sup>

Genel olarak biyokütle enerjisi kullanımı; petrol ithalatının azalması, çevrenin korunması, yerel iş imkânı oluşturulması, enerji tarımının gelişmesi gibi avantajlar sağlamanın yanında, çöplerin depolanması ile görsel çevre kirliliğini de ortadan kaldırmaktadır. Özellikle biyoyakıtların, gelecekte fosil kökenli yakıtların yerini almaya en yakın yenilenebilir enerji kaynakları oldukları belirtilmektedir.<sup>186</sup>

Biyokütle enerjisi, genel anlamda çevreye uyumlu bir enerji kaynağı olmakla birlikte, kullanılan biyokütle türüne göre bazı çevresel etkiler yaratabilmektedir. Örneğin, çöp ve benzeri bazı atıkların yakılması sonucu ortaya çıkan atıklar çevresel sorunlara neden olabilmektedir. Çöp depolanması ve ayrıştırılması esnasında açığa çıkan gazların yanma ve patlama ihtimali vardır.<sup>187</sup> Ayrıca çöp depolama tesisleri yeterli tedbirler alınmaz ise görsel kirliliğe ve kötü kokulara neden olmaktadır.

---

<sup>185</sup> Edward S.Cassedy, *Prospects for Sustainable Energy, A Critical Assessment*, Cambridge University Press, UK, 2000, sy 105.

<sup>186</sup> Adıyaman Ç., *Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları*, Yüksek Lisans Tezi, Niğde, 2012, sy 85.

<sup>187</sup> Ataman, "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları", *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Anabilim Dalı, Ankara, sy 171.

Biyokütle enerji kullanımının belki de en tehlikeli ve olumsuz yönü, buğday, arpa, mısır, patates, şeker pancarı, vb. gibi insanların beslenme ihtiyaçlarını sağladıkları temel besin maddelerinin, çeşitli yol ve yöntemlerle makineler tarafından tüketilmesine neden olmasıdır. Çiftçiler insanların yiyeceği buğday yerine tarlalarına biyodizel ham maddesi ekmekte, bu nedenle gıda fiyatları giderek yükselmektedir. Dünya nüfusunun sekiz milyarı geçtiği, bazı bölgelerde yiyecek ve içecek olmadığından açlıktan ölen insanların olduğu günümüzde, besin kaynaklarının makinelerce tüketilmesi ne kadar fayda sağlarsa sağlasın olumsuz bir gelişme olarak değerlendirilecektir. Çünkü artan dünya nüfusu karşısında mevcut kaynaklar artmamakta sabit kalmaktadır. Her ne kadar çeşitli teknik yöntemlerle tarımda verim artışları sağlansa da bir süre sonra bu kaynakların insanların beslenmesi için yeterli olmayacağı kanaati oluşmaktadır. Biyokütle kaynakları kullanımında, insan ve diğer canlıların besin olarak tüketebileceği maddelerin enerji kaynağı olarak kullanılmaması gerekmektedir, buna karşın çevreye zararlı atıklardan, besin olarak kullanılmayan bitkilerden üretilen enerji sürdürülebilir ve daha çevreci olacaktır.<sup>188</sup>

### **3.2.6. Dalga Enerjisi**

Deniz kökenli enerji kaynakları, çevre üzerinde hemen hemen hiçbir olumsuz etkisi olmayan tükenmez ve temiz enerji kaynaklarıdır. Dalgalar rüzgâr estiği sürece, gel-git dünya ile ay arasındaki kütle çekim kuvveti var olduğu sürece devam edecek olan yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Yakıt maliyetleri yoktur ve ömürleri uzundur.<sup>189</sup> Gelgit barajı dalgakıran görevini de görerek bulunduğu bölgeyi sel baskınlarına karşı korur. Ancak düzenli bir şekilde inşa edilerek işletilmeyen gel-git

---

<sup>188</sup> Adıyaman Ç., Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları, Yüksek Lisans Tezi, 2012, sy 85-86.

<sup>189</sup> Çukurçayır, M. A., H. Sağır (2008), "Enerji Sorunu, Çevre Ve Alternatif Enerji Kaynakları", Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, c.20: 257.

santral barajları dere ve nehirlerin önünü keserek denizlerin akışına engel olduğundan sel taşkınlarına neden olduğu da bilinmektedir.<sup>190</sup>

Dalga Enerjisinin fosil yakıtlara bağımlılığı, küresel ısınmayı, asit yağmurlarını, her türlü kirliliği dolaylı olarak azaltıcı etkisi vardır. Elektrik şebekesinin olmadığı kıyı bölgelerine ve özellikle adalara elektrik sağlaması gibi olumlu yönleri bulunmaktadır. Denize bıraktığı hiçbir fiziksel, kimyasal ve organik kirleticisi yoktur. İlk yatırımından başka önemli bir gideri yoktur. Öngörülen enerji ihtiyacına göre büyük ya da küçük olarak yapılabilirler. Büyük dalga boyutu maliyeti düşürür. Deniz üzerinde kurulduğu için, tarım arazilerini yok etmez. Her zaman kesintisiz ve kaliteli enerji üretir.<sup>191</sup> Dalgalardan elde edilebilecek ucuz elektrik enerjisi, yoğun nüfuslu büyük şehirlerde ısınma amaçlı kullanıldığı zaman, hava kirliliğini önlemede önemli katkısı olacaktır.<sup>192</sup> Deniz üzerinde kurulduğu için tarım alanlarının korunması, santral üzerine oteller, sosyal mekânlar vb. tesisler kurularak turizm amaçlı kullanılabilmesi, dalyan görevi sayesinde balık neslinin çoğalmasını sağlaması, dalgaların enerji ihtiyacının çok olduğu kış aylarında daha çok elektrik üretecek olması dalga enerjisinin olumlu yönlerinden bir kaçıdır.<sup>193</sup>

Dalga Enerjisi kullanmanın bazı olumsuz tarafları bulunmaktadır. Kesintili bir enerji kaynağıdır, günün her saatinde dalga oluşmadığı gibi gelgit olayı da belli aralıklarla gerçekleşmektedir bu nedenle bu santrallerden devamlı enerji sağlamak günümüz teknolojisi ile zordur. Kıyıya çok yakın kurulan santrallerde gürültü kirliliği

---

<sup>190</sup> Stan Gibilisco, *Alternative Energy Demystified, A Self-Teaching Guide*, McGraw-Hill Companies, USA, 2007, p.201

<sup>191</sup> Adıyaman Ç., “Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Politikaları”, Yüksek Lisans Tezi, Niğde, 2012, sy 107.

<sup>192</sup> Ataman, A.R. (2007), “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Anabilim Dalı, Ankara, 154.

<sup>193</sup> Koca T. ve Çıtlak A. (2008), “Dalga Enerjisi”, *Yeni Enerji Dergisi*, Sayı:4, İstanbul, Doğa Sektörel Yayın, Mayıs-Haziran 2008, sy 3.

ve estetik açıdan görüntü kirliliği oluşabilmektedir. Kıyılarından uzaklara kurulan santraller deniz taşımacılığı ve balıkçılığı olumsuz etkileyebilmektedir. Su yüzeyinin büyük bir kısmının dalga enerji sistemleri ile kaplanması deniz yaşamına zarar verebilmektedir.<sup>194</sup> Dönen türbin kanatları fiziksel çarpışmalar sonucunda hasar görürken hayvanların da yaşamlarını yitirmelerine sebep olabilmektedir. Okyanus dönüşümlü enerji sistemlerinin inşa edilmeden önceki mevcut biyo-ekosistemi bozduğu saptanmıştır. Santrallerin, kurulduğu bölgede kimyasal modifikasyonlara sebebiyet vererek su altı yaşamını özellikle de fauna ve flora gibi bitki örtülerini tehlikeli boyutlarda tahrip ettiği bilinmektedir.<sup>195</sup>

### **3.2.7. Hidrojen Enerjisi**

Enerji taşıyıcısı ve geleceğin yakıtı olarak anılan hidrojen, yakıt pilleri ve içten yanmalı motorlarda girdiği termokimyasal reaksiyon sonucu su oluşturduğu için temiz bir enerji kaynağıdır. Atmosfere karbon dioksit, azot dioksit ve kükürt dioksit gibi zararlı emisyonlar salgılamadığı gibi alternatif bir kaynak olarak yaygınlaşması sera gazlarının azalmasına da yardımcı olur. Doğal gaz benzine oranla karbon monoksit ve toksin hava kirleticilerinde %95, hidrokarbon emisyonunda %80, azot oksit emisyonunda % 30'luk bir azalma sağlar. Böylece küresel iklim değişimlerini azaltıcı özelliktedir. Hidrojen ve doğalgaz ortak yönlere sahiptir.<sup>196</sup>

Hidrojen gazının çeşitli tekniklerle üretimi sırasında kullanılan kömür veya doğalgaz gibi kaynaklar yanma işlemi sonunda tahribat verici nitelik kazanırlar. Bu

---

<sup>194</sup> Koca, T. ve A. Çıtlak (2008), ), "Dalga Enerjisi", Yeni Enerji Dergisi, Sayı:4, İstanbul, Doğa Sektörel Yayın, Mayıs-Haziran 2008, sy 4.

<sup>195</sup> R. H. Charlier and C. W. Finkl, Ocean Energy, Tide and Tidal Power, Springer Science and Business Media LLC. Publications, Germany, 2009, p.154.

<sup>196</sup> Çopur A., Diler A.O., Kaplan O., Alternatif Yakıt Olarak Hidrojen, "http://gazi.edu.tr/posts/download?id=116880", Erişim Tarihi:17.05.2018



yüzden yenilenebilir çevreci kaynaklardan imal edilmesi önem taşımaktadır. Tam hidrojen ekonomisinin de dayanağı, yenilenebilir kaynaklardan karşılanan güvenilir ve minimum zararlı üretimdir.<sup>197</sup>

Hidrojen doğalgaza nazaran hacimsel açıdan daha düşük kapasiteli enerji içermektedir. Bu yüzden mevcut boru hatlarında hidrojen gazı nakletmek, kamyonlarla taşımaktan daha güvenli ve düşük maliyetli olmaktadır. Boru hatlarının endüstriyel veya evsel kullanımın yoğun olduğu bölgelerde yaygınlaştırılmasının çevresel açıdan olumsuz etkilerinin olabileceği gibi estetik rahatsızlıklara da sebebiyet verebilir.<sup>198</sup> Ayrıca havadan daha hafif olduğu için herhangi bir kaçak durumunda hızla yükselerek atmosfere karışır. Bir yanma durumunda da aynı şekilde hidrojen hemen yanar ve yukarı çıkar. Kontrolsüz yanmayı engellemek için sıvı halde depolanabilir. Bu çerçevede diğer enerji kaynaklarına göre daha güvenlidir.<sup>199</sup>

Bilim insanlarının üzerinde düşündükleri bir diğer nokta da hidrojen kullanımının fazlaca yaygınlaşması durumunda hidrojen gazının atmosfere yerleşerek ozon tabakası üzerinde hasar meydana getirebileceği ve bulutların yeryüzüne alçalmasıyla mikrobik hastalıkların artarak ekolojik dengeyi bozabileceği ihtimalidir. Ayrıca iklimlerin hidrojen teknolojileri üzerindeki etkileri incelenen bir başka konudur. Yakıt hücrelerinde hidrojen gazı üretimi için kullanılacak olan saf suyun 0°C'nin altındaki soğuk iklimlerde donarak sistemi çalışmaz hale getirebilmesi söz konusudur.<sup>200</sup> Dünya çapında enerji tüketiminin 2025 yılına gelindiğinde 12,000 Mtep

---

<sup>197</sup> Tabak J. and Ph. D., Natural Gas and Hydrogen, Energy and the Environment, Facts on File Inc. An Imprint of Infobase Publishing, USA, 2009, p.156.

<sup>198</sup> Hordeski M.F., Alternative Fuels, The Future of Hydrogen, Published by the Fairmont Press Inc., USA, 2007, p.204

<sup>199</sup> Aslan, Ö. (2007), "Hidrojen Ekonomisine Doğru", İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, c.11: 283-298.

<sup>200</sup> Schlager N. and Weisblatt (Ed.), Alternative Energy Volume Two, Library of Congress Cataloging in Publication Data, Thomson Gale, 2006, ss.162-163

ile 16,000 Mtep civarlarında olacağı ve bu miktarın 1,500-2,600 Mtep'lik kısmının hidrojen enerjisi kullanılarak karşılanacağı düşünülmektedir.<sup>201</sup> Bu durumda mevcut konvansiyonel kaynakların % 10-15'lik bölümünü hidrojen enerjisi ile değiştirilmiş olacağından çevresel tahribatın büyük ölçüde önüne geçilebilecektir.<sup>202</sup>

## 4.BÖLÜM

### 4. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ EKONOMİYE ETKİSİ

#### 4.1. Enerji İthalatı ve Cari Açık

Ödemeler dengesi, geniş anlamıyla, bir ekonomide yerleşik kişilerin (Genel Hükümet, Merkez Bankası, Bankalar, Diğer Sektörler) diğer ekonomilerde yerleşik kişiler (yurtdışında yerleşikler) ile belli bir dönem içinde yapmış oldukları ekonomik işlemlerin sistematik kayıtlarını elde etmek üzere hazırlanan istatistiki bir rapordur. Ödemeler dengesi istatistikleri, “Cari İşlemler Hesabı”, “Sermaye Hesabı” ve “Finans Hesabı” olmak üzere üç ana başlık altında sınıflandırılmıştır. Özetle, cari işlemler hesabı ile sermaye hesabı, mal, hizmet ve gelir akımlarının yanı sıra transferleri de içeren reel işlemleri gösterirken; finans hesabı da cari işlemler hesabı ile sermaye hesabı toplamının nasıl finanse edildiğini, bir başka deyişle, net finansal varlık edinimi ile net finansal yükümlülük oluşumunu göstermektedir. Ödemeler dengesi hesapları içinde yer alan mal ve hizmet ticareti ile birincil ve ikincil gelir hesaplarını kapsamaktadır. Cari işlemler hesabında, gelirlerin giderleri aştığı, yani, farkın artı olduğu durum cari işlemler fazlası olarak adlandırılırken; giderlerin gelirleri aştığı,

---

<sup>201</sup> Yerebakan M., Mikro Enerji Santralleri, İstanbul Ticaret Odası (İTO) Yayınları, İstanbul, 2008, s.223

<sup>202</sup> Ağaçoğlu G., Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan Swot Analizler, Yüksek Lisans Tezi, 2010, sy 80.

yani, farkın eksi olduğu durum ise **cari işlemler açığı** veya **cari açık** olarak adlandırılmaktadır.<sup>203</sup> Özet olarak cari açık, yurtiçinde üretilerek yurtdışına satılan mallardan elde edilen gelirin, yurtdışında üretilerek yurtiçinde tüketilmek üzere satın alınan mallara ödenen miktardan az olma durumudur.

2017 Yılı sonu Ödemeler Dengesi Bilançosu aşağıdaki tablo 16’de verilmiştir. Bu çerçevede ülkemizin 2017 Yılı Aralık ayı verilerine göre 47 Milyar 371 Milyon \$ cari açığı; 58 Milyar 945 Milyon \$ da dış ticaret açığı bulunmaktadır.

		<b>2017 Aralık</b> <b>(Milyon ABD Doları)</b>
<b>I -</b>	<b>CARİ İŞLEMLER HESABI</b>	<b>-47.371</b>
	Mal, Hizmet ve Birincil Gelir Dengesi (A+B+C)	-50.077
	Mal ve Hizmet Dengesi(A+B)	-38.999
<b>A.</b>	<b>DIŞ TİCARET DENGESİ</b>	<b>-58.945</b>
	Toplam Mal İhracatı	166.167
	Toplam Mal İthalatı	225.112
<b>1.</b>	Genel Mal Ticareti (Ödemeler D. Tanımlı)	-49.033
<b>1.1.</b>	İhracat	159.502
<b>1.1.1.</b>	İhracat f.o.b.	157.001
<b>1.1.2.</b>	Bavul Ticareti	6.201
<b>1.1.3.</b>	Uyarlama: Diğer Mallar	-3.700
<b>1.2.</b>	İthalat	208.535
<b>1.2.1.</b>	İthalat c.i.f.	233.799
<b>1.2.2.</b>	Uyarlama: Navlun ve Sigorta	-11.256
<b>1.2.3.</b>	Uyarlama: Diğer Mallar	-14.008
<b>2.</b>	Net Transit Ticaret Geliri	59
<b>3.</b>	Parasal Olmayan Altın	-9.971
<b>B.</b>	<b>HİZMETLER DENGESİ</b>	<b>19.946</b>
<b>C.</b>	<b>BİRİNCİL GELİR DENGESİ</b>	<b>-11.078</b>
<b>D.</b>	<b>İKİNCİL GELİR DENGESİ</b>	<b>2.706</b>
<b>II -</b>	<b>SERMAYE HESABI</b>	<b>16</b>
<b>III -</b>	<b>FİNANS HESABI</b>	<b>-46.680</b>
<b>IV -</b>	<b>NET HATA VE NOKSAN</b>	<b>675</b>

Tablo 16 - 2017 Yılı Aralık Ayı Verilerine Göre Ödemeler Dengesi Bilançosu<sup>204</sup>

<sup>203</sup> T.C. Merkez Bankası İstatistik Genel Müdürlüğü, “Ödemeler Dengesi İstatistiklerine İlişkin Yöntemsel Açıklama”, “<http://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/0ab87526-c290-4bdd-94d4-b8e99e70eba9/BOPMetaveri.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-0ab87526-c290-4bdd-94d4-b8e99e70eba9-mcFYR7h>”, Erişim Tarihi: 21.05.2018

<sup>204</sup> T.C. Merkez Bankası, Ödemeler Dengesi Gelişmeleri - Mart 2018, “<http://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/aa306c7f-1c43-49c5-aeeb->

#### 4.1.1. Dış Ticaret Açığı

Türkiye İstatistik Kurumu ile Gümrük ve Ticaret Bakanlığı işbirliğinde dış ticaret verilerinin derlenmesi sonucunda oluşturulan ihracat ve ithalat verileri dış ticaret dengesini vermekte olup, cari işlemler dengesinin bir alt kalemi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 16’de görüldüğü üzere 2017 Aralık ayında 7,7 milyar \$ düzeyinde gerçekleşen cari açık, yıllık bazda %42,1 oranında artarak 47,1 milyar \$’a ulaşmıştır. Bu dönemde cari açığa kaydedilen 14 milyar \$’lık genişlemenin 12 milyar \$’lık kısmı net altın ithalatından kaynaklanmıştır. Brent türü ham petrol fiyatının bir önceki yıla göre yaklaşık %25 oranında yükselmesi de cari açık üzerinde yukarı yönlü baskı oluşturmuştur. Aşağıdaki Tablo-17’de net enerji ticaretimiz görülmekte olup, 2016 yılı itibariyle yaklaşık 24 Milyar \$ olan Net Enerji Ticaret Açığımız, 2017 yılında yaklaşık 33 Milyar \$’a çıkmıştır. Bu durumda bir önceki yıla oranla %37 oranında net enerji ticaret açığımızın arttığı anlamına gelmektedir.

Yukarıda da bahsedildiği üzere cari işlemler dengesinin bir alt kalemi olan dış ticaret dengesi için şu şekilde bir çıkarımda bulunabilir: “47 milyar dolar cari açığın 33 milyar doları enerji ithalatımızdan kaynaklanmaktadır ve bu tutar toplam cari açığımızın %69,38’ine tekabül etmektedir.”

Türkiye’nin Milli Enerji ve Maden Politikasının 3 saç ayağından biri olan Yerlileştirme ana başlığındaki stratejilerinde yer alan “Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları, ar-ge ve yerli üretim sayesinde yenilenebilir enerji alanında ilerleme sağlanması, Güneş enerjisi santrali sahada panellerle ilk yıl yüzde 60, takip eden yılda

yüzde 70 yerlilik oranıyla olacak şekilde yatırım yapılması ve ar-ge ile yüzde 80 yerli mühendis zorunluluk şartı olması<sup>205</sup> ülkemizin cari açığını düşürücü, enerji ithalatını daraltıcı etkilerinin olacağı aşikârdır.

(Bin ABD \$ -Thousand US \$)				
Ocak-Aralık				
January-December				
Sıra Rank	Fasıllar -Chapters	Değer - Value		Değişim
		2016	2017	Change (%)
<b>İhracat -Export</b>				
	<b>Toplam -Total</b>	<b>142 529 584</b>	<b>157 055 371</b>	<b>10,2</b>
11	<b>27 Mineral yakıtlar, mineral yağlar ve bunların damıtılmasından elde edilen ürünler, bitümenli maddeler, mineral muımlar</b>			
	Mineral fuels, minerals oils and product of their distillation	3 211 455	4 325 262	34,7
<b>İthalat -Import</b>				
	<b>Toplam -Total</b>	<b>198 618 235</b>	<b>233 791 662</b>	<b>17,7</b>
1	<b>27 Mineral yakıtlar, mineral yağlar ve bunların damıtılmasından elde edilen ürünler, bitümenli maddeler, mineral muımlar</b>			
	Mineral fuels, minerals oils and product of their distillation	27 169 080	37 194 822	36,9

**TÜİK, Dış Ticaret İstatistikleri, Aralık 2017**

TurkStat, Foreign Trade Statistics, December 2017

**Fasıl sıralaması; 2017 Aralık ayı rakamlarına göre yapılmıştır.**

Chapters are ranked by December, 2017 figures.

*Tablo 17 - 2017 Yılı Enerji İthalat ve İhracat Tutarları<sup>206</sup>*

Net enerji ve altın ticareti hariç tutulduğunda ise cari açığın 4,3 milyar \$'a gerilediği görülüyor. 2017'de özellikle Rusya'dan gelen turist sayısındaki artış paralelinde yükselen turizm gelirleri ise cari açığı genişlemeyi sınırlandırdığı bilinmektedir.

<sup>205</sup> Albayrak B., Milli Enerji ve Maden Politikası Tanıtım Toplantısı, "http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Bakanlik-Haberleri/Milli-Enerji-Ve-Maden-Politikasi-Tanitim-Programi", Erişim Tarihi:25.05.2018

<sup>206</sup> TÜİK, Dış Ticaret İstatistikleri Aralık 2017 Tablo-4 En Çok İhracat ve İthalat Yapılan 20 Fasıl, Haber Bülteni, 31 Ocak 2018, Sayı: 27783, "http://www.tuik.gov.tr/HbGetir.do?id=27783&tb\_id=4", Erişim Tarihi:23.05.2018

Gelişmekte olan ülkelerde krizin temel göstergelerinden biri olarak kabul edilen cari işlemler dengesi açığının sürdürülebilirliği hususunda cari işlemler dengesi/GSYİH oranının belirli bir eşik değeri aştıktan sonra krize neden olacağı oldukça yaygın bir görüştür. Bu sebeple cari işlemler dengesi/GSYİH oranları çok dikkat edilmesi gereken göstergelerden birisidir. Eşik oran olarak kabul edilen -%5'in üzerinde olması durumunda yabancı yatırımcılar ve diğer ülkeler açısından ülke içerisindeki yabancı yatırımcıların risklerini arttırmakta ve daha fazla yatırım yapmaktan uzaklaştırmakta, diğer yatırımcılara karşı ise Türkiye ekonomisinin görünümünü bozmaktadır.

#### **4.1.2. Büyüme - Enerji İlişkisi ve Enerjide Dışa Bağımlılık**

Yapılan birçok çalışmada Türkiye'nin ekonomik büyüme ve cari denge arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu ve ekonomisi büyüdükçe cari açığın arttığı görülmüştür.<sup>207</sup> Üretmesi için ithal etmesi gereken Türkiye ekonomisinin, ithal girdi bağımlılığı ve enerji ithalatı, cari açığın en büyük nedenleridir.

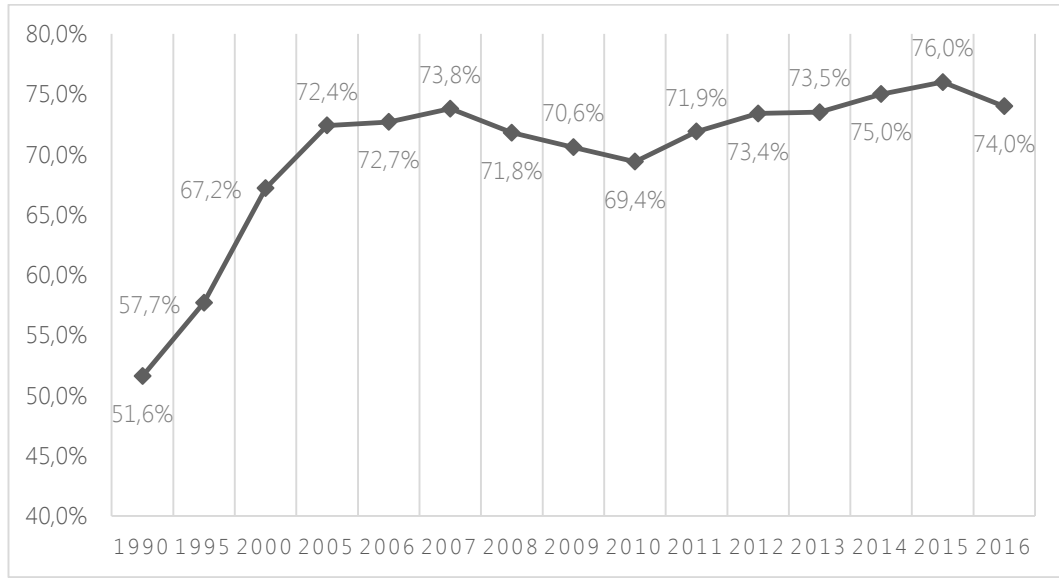
Enerji konusunda dışa bağı olan ülkelerin önemli bir kısmında enerji ithalatı ve ekonomik büyüme arasında ilişki bulunmaktadır. Özellikle yüksek büyüme oranlarının söz konusu olduğu gelişmekte olan ülkelerde, enerji kullanımındaki artış petrol ve doğalgaz gibi enerji kaynaklarının tüketimini arttırmakta ve bu da ithalatın yoğun bir biçimde artmasına neden olarak, ithalattaki artışın yeterli döviz girdisine sahip olmayan bu ülkelerde önemli cari açıkların oluşmasına yol açmaktadır. Enerji taleplerinin karşılanmasında yerli kaynaklara bağı üretim imkânlarının

---

<sup>207</sup> Duman Y.K., Türkiye'de Cari İşlemler Dengesi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki, Sakarya İktisat Dergisi Cilt 6, Sayı 4, 2017, Ss. 12-28.

geliştirilememesi, dışa bağımlı enerji arzının giderek daha fazla derinleşmesine neden olmakta ve söz konusu bu tablo daha da ağırlaşmaktadır.

Birincil enerji talebinin yerli üretim ile karşılanma oranı (TYÜKO), 2016 yılında %26 olarak gerçekleşmiştir. Diğer bir ifadeyle, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı, %74 seviyesindedir. Şekil 22'de yıllara göre dışa bağımlılık oranları verilmiştir.



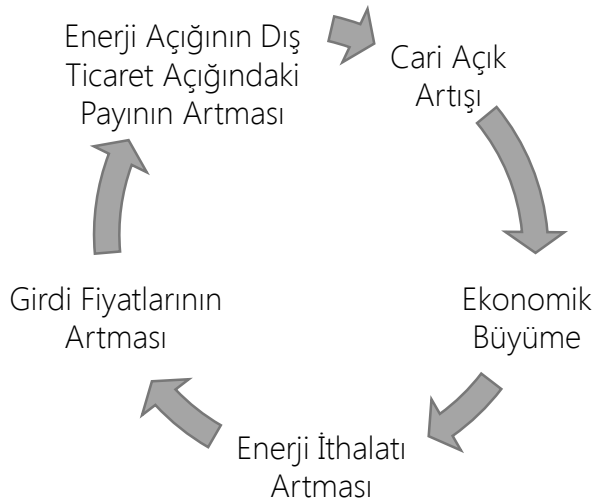
Şekil 22 – Türkiye'nin Enerjide Dışa Bağımlılığı (1990-2016)<sup>208</sup>

2016 yılı verilerine göre bir önceki seneye kıyasla dışa bağımlılık oranında azalma görülmesine rağmen, özellikle 1990'ların başından itibaren doğal gaz tüketimindeki büyük yükselişe bağlı olarak enerjide dışa bağımlılık önemli bir artış göstermiş ve 2000'li yılların başından itibaren %70'ler civarında seyretmeye başlamıştır.

<sup>208</sup> 2016 Yılı Ham Petrol ve Doğalgaz Sektör Raporu (TPAO) ve Türkiye Enerji Görünümü 2018 (TMMOB) verilerinden yararlanılmıştır. "<https://www.mmo.org.tr/kitaplar/turkiyenin-enerji-gorunumu-2018>", "<http://www.tpao.gov.tr/tp5/?tp=m&id=57>", Erişim Tarihi:25.05.2018

GSYH'deki büyüme oranı yükseldikçe enerji kullanan sermaye stokunun dönüşüm olanağı artmakta, enerjinin sermaye faktörü ile tamamlayıcılık ilişkisi içerisinde bulunması nedeniyle de enerji talebi artış göstermektedir. Enerji tüketimindeki yüksek artışlara rağmen yerli enerji üretiminde aynı oranda bir artışın olmaması, ithalata bağımlılık oranını arttırmaktadır.<sup>209</sup>

Fosil yakıtlardan olan petrol ve doğal gazın, Türkiye içerisinde rezervi bulunmadığından, ülke ekonomisine ithal girdi olarak dâhil olması kaçınılmazdır. Ekonomik büyümenin enerji kullanımına, enerji kullanımının da enerji ithalatına sebep olduğu bu durum, Türkiye gibi gelişmekte olan ve enerji ithal eden ülkelerde kısır döngülere sebep olmaktadır. Enerji sektörünün ekonominin sanayi, tarım ve hizmetler gibi diğer sektörleriyle yakın ilişkili olması, dolayısıyla ekonomik faaliyetlerin temelinde enerji tüketiminin yatması, yaşamın her alanında enerjiye ihtiyaç duyulması, enerji ithalatı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi doğrular nitelikte olmaktadır. Dolayısıyla Türkiye, gelişmekte olan bir ülke olarak enerji kullanımını artan seyir izleyen ülkeler arasındadır.



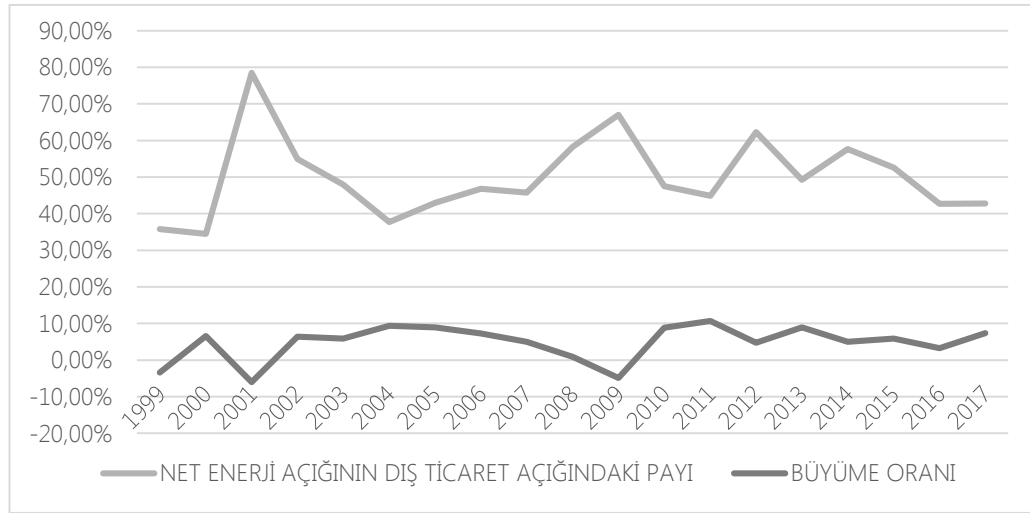
Şekil 23 – Büyüme ve Enerji Döngüsü

<sup>209</sup> Aydın F.F. (2010), Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 320 Sayı: 35, Ocak-Temmuz 2010 ss.317-340.



YILLAR (Bin \$)	NET ENERJİ AÇIĞI	DIŞ TİCARET AÇIĞI	NET ENERJİ AÇIĞININ DIŞ TİCARET AÇIĞINDAKİ PAYI	BÜYÜME ORANI
1999	5.040.015	14.084.047	35,79%	-3,38%
2000	9.211.271	26.727.914	34,46%	6,57%
2001	7.894.666	10.064.867	78,44%	-6,01%
2002	8.512.346	15.494.708	54,94%	6,37%
2003	10.594.936	22.086.856	47,97%	5,88%
2004	12.978.102	34.372.613	37,76%	9,37%
2005	18.614.441	43.297.743	42,99%	8,93%
2006	25.291.674	54.041.499	46,80%	7,30%
2007	28.735.202	62.790.965	45,76%	5,01%
2008	40.749.418	69.936.378	58,27%	0,93%
2009	25.984.005	38.785.809	66,99%	-4,85%
2010	34.027.750	71.661.113	47,48%	8,88%
2011	47.578.509	105.934.807	44,91%	10,66%
2012	52.409.238	84.083.404	62,33%	4,74%
2013	49.192.500	99.858.613	49,26%	8,92%
2014	48.777.575	84.566.959	57,68%	4,97%
2015	33.324.857	63.395.487	52,57%	5,92%
2016	23.957.625	56.088.651	42,71%	3,22%
2017	32.877.638	76.798.395	42,81%	7,36%

Tablo 18 – Türkiye'nin Net Enerji Açığı, Dış Ticaret Açığı ve Büyüme Oranı (1999-2017)<sup>210</sup>



Şekil 24 – Net Enerji Açığının Dış Ticaret Açığındaki Payı ve Büyüme

<sup>210</sup> TÜİK Dış Ticaret, En Çok İthalat ve İhracat Yapan Fasıllar ve Üretim yöntemiyle hesaplanan GSYH verilerinden faydalanılmıştır.

Tablo 18 ve Şekil 23’de ülkemizdeki net enerji açığının dış ticaret açığındaki payı ve büyüme oranı verileri verilmiştir. Net enerji açığının dış ticaret açığındaki payı ile büyüme oranı arasındaki ters korelasyon olduğu görülmektedir. Ülkemizde net enerji açığının dış ticaret açığı üzerindeki payının düştüğü yıllarda büyüme oranımızda artış gözükmemektedir. Bu durum ithal girdi bağımlılığı ve enerji açığının büyüme oranlarına etkilerini ispatlar niteliktedir. Bu çerçevede enerji ithalatını daraltıp enerji ihracatını arttıran politikalar benimsenmesi halinde net enerji açığının düşürülmesi ve dolaylı olarak dış ticaret açığı üzerindeki payının azaltılması, büyüme oranlarında olumlu etkiler gösterecektir.

Ülkemiz gibi enerjide yüksek oranda dışa bağımlı ülkelerin ihtiyaçlarını ekonomik ve güvenli bir şekilde karşılayabilmeleri sürdürülebilir büyüme için kritik öneme sahiptir. Ülkemizin 2017 yılı itibariyle Enerji talep artışında OECD ülkeleri arasında ilk sırada dünyada ise Çin’in ardından ikinci sırada yer almaktadır.<sup>211</sup> Bu çerçevede Artan enerji ihtiyacının karşılanmasında dışa bağımlılığı azaltıcı ve çevresel sorunlara daha az yol açan enerji kaynaklarının enerji portföyü içerisinde kullanılması gerekmektedir. Bu nedenlerden dolayı Türkiye için yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının artırılması bir zorunluluk olmakla beraber ülke ekonomisi açısından çok yönlü faydalar sağlayacaktır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının hazırlamış olduğu 2015-2019 Stratejik Plan kapsamında enerjinin nihai tüketiciye sürekli, sürdürülebilir, çevre ile uyumlu, kaliteli, güvenli ve asgari maliyetlerle arzı ile enerji tüketiminde kaynak çeşitlendirmesini esas alarak; yerli ve yenilenebilir enerji

---

<sup>211</sup> T.C. Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan, 22.Dünya Petrol Kongresi Konuşma Metni, 9 Temmuz 2017, İstanbul, “<https://www.tespam.org/22-dunya-petrol-kongresinde-turk-devlet-erkaninin-konusmalari/>”, Erişim Tarihi:29.05.2018.

kaynaklarını mümkün olan en üst düzeyde değerlendirilmesi temel amaçlar arasında yer almıştır.<sup>212</sup>

2015-2019 Stratejik planında da görüldüğü üzere sürdürülebilirlik bir çatı amaç olup arz güvenliği sağlamak için enerji kaynak çeşitlendirmesi yaparak yerli ve yenilenebilir doğal kaynaklardan yararlanan bir Türkiye hedeflenmektedir. Yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile enerji portföyü içerisinde kaynak çeşitlendirilmesi sağlanarak enerjide dışa bağımlılık azaltılmış ve enerji arz güvenliğinin sağlandığı bir ortamda kalkınmada önemli yol alınmış olur.<sup>213</sup>

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek, Basit Keynesyen Model çerçevesinde milli gelirin azalmasına sebebiyet veren ithalat sızıntısını ve cari açığın düşürülmesini sağlayacaktır. Bu sayede milli gelirimizi ve büyüme hızını çarpan etkisi yaratarak arttıracaktır.

## 4.2. İstihdam

Yenilenebilir enerji ile ilgili çalışmalar, yakın gelecekte, sürdürülebilir enerji için gerekli olan yenilenebilir enerji sistemlerinin hızla çoğalmasına, ekonomik büyüme yanında yeni teknolojilerin geliştirilmesine, geleceği olan yeni işlerin yaratılmasına yol açacaktır.<sup>214 215 216</sup> Petrol, doğalgaz gibi geleneksel rakipleriyle

---

<sup>212</sup> Yıldırım H.H. (2016), Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Projelerinin Finansman Yöntemleri, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:19 Sayı:36-1, Aralık 2016, İİBF-10. Yıl Özel Sayısı.

<sup>213</sup> Bahgat, G. (2006). Europe’s Energy Security: Challenges and Opportunities, *International Affairs*, 82(5): 961-975, p 92.

<sup>214</sup> Moreno Blanca and Lopez Ana Jesus (2008), “The effect of renewable energy on employment, The case of Asturias (Spain)”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*,12, 732–751, p 733.

<sup>215</sup> J. Paska, M. Salek and T. Surma, “Current status and perspectives of renewable energy sources in Poland”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, c. 13,ss.142–154, p 154.

<sup>216</sup> Dalton G.J. ve Lewis T., “Metrics for measuring job creation by renewable energy technologies, using Ireland as a case study”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 2011, 2123–2133, p 2124.

kıyaslandığında yenilenebilir enerji sektörünün daha emek yoğun olduğu ve yüksek doğrudan istihdam potansiyeli yarattığı görülmektedir.

Yapılan çalışmalarda, ekonomik büyümeye yönelik, istihdam artırıcı ve CO2 azaltmak için geliştirilen stratejilerin ve yenilenebilir enerjide devletin sağladığı sübvansiyonların, istihdam üzerinde net pozitif etki yarattığı bulunmuştur. Bu konuda input-output yöntemi ile yapılan diğer çalışmalarda ise, yenilenebilir enerji desteği sağlayan politikalar ve istihdam arasındaki pozitif ilişkide, istihdamı artıran önemli bir unsur olan ihracatın önemine vurgu yapılmaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımlarının istihdamı artırdığı ülkelerde, iç piyasadan ziyade ihracata dönük yenilenebilir enerji teknolojileri ve yan ürünlerinin üretildiği alanların istihdamı artırdığına dikkat çekilmektedir. Ürün geliştirme, endüstriyel mühendislik, üretime geçiş, ön üretim geliştirme veya teknoloji geliştirme, istihdam kaynaklarını yaratan alanlardır.<sup>217</sup>

Literatürde karşıt görüşlerde bulunmaktadır. Yukarıda bahsedilen istihdam yaratıcı etki değerlendirilirken doğrudan istihdamın dikkate alınmasının yetersiz olduğu kadar yanlış yönlendirici olduğu belirten görüşler mevcuttur. Yenilenebilir enerji kullanımı ile ilişkilendirilen istihdam 3 ayrı sınıfta incelenmektedir:<sup>218 219</sup>

- *Doğrudan istihdam*
- *Dolaylı istihdam*
- *Uyarılmış istihdam*

---

<sup>217</sup> Lund Peter .D. (2009), “Effects of energy policies on industry expansion in renewable energy” Renewable Energy,34,2099, 53–64, p 53.

<sup>218</sup> Meyer, I. and Sommer, M.W. (2014). Employment Effects of Renewable Energy Supply A Meta Analysis. WWWforEurope Policy Paper, 12, 1-34, p 7.

<sup>219</sup> Wei, M., Patadia, S., and Kammen, D.M. (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US?. Energy Policy, 38, 919-931, p 924.

Doğrudan istihdam, yenilenebilir enerji sektörünün kendisinin oluşturduğu istihdamı ifade etmektedir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin ARGE, üretim, kurulum-inşaa, işletme-bakım gibi yaşam çevrimlerindeki tüm aşamaları kapsamaktadır. Dolaylı istihdam, yenilenebilir enerji sektörüne girdi/hizmet sağlayan yani tedarik zincirinde yer alan sektörlerde ortaya çıkan istihdamı içermektedir. Uyarılmış istihdam ise yenilenebilir enerji sektörü ile organik bir bağı bulunmamasına rağmen bu sektörde yaşanan gelişmelere bağlı olarak diğer sektörlerde meydana gelen istihdam değişimlerini belirtir.

Alandaki erken dönem çalışmaların ve ilgili kuruluş raporlarının büyük bölümünün sektördeki doğrudan istihdamı dikkate alarak pozitif ve yüksek istihdam beklentileri oluşturduğu görülmektedir. Fakat sadece doğrudan istihdamı dikkate alarak makro politikalara yön vermek uzun dönemde işgücü piyasasında yapısal problemlere sebep olabilecektir. Doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdamın toplamını ifade eden net istihdam etkisinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla yapılan panel veri analizi sonucunda hidroelektrik harici yenilenebilir enerji kaynaklarının payı ile istihdam oranının negatif ilişkili olduğu tespit edilmiştir.<sup>220</sup> Ekosisteme zararlı olduğu gerekçesi ile yoğun şekilde eleştirilen ve teknolojisi baraj tipine göre akarsu tipi (küçük) hidroelektrik, bakım onarım safhasında en fazla istihdam gerektiren enerji türü olduğundan hariç tutulmuştur.<sup>221</sup>

Negatif net istihdam etkisinin muhtemel birkaç sebebinden bahsedilebilir. Bu sebeplerden ilki yenilenebilir enerji kaynaklarının analiz dönemi boyunca geleneksel

---

<sup>220</sup> Ağpak F. ve Özçiçek Ö. (2018), Bir İstihdam Politikası Aracı Olarak Yenilenebilir Enerji, Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Yıl: Nisan 2018 Cilt-Sayı: 11(2) ss: 112-128 ISSN: 2564-693, sy 125.

<sup>221</sup> Rutovizt, J. and Atherton A. (2009). Employment Factor Table in OECD Countries at “Energy sector jobs to 2030: a global analysis”. Institute for Sustainable Futures. Sydney.

rakiplerine karşı daha maliyetli olmasıdır. Yeni nesil yenilenebilir enerji kaynaklarının toplamdaki payı arttıkça görece yüksek maliyetli yapısı nedeniyle ekonomideki toplam enerji maliyetini de artırmakta ve kuram kısmında bahsedilen fiyat/maliyet etkisini harekete geçirmektedir. Bir diğer sebebin yenilenebilir enerji yatırımlarının diğer enerji sektörlerinde oluşturduğu dışlama etkisi olduğu söylenebilir. Enerji yoğun sektörlerde karşılaştırmalı üstünlüklerin kaybedilmesi halinde oluşan istihdam kaybı da bir başka sebep olarak değerlendirilebilir.

Genç istihdamının ekonomideki daralmalardan genel olarak genel istihdama göre fazla etkilendiği bilinmektedir. Dolayısıyla sektörün gerektirdiği yüksek bilgi/beceri seviyesine de sahip olmayan genç nüfusun yenilenebilir enerji kullanımdan daha fazla etkilenmesi olağan görülebilir. Bu durumda ele alınan örneklem kapsamında istihdamın dinamiklerinin Keynesyen teorinin iddia ettiği gibi makro sebeplerden ziyade Klasik teorinin öne sürdüğü mikro ekonomik faktörlerde aranmasının daha uygun olacağı söylenebilir.<sup>222</sup>

Teknolojik açıdan büyük oranda dışa bağımlı ülkelerde, yenilenebilir enerji teknolojilerinin üretim aşamasında ortaya çıkması beklenen istihdam imkânı zayıf kalabilmektedir. İspanya özelinde yapılan çalışmalarda yerli üretim yerine ithalata yönelim artması halinde istihdamda %40 oranında kayıp yaşanacağı tespit edilmiştir.<sup>223</sup>

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının küresel istihdam durumuna bakıldığında, 2017 yılında yenilenebilir enerji sektörü, 2016 yılına kıyasla %5,3 artarak,

---

<sup>222</sup> Ağpak F. ve Özçiçek Ö. (2018), Bir İstihdam Politikası Aracı Olarak Yenilenebilir Enerji, Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Yıl: Nisan 2018 Cilt-Sayı: 11(2) ss: 112-128 ISSN: 2564-693, sy 124-125.

<sup>223</sup> Simas, M., and Pacca, S. (2014). Assessing employment in renewable energy technologies: A case study for wind power in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 83-90, p 88.

500.000'den fazla yeni iş imkanı yaratmıştır. Toplam istihdam rakamı 10,3 milyona ulaşmıştır. Çin, Brezilya, Amerika Birleşik Devletleri, Hindistan, Almanya ve Japonya toplam sektörün %70'ini temsil etmektedir. Yenilenebilir enerji sektörünün sosyoekonomik çıktılarından giderek daha fazla sayıda ülke faydalanmaya başlamış olsa da, üretimin büyük bir kısmı az sayıdaki ülkenin elinde toplanmaktadır. Yenilenebilir enerji alanındaki istihdamın %60'ı Asya bölgesindedir.<sup>224</sup>

Tüm farklı yenilenebilir enerji teknolojileri kıyaslandığında, en fazla iş gücü fotovoltaik güneş sektörü tarafından sağlanmaktadır. 2017 yılında, fotovoltaik güneş alanında çalışan sayısı 2016 yılına göre %9 artarak 3,4 milyona ulaşmıştır. Bu alanda toplam iş gücünün üçte ikisini Çin sağlamaktadır. Çin'de fotovoltaik güneş alanında çalışan toplam 2,2 milyon kişi bulunmakta olup, 2016 yılına kıyasla bu rakam %13 artmıştır. Güneş ısıtma ve soğutma sektöründe istihdam 2017 yılında azalmıştır. Bu sektörde önde gelen ülkelerden olan Çin, Brezilya ve Hindistan'da ciddi düşüşler gözlemlenmiştir. 2017 yılında iş gücü 807.000 olurken 2016 yılına göre %2,6 azalmıştır. Rüzgar enerjisi alanında toplam iş gücü 1,15 milyon civarındadır. Bu sektörde çok daha az ülke tarafından istihdam sağlanıyor olsa da, ülkelerdeki iş gücü yoğunluğu fotovoltaik güneşten daha azdır. Bölgesel resme bakıldığında, rüzgarda güneşe göre daha dengeli bir tablo görülmektedir. Asya 610.000 kişilik iş gücü ile toplamın %50'sini oluştururken, %30 ile Avrupa 2., %10 ile Kuzey Amerika 3. bölge olmuştur.<sup>225</sup>

Çeşitli senaryolar ile yapılan çalışmalar, Türkiye'de birim elektrik enerjisi üretimi başına en fazla istihdam potansiyeli taşıyan yenilenebilir enerji sektörünün

---

<sup>224</sup> Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Yenilenebilir Enerji ve İstihdam: Yıllık Görünüm 2018, "<https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2018/05/IRENA2-1.pdf>", IRENA- "Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2018" verilerinden derleme, Erişim Tarihi: 04.06.2018

<sup>225</sup> Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, a.g.e.

akarsu-tipi hidroelektrik enerjisi sektörü olduğunu göstermiştir. İkinci sırayı güneş enerjisi sektörü almaktadır. Güneş enerjisi sektörü için birincil istihdam aşaması inşa-kurulum aşaması olarak göze çarpmaktadır. Üçüncü sırada yer alan rüzgâr enerjisi için ise üretim aşaması en istihdam yoğun aşama olarak değerlendirilmiştir. Sektörlerin oluşturduğu toplam istihdamın ortalama %23'ünün üretim, %32'sinin inşa-kurulum aşamasında ortaya çıktığı belirtilmektedir.<sup>226</sup>

Türkiye’de 2017 yılında, fotovoltaik güneş sektörü 33.400 kişiye, ısıtma ve soğutma sektörü ise 16.600 kişiye iş imkanı sağlamıştır. Rüzgar sektöründe 14.200 kişi çalışırken küçük hidro, jeotermal ve biyogaz tesislerinde 18.000 kişi istihdam edilmektedir. Toplamda, yenilenebilir enerji sektöründe 84.000 kişiye iş gücü sağlanmaktadır.<sup>227</sup>

Ülkemizdeki güneş ve rüzgar enerjisi potansiyeline bakıldığında, bölgesel olarak yenilenebilir enerji potansiyeli yüksek bölgelerin, ülke içi göç veren illerden oluştuğu görülmektedir.

İBBS2 (26 Bölge)	Net Göç Hızı	Toplam Verdiği Göç	Göç Eden Lise ve Üzeri Eğitimli Sayısı	Eğitimli Sayısının Toplam Göçe Oranı
Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan-TRA2	-23,97%	46.217	25.030	54,16%
Van, Muş, Bitlis, Hakkari-TRB2	-21,57%	69.845	36.806	52,70%
Mardin, Batman, Şırnak, Siirt-TRC3	-17,03%	66.818	38.834	58,12%
Şanlıurfa, Diyarbakır-TRC2	-7,60%	76.448	46.105	60,31%
İstanbul-TR10	-4,81%	358.855	191.567	53,38%
Gaziantep, Adıyaman, Kilis-TRC1	-3,31%	55.646	38.315	68,85%
Kayseri, Sivas, Yozgat-TR72	-3,10%	61.869	43.255	69,91%

<sup>226</sup> Arlı Yılmaz, S. (2014), Yeşil İşler ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Alanındaki Potansiyeli, Uzmanlık Tezi. Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü. Ankara.

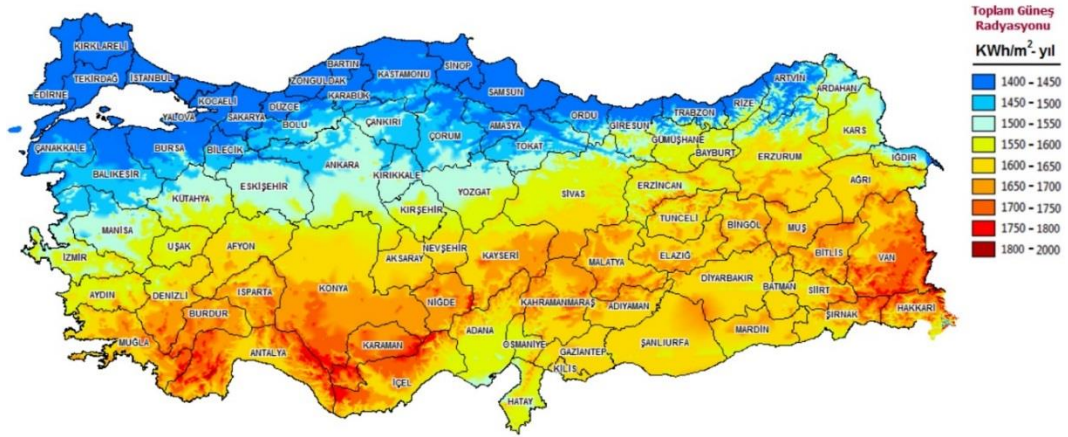
<sup>227</sup> Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Yenilenebilir Enerji ve İstihdam: Yıllık Görünüm 2018, “<https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2018/05/IRENA2-1.pdf>”, IRENA- “Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2018” verilerinden derleme, Erişim Tarihi: 04.06.2018



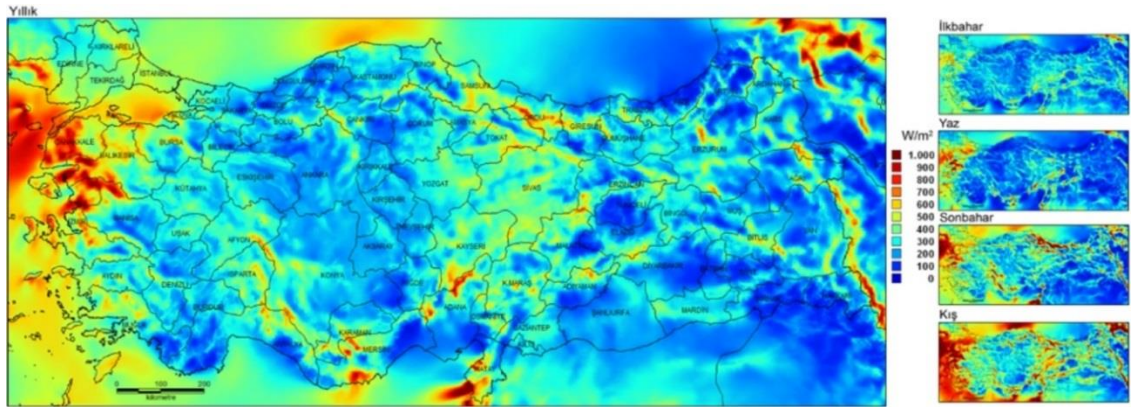
Malatya, Elazığ, Bingöl, Tunceli-TRB1	-2,61%	47.486	35.458	74,67%
Adana, Mersin-TR62	-1,78%	85.405	59.433	69,59%
Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye-TR63	-1,01%	62.285	46.327	74,38%

Tablo 18 - 2016 Yılı Bölgelerin Verdiği Ülke İçi Göç ve Eğitim Durumları<sup>228</sup>

2016 yılında en çok göç veren bölge Doğu Anadolu Bölgesi olmuştur. Onu Güneydoğu Anadolu Bölgesi takip etmektedir. Bu bölgeden göç eden kişilerin yarısından fazlası ise lise ve üstü eğitim durumu olan kişiler olarak görülmektedir.



Şekil 25 - Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA)<sup>229</sup>



Şekil 26 – Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA)<sup>230</sup>

<sup>228</sup> TÜİK, Dinamik Tablolar, “<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>”, Seçilen Göstergeler: 2016 Yılı, Bölgelerin Net Göç Hızı Bilgileri, Göç Eden Nüfusun Eğitim Durumu (verdiği), Erişim Tarihi:06.06.2018

<sup>229</sup> ETKB Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA), “<http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>”, Erişim Tarihi:06.06.2018

<sup>230</sup> ETKB Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA) Rüzgâr Güç Yoğunluğu Haritası 100 m Yükseklik, “[http://www.yegm.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru\\_01.html](http://www.yegm.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html)”, Erişim Tarihi:06.06.2018

Şekil 25 ve Şekil 26’da görüldüğü üzere, tablo 18’da yer alan ve göç veren illerin yenilenebilir enerji potansiyel atlaslarında yer alan alanlar olduğu görülmektedir.

Dolayısıyla bu bölgelerde yapılacak olan yenilenebilir enerji yatırımları, ülkemizin gelişmiş bölgelerine göç eden eğitilmiş ve nitelikli nüfusun bölgede kalarak hem bölge istihdam oranını arttıracak hem de iç göçü önlemesi noktasında kaldıraç etkisi yaratacaktır. Bu kapsamda, yapılacak olan yenilenebilir enerji yatırımları ileri teknoloji ve ar-ge çalışmaları gerektirdiğinden bölge nüfusunda teknik eğitime yönelik talep artacaktır. Bunun yanında söz konusu bölgeye ilişkin yatırımların dolaylı ve uyarılmış istihdamı da arttırması neticesinde oluşacak olan yan sektörler de bölgesel ticaret hacmini arttırarak istihdam oranlarını pozitif yönde etkileyecektir.

### **4.3. Finansman**

Yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yatırımların yapılabilmesinde önemli olan başlıklardan birisi de projelerin finansmanı konusudur. Fosil kaynaklara nazaran yatırımların maliyetinin yüksek olması finansman noktasında çeşitli zorluklar oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji projelerinin finansmanında, finansör kurumun borçlanma imkanları, ülkenin kredi notu, yatırımcının kredibilitesi ve yatırımın fizibilitesinin yanı sıra uygulanan politikalar ve teşvik mekanizmaları da büyük önem arz etmektedir.

Projelerinin yaşam döngüsünün orta vadede ekonomik olmasına karşın, bu yatırımların sermaye maliyetlerinin işletme maliyetlerine oranının başlangıçta yüksek

seyretmesi, elektrik satış gelirleri ve borç servis yükümlülükleri arasında dengesizlik bulunması, uzun vadeli finansman sağlanmasını zorunlu hale getirmektedir.<sup>231</sup>

Projelerin ekonomik analizlerinin sonucunda eğer proje karlı bulunursa, proje finanse edilerek yapılmalıdır. Yatırım için yapılan ekonomik değerlendirme tek başına yeterli değildir. Ekonomik analiz sonucu kârlı olan bir proje ilerleyen dönemlerde gerçekleşecek birtakım problemler ile karşılaşabilir.<sup>232</sup> Ekonomik analiz sonucu yeterli karlılıkta olan yatırımlar için kısa ve uzun dönemde ihtiyaç duyulacak finansman kaynağının belirlenmesi gerekmektedir. Kısa dönemlerdeki kaynak finansmanı çalışma sermayesi olarak uzun dönemlerdeki kaynak finansmanı sabit yatırım olarak tanımlanmaktadır. Proje finansmanında ihtiyaç duyulan çalışma sermayesi ve sabit yatırım sermayesi çeşitli kaynaklarla finanse edilir. Finansmanda kullanılan kaynaklar temelde iç kaynaklardan (öz kaynak) ve dış kaynaktan (borç) sağlanmaktadır.<sup>233</sup> Bununla birlikte girişimci sermayesi(private equity) veya proje finansmanı şeklinde de yenilenebilir enerji kaynakları yatırımları için finansman sağlanabilir.<sup>234</sup> Ayrıca sermaye piyasalarında tahvil veya pay da çıkarılabilir. Öz sermaye temini, yenilenebilir enerji projesini üstlenen şirket tarafından pay ihracı yoluyla gerçekleştirilebileceği gibi özellikle teknoloji geliştirme aşamasında girişim sermayesi biçiminde de olabilir.<sup>235</sup> Benzer biçimde tahvil ihracında da yenilenebilir enerji

---

<sup>231</sup> The World Bank and Climate Investment Funds, Financing renewable energy Options for Developing Financing Instruments Using Public Funds, “[http://siteresources.worldbank.org/EXTENERGY2/Resources/SREP\\_financing\\_instruments\\_sk\\_clean2\\_FINAL\\_FOR\\_PRINTING.pdf](http://siteresources.worldbank.org/EXTENERGY2/Resources/SREP_financing_instruments_sk_clean2_FINAL_FOR_PRINTING.pdf)”, Erişim Tarihi:30.05.2018

<sup>232</sup> Sariaslan, H. (2006). Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi Planlama- Analiz-Fizibilite, ISBN 9786054627752, Siyasal Kitabevi, Ankara, sy 192.

<sup>233</sup> Berk, N. (2007). Finansal Yönetim, ISBN: 975 - 7337 - 34, Türkmen Kitabevi, İstanbul, sy188.

<sup>234</sup> Donovan, C. (2015). Renewable Energy Finance Powering The Future, ISBN 978-1- 78326-776-7, Imperial College Press, p 5.

<sup>235</sup> McLean, J., Tan, J. Tirpak, D. Sonntag-O’Brien, V. ve Usher, E. (2008), Public Finance Mechanisms to Mobilise Investment in Climate Change Mitigation, United Nations Environment Programme Final Report, “<http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/media/uneppublicfinancereport.pdf>”, Erişim Tarihi:02.06.2018

projesini üstlenen şirket tarafından özel sektör tahvil çıkarılabileceği gibi yenilenebilir enerji finansmanını hedefleyen yeşil tahvil de çıkarılabilir.<sup>236</sup>

Dünyada yenilenebilir enerji projelerinin finansmanında rol oynayan aktörler temel olarak yatırım, kalkınma bankaları ve ticari bankalar ile kurumsal finansman şirketleri ve uluslararası finans kuruluşlarıdır.



Şekil 27 – Yatırım Projelerinin Finansmanında Kilit Rol Oynayan Aktörler<sup>237</sup>

### 4.3.1. Öz Kaynakla Finansman

Öz kaynak, işletme sahipleri ya da ortaklarının sermaye olarak verdikleri değerler ile faaliyetler sonucu sağlanan ve henüz işletmeden çekilmemiş olan kârları ifade etmektedir.

Yatırımların proje aşamasındayken proje için borçlanma imkanının düşük olması durumunda başvurulacak bir kaynak türüdür. Proje için gerekli fizibilite ve izinlerin alınmasından sonraki süreçte proje ilerledikçe öz kaynak finansmanı projeler için yetersiz olabilmektedir. Yenilenebilir enerji projelerinin finansmanında tamamen öz

<sup>236</sup> Ata, U.S. (2013), Sürdürülebilir Enerjinin Finansmanı, V.Ş. Ediger (Yay.Haz.), Türkiye’de İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Enerji, İstanbul: Enerji ve İklim Değişikliği Vakfı, sy 104.

<sup>237</sup> Varlık İ.G. ve Yılmaz A. (2017), Türkiye Ekonomisinde Yenilenebilir Enerji Projelerinin Gerçekleştirilmesinde Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Finans Politik & Ekonomik Yorumlar 2017 Cilt: 54 Sayı: 623, sy 54.

kaynak finansmanı kullanılması durumunda ortaklar için beklenen getiri bütün ödemeler yapıldıktan sonra kalan tutardır. Yatırımda borç kullanmaktan kaynaklanan vergi tasarrufu öz kaynak finansmanı için mevcut değildir. Öz kaynakla finansmanda projenin verimi ile öz kaynak maliyeti karşılaştırılır. Projenin ekonomik ömrü içerisindeki verimi öz kaynak maliyetinin üstünde olduğu sürece yatırımcılar kazançlıdır. Eğer projenin ekonomik ömrü içerisindeki projenin verimi öz kaynak maliyetinin altında ise, öz kaynak yatırımcısı kayıptadır. Öz kaynak finansmanında sermaye piyasalarında hisse senedi ihraç edilerek de kaynak sağlanır. Öz kaynak finansmanı ile doğru projelere yatırım yapıldığında projenin başarılı sonuçları yatırımcılarına iyi getiriler sağlamaktadır.<sup>238</sup>

Yenilenebilir enerji projelerine ait yatırımlarda öz kaynak, yenilenebilir enerji projesinin sahiplerinden, yenilenebilir enerji projesinin karlılığına inanan projeye katkı sağlayanlardan (ekipman satıcıları, kuruluş yeri sahipleri ve bakım-onarım işleri yapanlar gibi), projenin gerçekleştirileceği bölgede bulunan şirketlerden ve gerçek kişilerden finanse edilerek projelere ortak olabilmektedir.<sup>239</sup>

#### **4.3.2. Girişimci Sermayesi**

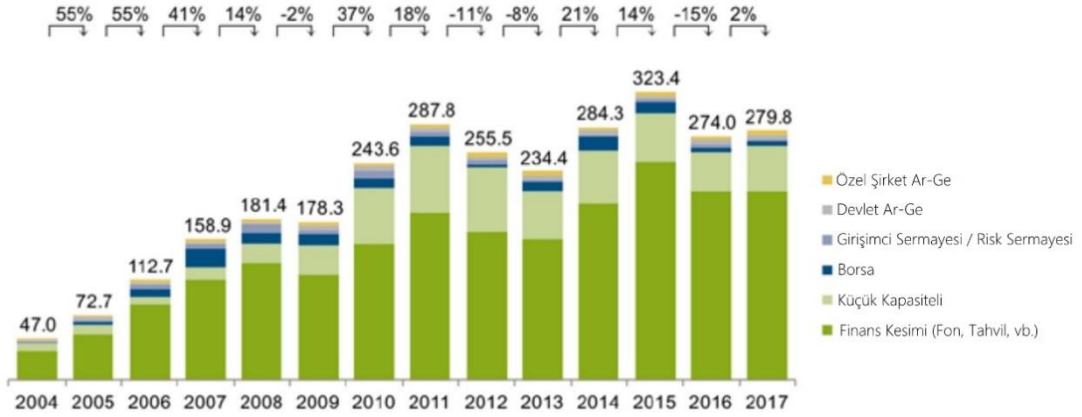
Private Equity (girişim sermayesi) fon fazlası olan şahıs veya kurumsal yatırımcıların; yatırım ihtiyacı içindeki şirketlere yatırım yaparak bu şirkette pay sahibi olması ve şirketin büyümesi ve değer kazanmasıyla bu payları satarak kar etmesi amacını taşıyan yatırım şeklidir.

---

<sup>238</sup> Fight, A. (2006). Introduction to Project Finance, ISBN-13: 978-0-7506-5905-5, Butterworth-Heinemann, Burlington, MA 01803, p 33.

<sup>239</sup> Ağdere, E. (2012). Rüzgar Enerji Sistemlerinde Maliyet Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, sy 37.

Bir projenin hemen her aşaması girişim sermayesi ile finanse edilebilir. Yatırımların ilk fikir aşaması, yatırımın geliştirilmesi aşaması ve yatırımın büyüme döneminde ihtiyaç duyulan sermaye girişim sermayesi ile sağlanabilir.<sup>240</sup>



Şekil 28 – Yenilenebilir Enerjiye Yapılan Varlık Bazlı Küresel Yeni Yatırımlar  
(Milyar \$)<sup>241</sup>

Temiz enerji, girişim sermayesinin de katkısı ile yenilenebilir enerji sektörüyle birlikte gelişme göstermiştir. 2000 yılı öncesinde temiz enerji yatırımları riskli olarak görülmekteydi. Bu sebeple yenilenebilir enerji, yatırımcılar ve bankalar tarafından yeterince ilgi görmeyip limitli derecede büyüme göstermiştir. Ancak daha sonra enerji alanında izlenen politikalar yatırımcıları cesaretlendirmiş ve yenilenebilir enerji kapasitesi ciddi anlamda artış göstermiştir<sup>242</sup>

<sup>240</sup> Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2014), Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı “<https://kusip.gov.tr/kusip/yonetici/tematikAlanEkGoster.htm?id=75>”, Erişim Tarihi:30.05.2018

<sup>241</sup> UN Environment Programme and Bloomberg New Energy Finance, Global Trends in Renewable Energy Investments 2018, “<http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/publications/gtr2018v2.pdf>”, Erişim Tarihi:31.05.2018

<sup>242</sup> Donovan, C. (2015), Renewable Energy Finance Powering The Future, ISBN 978-1- 78326-776-7, Imperial College Press, p 229.

Yenilenebilir enerji yatırımlarında girişimci sermayesi altyapı fonları (infrastructure funds), büyüme sermayesi fonları (growth capital funds) ve risk sermayesi fonları (venture capital) olarak tanımlanabilir.

Risk - Getiri Profili	Düşük risk 5-10 % hedeflenen getiri	Makul risk 10-25 hedeflenen getiri	Yüksek risk > 25 % hedeflenen getiri
	<b>Altyapı fonları</b>		
Yatırım Örneği	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Rüzgar Santralinin İşletilmesi</li> <li>* Güneş Santralinin İşletilmesi</li> <li>* Şebek / Bağlantılar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Rüzgar ve Güneş Santralinin Geliştirilmesi</li> <li>* Türbin Ekipmanlarının Üretimi</li> <li>* Biyodizel için bitki ekimi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Yeni nesil biyodizel süreci için firma büyümesi</li> <li>* Mevcut güneş teknolojisini yeniden dizayn etmek</li> </ul>

Şekil 29 - Yenilenebilir Enerjinin Finansmanında Getiri ve Risk Profili<sup>243</sup>

Şekil 29’de yenilenebilir enerji kaynakları için girişimci sermayesi risk ve getiri profili gösterilmiştir. Yenilenebilir enerji finansmanında girişimci sermayesi risk ve getiri profili dikkate alındığında üç kategoride değerlendirilebilir. Birinci kategoride düşük risk olarak altyapı fonlarına finansman sağlayan ve %5 veya %10 arasında getiri hedefleyen yatırımcılar yer almaktadır. İkinci kategoride makul seviyede risk olarak büyüme sermayesi fonlarına finansman sağlayarak %10 veya %25 arasında getiri hedefleyen yatırımcılar yer almaktadır. Üçüncü kategoride ise yüksek risk olarak risk sermayesine finansman sağlayarak %25’den fazla getiri sağlamayı hedefleyen yatırımcılar yer almaktadır.<sup>244</sup>

<sup>243</sup> Donovan, C. (2015). Renewable Energy Finance Powering The Future, ISBN 978-1- 78326-776-7, Imperial College Press, p 232.

<sup>244</sup> Yıldırım H.H. (2016), Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Projelerinin Finansman Yöntemleri, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:19 Sayı:36-1, Aralık 2016, İİBF-10. Yıl Özel Sayısı, sy 736-737.

### 4.3.3. Yabancı Kaynak Finansmanı

Gelişmekte olan ülkelerde sermaye piyasaları belli bir derinliğe ve genişliğe sahip olmadığından sermaye piyasalarında projeler için öz kaynak finansmanı sağlanamadığında, yabancı kaynak finansmanı yatırımlar için alternatif bir kaynak olmaktadır. Proje kredisi, yenilenebilir enerji projelerinin finansmanında yaygın olarak kullanılan yabancı kaynak finansmanıdır. Proje kredisinde finansmanı sağlayan kuruluş, kredi geri ödemelerini proje gelirlerinden elde edilen nakit akışıyla sağlar. Proje kredisinde verilen teminat projenin kendisidir. Projenin kredisinde finansman için iki önemli kural bulunmaktadır: proje borcunu ödeyip yatırımcısına belli bir düzeyde temettü sağlamalı ve proje teknik olarak uygulanabilir olmalıdır. Yatırımcının kendi adına kredi bulamadığı bir ortamda proje için kredi finansman kaynağı bulabilmektedir. Proje finansmanında toplam finansmanın %20-%30'luk kısmı öz kaynaktan, %80-%70'lik kısmı ise finansör kuruluştan sağlanmaktadır. Öncelikli olarak fon kurularak, projede ihtiyaç duyulacak para fonda toplanıp proje finanse edilir. Proje gerçekleştirmelerinden sonra projeden elde edilen gelirler ile özkaynak ve kredi geri ödemeleri yapılmaktadır. Proje finansmanındaki kredi miktarı, piyasa şartlarına, finanse edilen proje çeşidine ve geliştirici tarafından projede tutulan riske bağlıdır. Yenilenebilir enerji projeleri orta riskli olarak anılan projelerdir.<sup>245</sup>

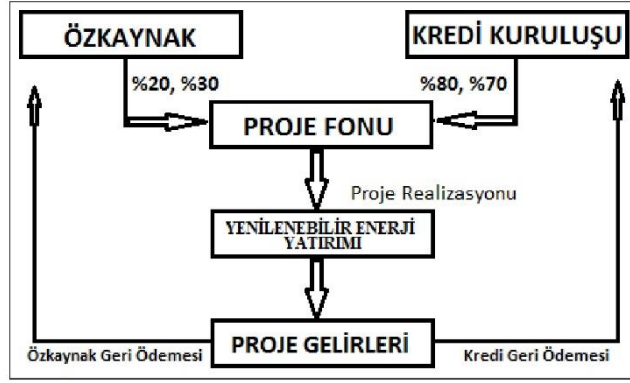
Proje finansmanı geleneksel doğrudan finansmana bir alternatiftir. Proje finansmanı varlığın hayatıyla sınırlıdır. Projeden gelen nakit akışları tekrar yatırıma yönlendirilmek yerine doğrudan proje yatırımcılarına ödenir.<sup>246</sup>

---

<sup>245</sup> Yıldırım H.H. (2016), Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Projelerinin Finansman Yöntemleri, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:19 Sayı:36-1, Aralık 2016, sy 737.

<sup>246</sup> Finnerty, J. D. (2007). Project Financing: Asset-Based Financial Engineering. ISBN 978-1-118-39410-6, John Wiley & Sons, p 30.





Şekil 30 – Proje Finansmanı Modeli<sup>247</sup>

Yenilenebilir enerji projeleri dâhil proje finansmanın öncelikli doğal borç sağlayıcıları büyük uluslararası ticari bankalardır. Uluslararası ticari bankalar, proje finansmanının riskini değerlendirerek kredi verecek fona ve yeterliliğe sahiptirler.<sup>248</sup> Proje kredisi veren kuruluşlar çok taraflı kurumlar ve bölgesel kalkınma bankaları olarak ikiye ayrılarak gruplandırılabilir. Çok taraflı kurumlar, Dünya Bankası, Uluslararası Finans Kurumu ve Çok Taraflı Yatırım Garanti Ajanslarından oluşmaktadır. Bölgesel kalkınma bankaları olarak da Asya Kalkınma Bankası(ADB), Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD), Avrupa Yatırım Bankası (EIB), Amerika Ülkeleri Kalkınma Bankası (IDB) ve İslam Kalkınma Bankası (ISDB) gösterilebilir.

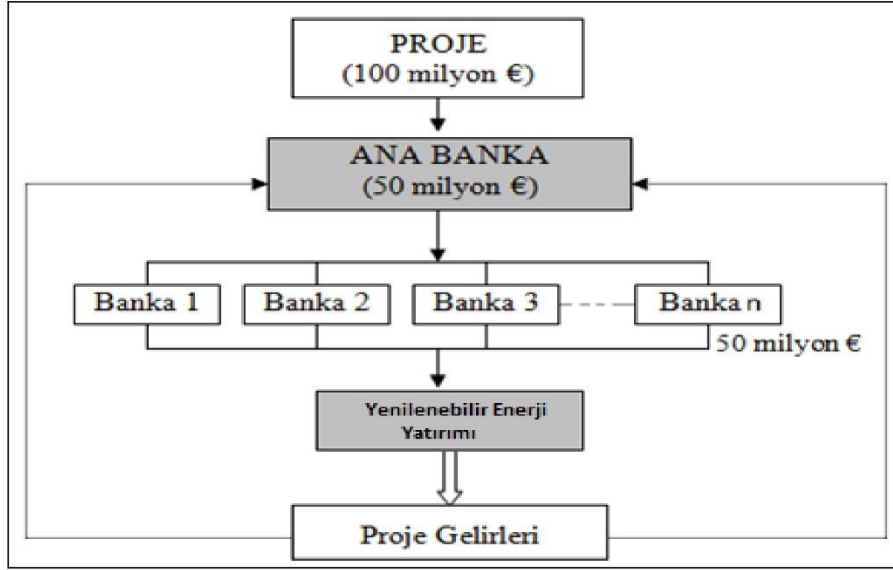
#### 4.3.4. Sendikasyon Kredisi

Bir bankalar grubunun(sendika) borç alacak hükümet, kurum veya kuruluşu büyük miktarda fon sağlamak amacıyla bir araya gelerek borç vermesidir. Riskin bölüşülebilmesi için yüksek yatırım tutarı gerektiren altyapı projelerinin finansmanında geliştirilmiş bir modeldir. Sendikasyon kredisinde kredi sağlayan /

<sup>247</sup> Yıldırım H.H. (2016), a.g.e., 737.

<sup>248</sup> Finnerty J.D. (2007), Project Financing: Asset-Based Financial Engineering. ISBN 978-1-118-39410-6, John Wiley & Sons, p 221.

sağlayanlar ve kredi talep eden olmak üzere 2 taraf vardır. Kredi bir düzenleyici finansal kuruluş (genellikle banka) tarafından ayarlanır ve yapılandırılır ve bir temsilci tarafından yönetilir. Her katılımcı kredinin belirlenmiş bir yüzdesini sağlamakla yükümlüdür.<sup>249</sup> Sendikasyon kredileri içerik olarak büyük krediler olup genellikle LIBOR değişken faizi uygulanmaktadır.



Şekil 31 – Yenilenebilir Enerji Yatırımları için Sendikasyon Kredisi İşleyişi<sup>250</sup>

#### 4.3.5. Yeşil Tahvil

Yeşil tahvil, iki biçimde tanımlanabilir. Dar tanıma göre yeşil tahvil, ihraççıların tahvil ihracı yoluyla elde ettikleri geliri yalnızca çevre dostu projelerde kullanmayı taahhüt ettiği bir borçlanma aracıdır.<sup>251</sup> Yeşil tahvil, daha geniş tanıma göre, tahvilden elde edilecek nakit akışının kısmen veya tamamen yalnızca yeni veya

<sup>249</sup> Fight, A. (2006). Introduction to Project Finance, ISBN-13: 978-0-7506-5905-5, Butterworth-Heinemann, Burlington, MA 01803, p 33.

<sup>250</sup> Yıldırım H.H. (2016), Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Projelerinin Finansman Yöntemleri, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:19 Sayı:36-1, Aralık 2016, İİBF-10. Yıl Özel Sayısı, sy 741.

<sup>251</sup> Ng T.H. ve Tao J.Y. (2016), Bond Financing for Renewable Energy in Asia, Energy Policy, 95, p 6.

devam eden bir yeşil projenin finansmanı veya yeniden finansmanı için kullanıldığı, dört yeşil tahvil ilkesine uyumlu olarak çıkarılan borçlanma aracıdır.<sup>252</sup>

Yeşil tahvillere yönelik ilk ayırım, tahvil ihracı ile elde edilen fonların nasıl kullanıldığı ile ilişkilendirilmektedir. Daha temiz bir çevreye kavuşma amaçlı projelerin finansmanında kullanılan her tahvilin yeşil tahvil olarak tanımlanması doğru olmayacaktır. Çevre dostu projeleri finanse etmek için çıkarılan tahviller temelde etiketli ve etiketsiz olarak ikiye ayrılabilir. Etiketli yeşil tahviller doğrudan yeşil tahvil olarak pazarlanmaktadır. Buna karşılık etiketsiz yeşil tahviller, çevre dostu projelerin finansmanında kullanılmakla beraber sermaye piyasasında yeşil tahvil olarak pazarlanmaz. Ancak halen gelişme aşamasındaki yeşil tahvil pazarında hangi tahvillerin yeşil tahvil olduğu konusunda bir standart mevcut değildir. Bu sebeple yeşil tahvillerin kendi içindeki ayırımı pratikte kolay değildir.<sup>253</sup> 2017 yılı itibarıyla iklimle ilişkilendirilen ve dolaşımda bulunan tahvillerin toplam tutarı 1,1 trilyon dolara ulaşmıştır. Bu tutarın %20'sini oluşturan 221 milyar dolarlık kısmını etiketli yeşil tahviller oluşturmaktadır. Geri kalan 895 milyar dolarlık kısım ise etiketsiz tahvillerden oluşmaktadır.<sup>254</sup>

Yeşil tahvil pek çok piyasa için yeni bir kavram olmasına rağmen önemli tutarda yeşil tahvil ihraçlarının yapıldığı gözlenmektedir. İlk yeşil tahvil ihracı 2007 yılında, Avrupa Yatırım Bankası (European Investment Bank) tarafından

---

<sup>252</sup> International Capital Market Association (2016), Green Bond Principles, “<http://www.icmagroup.org/Regulatory-Policy-and-Market-Practice/green-bonds/green-bond-principles/>”, Erişim Tarihi:02.06.2018

<sup>253</sup> Ng T.H. ve Tao J.Y. (2016), Bond Financing for Renewable Energy in Asia, Energy Policy, 95, p 6.

<sup>254</sup> United Nations Development Programme Financing Solutions for Sustainable Development, Green Bonds, “<https://www.undp.org/content/sdfinance/en/home/solutions/green-bonds.html>”, Erişim Tarihi:02.06.2018

gerçekleştirilmiştir.<sup>255</sup> İzleyen yıllarda bazı önemli ihraçlar ve özellikleri aşağıda özetlenmiştir: <sup>256</sup>

- 2009 yılında ABD hazinesi tarafından 2,4 milyar dolar tutarlı bir yeşil tahvil ihracı gerçekleştirilmiştir. Çıkarılan yeşil tahviller "Temiz Yenilenebilir Enerji Tahvilleri" adıyla piyasaya sürülmüştür. Kupon ödemeli olarak tasarlanan tahvillerin pazarlanabilirliğini artırmak için tahvil yatırımcılarına yönelik olarak vergi indirimi uygulaması yapılmıştır. Ancak bu tahvilin ilgi çekici özelliği vergi indiriminin uygulanma yöntemi ile ilgilidir. Tahvil yatırımcılarına doğrudan kupon ödemesi yapılmamış, bunun yerine yatırımcıya kupon ödemesi tutarı kadar vergi indirimi imkânı tanınmıştır. Yeşil tahvil ihracı ile elde edilen fonların yalnızca rüzgâr, güneş, jeotermal ve biyokütle projelerinde kullanılması öngörülmüştür.
- Bir diğer yeşil tahvil ihracı ise 2007 ve 2009 yıllarında Avrupa Yatırım Bankası tarafından gerçekleştirilmiştir. İklim farkındalık programı kapsamında çıkarılan yeşil tahvilin adı "İklim Farkındalık Tahvili" ve tutarı 840 milyon euro olarak belirlenmiştir. İhracın tertipler halinde yapılması planlanmış ve ilk tertip yeşil tahvilin tutarı 600 milyon euro ve vadesi beş yıl olarak belirlenmiştir. İkinci tertip ise 2009 yılında 240 milyon euro tutarında ihraç edilmiştir. Yeşil tahvillerin cazibesini artırmak için tahvilin getiri oranı, çevresel sürdürülebilir iş modeli programı çerçevesinde hesaplanan bir endeksin (Financial Times FTSE4Good Environmental

---

<sup>255</sup> Chartered Alternative Investment Analyst Association (CAIAA) (2016), Alternative Investment Analyst Review, "[https://www.caia.org/sites/default/files/AIAR\\_Q2\\_2016\\_02\\_GreenBonds.pdf](https://www.caia.org/sites/default/files/AIAR_Q2_2016_02_GreenBonds.pdf)", Erişim Tarihi: 02.06.2018

<sup>256</sup> Mathews, J.A., Kidney, S., Mallon, K. ve Hughes, M. (2010), Mobilizing Private Finance to Drive an Energy Industrial Revolution. Energy Policy, 38, p 338-339.

Leaders Europe 40 Index) getiri oranına endekslenmiştir. Tahvilin ihracı yoluyla sağlanan fonların tamamen yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği alanlarında kullanılması planlanmıştır.

- Dünya Bankasının İskandinavya Bankası (Skandinaviska Enskilda Banken) ile işbirliği yaparak 2008 yılının Kasım ayında çıkardığı yeşil tahvillerin kurumsal yatırımcılara satılması planlanmıştır. Bu yeşil tahvilin ilk tertibi altı yıl vadeli olarak 2,325 milyar İsveç kronu (yaklaşık 250 milyon euro) tutarında ihraç edilmiştir. Tahviller, satışı kolaylaştırmak amacıyla benzer nitelikteki İsveç devlet tahvillerine kıyasla %0,25 primli olarak satılmıştır. İsveç emeklilik fonları bu yeşil tahvillere ilgi göstermiş ve daha sonraki dönemlerde farklı tertipler halinde ve yine kurumsal yatırımcılara yönelik olarak ihraçlar devam etmiştir. Örneğin, ikinci tertip ihracın 300 milyon dolarlık kısmını ABD'de faaliyet gösteren bir emeklilik fonu (The State of California Teachers' Pension Fund) satın almıştır. 2010 yılı sonlarında Dünya Bankasının toplam yeşil tahvil ihracı tutarı 1,5 milyar euro düzeyine ulaşmıştır. Bu ihraçlarda vadeler ise beş, yedi ve on yıl olmuştur.
- Almanya'daki yeşil tahvil ihracı, CRC Breeze Finance şirketi tarafından varlığa dayalı menkul kıymet şeklinde çıkarılmış ve yenilenebilir enerji finansmanında menkul kıymetleştirmenin başarılı bir uygulaması olmuştur. Bu yeşil tahvillerin güvencesini oluşturan varlık havuzu Almanya'da faaliyet gösteren rüzgâr çiftlikleridir. Tahvilin ihraç tutarı 900 milyon euro

olmuştur. Tahvil yatırımcılarına yapılacak kupon ve anapara ödemelerinin rüzgâr çiftliklerinin gelirleriyle karşılanması planlanmıştır.<sup>257</sup>

Dünyada hızla yaygınlaşan yeşil tahviller, özellikle yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında önemli bir araç haline gelmeye başlamıştır. Türkiye'de de ilk ve tek yeşil tahvil ihracı 2016 yılında Türkiye Sınai Kalkınma Bankası (TSKB) tarafından yurt dışına yapılmıştır. Bu yeşil tahvil ihracı, yedi banka koordinatörlüğünde yapılmış olup 5 yıl vadeli ve 300 milyon dolar tutarındadır. TSKB, Türkiye'nin ilk yeşil tahvil ihracından sağladığı fonla yenilenebilir enerji ve kaynak yatırımları ile toplumsal sağlık ve eğitim alanlardaki projelerde kullanacağını belirtmiştir.<sup>258</sup> Türkiye gibi enerji ihtiyacı her geçen gün artan ve enerji ihtiyacının büyük kısmını yurt dışından ithal ettiği birincil enerji kaynakları ile sağlayan bir ülke için TSKB tarafından gerçekleştirilen yeşil tahvil tutarı yeterli değildir. Yeşil tahvili teşvik etmek amacıyla yapılması gerekenler dört başlık halinde sıralanabilir. Bunlar yeşil tahvil standartlarının belirlenmesi, risk algısının azaltılması, maliyetin azaltılması ve vergi teşviki sağlanmasıdır.<sup>259</sup>

Öz kaynakları yeterli olmayan şirketlerin bu yatırımları hayata geçirmekte zorlandığı bilinmektedir. Bu nedenle birçok yenilenebilir enerji yatırımı planlama aşamasında kalmakta veya uygulanması gecikmektedir.<sup>260</sup> Yenilenebilir enerji yatırımlarının geleneksel enerji yatırımlarına göre ilk yatırım miktarının yüksek

---

<sup>257</sup> Kandır S.Y. ve Yakar S. (2017), Yenilenebilir Enerji Yatırımları İçin Yeni Bir Finansal Araç: Yeşil Tahviller, Maliye Dergisi, Ocak-Haziran 2017; 172: 85-110, sy 95-96.

<sup>258</sup> Ünlü, D.E. (2016), Türkiye'nin İlk Yeşil Tahvili TSKB'den, “<http://www.dunya.com/surdurulebilir-dunya/turkiye039nin-ilk-yesiltahvili-tskbden-haberi-316877>”, Erişim Tarihi: 02.06.2018

<sup>259</sup> Kandır S.Y. ve Yakar S. (2017), Yenilenebilir Enerji Yatırımları İçin Yeni Bir Finansal Araç: Yeşil Tahviller, Maliye Dergisi, Ocak-Haziran 2017; 172: 85-110, sy 100.

<sup>260</sup> Üstün, A. (2016), Yenilenebilir Enerji: Türkiye ve Dünya Uygulamalarına Bakış, “<https://home.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/03/tr-yenilenebilir-enerji-dunya-ve-turkiye-uygulamalarina-bakis.pdf>”, (Erişim Tarihi: 02.06.2018)

olduğu düşünöldüğünde ise 2023 yılı hedeflerine ulaşılabilmesi için çok büyük bir finansman gerekeceği açıkça ortaya çıkmaktadır. Türkiye'de yenilenebilir enerjide kurulu gücün artması ile ortaya çıkacak çeşitli kısıtların ortadan kaldırılması ve enerji üretiminde yenilenebilir enerji portföyünün güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, biyokütle enerjisi gibi daha az ticari nitelikteki yatırımları da içerecek şekilde genişletilebilmesi için yenilikçi finansman kaynakları oldukça önemli hale gelmiştir. Bu yenilikçi finansman araçlarından birisi de yeşil tahvildir.<sup>261</sup>

#### **4.4. Destekleme Politikaları ve Araçları**

Yenilenebilir enerji kaynaklarının devlet tarafından desteklenmesi ihtiyacı aslında ekonomik, mali, sosyal birçok nedenden kaynaklanmaktadır. Hükümetlere ve politikacılara göre yenilenebilir enerji destekleme politikalarının yaygınlaşması üç temel neden etrafındadır. Bu nedenler, enerji güvenliğini arttırmak, kırsal-tarımsal sektörlerle ve yüksek üretim teknolojileriyle ekonomik gelişmeleri teşvik etmek, iklimi ve doğayı fosil yakıt kullanımı sonucu olumsuz etkiden korumak olarak ifade edilebilir.<sup>262</sup>

Gelişmekte olan ölkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yaparak, temiz, güvenli ve yerli enerji kaynaklarına sahip olabilecekler ve böylece uzun vadede pahalı enerji ithalatını azaltmış olacaklardır. Enerjide dışa bağımlı olan gelişmekte olan ölkelerin dış ticaret açığının büyük bir oranını enerji ithalatı oluşturmaktadır. Bu

---

<sup>261</sup> Ata, U.S. (2013), Sürdürülebilir Enerjinin Finansmanı, V.Ş. Ediger (Yay.Haz.), Türkiye'de İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Enerji, İstanbul: Enerji ve İklim Değişikliği Vakfı, sy 115.

<sup>262</sup> Yılmaz O. ve Hotunluoğlu, H. (2015). "Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye", Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl: 2, Sayı: 2, sy 84.

nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarının artan şekilde desteklenmesi de bu ülkelerde bir zorunluluk gibi görünmektedir.<sup>263</sup>

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ile ilgili destekler özellikle yasal düzenlemeler, teşvikler, sosyal kurumlar gibi uygulamalarla ilk olarak Avrupa Birliği ülkeleri ve ABD gibi gelişmiş ülkeler tarafından ortaya çıkarılmıştır. Bunun en büyük nedenlerinden biri, bu ülkelerin teknoloji üretebilen ülkeler olması ve sürdürülebilir kalkınma bilincinin daha etkin olduğu ülkeler olmasıdır.<sup>264</sup> Yenilenebilir enerji teşviklerinin birçok çeşidi olmasıyla birlikte çoğu, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimine odaklanmaktadır. Tarife garantileri ve yenilenebilir enerji portföyü standartları politikaları tüm dünyada en yaygın olarak kullanılan destekleme mekanizmalarıdır.<sup>265</sup> Bu bağlamda uygulanan teşvik araçlarına bakıldığında yenilenebilir enerji kaynakları genelde düzenleyici ve mali olmak üzere iki farklı teşvik mekanizması gruplandırması çerçevesinde desteklenmektedir. Destekler coğrafi özellikler, teknoloji ve proje ölçeğine göre farklılaşabilmektedir. Sabit fiyat garantileri, prim garantileri, kota yükümlülükleri (yeşil bazlı sertifikalar ve yenilenebilir portfolyo standartları), ihale yöntemi regülasyon niteliğindeki politikalar gruplandırmasında yer almakta iken; kamu sübvansiyon ve hibeleri, vergi muafiyetleri ve indirimleri ise mali teşvikler gruplandırması içerisinde yer almaktadır.<sup>266</sup>

---

<sup>263</sup> Şen S. (2017), "Yenilenebilir Enerji Üretiminde Maliye Politikası Aracı Olarak Teşvikler: Seçilmiş Bazı Avrupa Ülkelerinin Deneyimleri", Journal of Life Economics, Sayı: 11, sy 69.

<sup>264</sup> Çepik B. (2015), Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Politikaları, Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, sy 96.

<sup>265</sup> KPMG (2016). Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Vergi ve Teşvikler, "<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/05/tr-yenilenebilir-enerjiye-yonelik-vergi-ve-tesvikler.pdf>", Erişim Tarihi:02.06.2018

<sup>266</sup> Eser, L.Y. ve Polat, S. (2015), "Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımına Yönelik Teşvikler: Türkiye ve İskandinav Ülkeleri Uygulamaları", Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi, Sayı 12, 201-225, sy 205, "[http://sbedergi.gumushane.edu.tr/Makaleler/1407042135\\_XI.pdf](http://sbedergi.gumushane.edu.tr/Makaleler/1407042135_XI.pdf)", Erişim Tarihi: 02.06.2018.



#### 4.4.1. Sabit Fiyat Garantisi

Düzenleyici politikalar içerisinde Dünya'da ve Türkiye'de en yoğun biçimde kullanılan teşvik mekanizmalarının başında sabit fiyat garantisi bulunmaktadır. Tarife garantisi veya alım garantisi olarak da ifade edilebilecek bu destek türü; devlet tarafından belirlenen ve genellikle gerekli şartları sağlayan enerji üreticilerine kilowatt-saat başına yapılan sabit nakit ödemeler şeklinde uygulanmaktadır. Sabit fiyat garantisiyle, üreticilere bütün ürünleri için geçerli sabit bir fiyat sunularak, belli oranda bir güvence sağlanması söz konusudur.<sup>267</sup> Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında ilk kurulum maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı, sabit fiyat garantisi uygulaması genel olarak yenilenebilir enerji üretim tesislerinin ilk faaliyete girdiği dönemlerde verilmektedir. Dolayısıyla kullanılan teknolojilerin maliyetinin azalmasına ve birim başına üretilen enerji miktarının artmasına katkıda bulunmaktadır. Bu şekilde maliyetlerin düşmesi doğrultunda sabit tarife fiyatının da düşmesiyle birlikte hükümetler üzerindeki mali yük de bir nebze azalmaktadır.<sup>268</sup>

Sabit fiyat uygulamasını savunanlar bu yöntemin teknolojik gelişmeyi teşvik ettiğini belirtmekte ve buna örnek olarak Almanya ve Danimarka'daki türbin üretimindeki gelişme gösterilmektedir. Bu yönetime getirilen en önemli eleştiri ise üreticiler arasında rekabeti teşvik etmemesi ve sonuçta elektrik fiyatında düşüş görülmemesidir. Bu nedenle, politika amacı olarak rekabetin ya da yenilenebilir enerji kaynaklarının hedeflenen kabul edilebilir bir düzeye çıkarılmasından hangisinin

---

<sup>267</sup> Acar, S., Kitson, L. & Bridle, R. (2015). Türkiye'de Kömür ve Yenilenebilir Enerji Teşvikleri, International Institute for Sustainable Development, GSI (Global Subsidies Initiative) Report Mart 2015, sy 13-14, "[https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/ffsandrens\\_turkey\\_coal\\_tk.pdf](https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/ffsandrens_turkey_coal_tk.pdf)", Erişim Tarihi: 02.06.2018.

<sup>268</sup> Eser, L.Y. ve Polat, S. (2015), "Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımına Yönelik Teşvikler: Türkiye ve İskandinav Ülkeleri Uygulamaları", Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi, Sayı 12, 201-225, sy 206.

önemli olduğunun öncelikle ortaya konulması gerekmektedir. Günümüzde yeni tesislerde sabit fiyat uygulamasında teknolojiye bağlı olarak tedricen fiyat azaltılması tartışılan konuların başında gelmektedir.<sup>269</sup>

Türkiye’de yenilenebilir kaynaklardan elektrik enerjisi üretimine verilen en önemli teşvik türünün, sabit fiyat garantisi olduğu belirtilebilir. Mevcut haliyle Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğe ödenecek tarife, enerji kaynağı türüne göre değişiklik arz etmektedir. 1 Ekim 2013 tarihli ve 28782 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik kapsamında Yenilenebilir enerji kaynakları destekleme mekanizmasına tabi YEK Belgeli üretim lisansı sahipleri için geçerlilik süresi 31.12.2020 tarihine kadar devreye girme koşulu ile 10 yıl olan sabit fiyat garantisi tarifesi Tablo 18’te yer almaktadır. Tablodan görüleceği üzere sağlanan destek hidroelektrik ve rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisleri için kilovat saat başına 7,3 Cent/USD; jeotermal enerjiye dayalı üretim tesisi için 10,5 Cent/USD, biyo-kütle ve güneş enerjisine dayalı üretim tesisleri için ise 13,3 Cent/USD şeklindedir.<sup>270</sup>

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (USD Cent/KWh)	Yurt İçinde Yapılan İmalat İçin Yerli Katkı İlavesi (USD Cent/KWh)
<i>Hidroelektrik üretim tesisi</i>	7,3	2,3
<i>Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi</i>	7,3	3,7
<i>Jeotermal enerjiye dayalı üretim tesisi</i>	10,5	2,7
<i>Biyo-kütle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dâhil)</i>	13,3	5,6

<sup>269</sup> Gözen M. ve Durak S. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretimine Yönelik Piyasa Düzenlemeleri ve Teşvik Uygulamaları, “[http://www.emo.org.tr/ekler/6dce5f2f0e61edb\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/6dce5f2f0e61edb_ek.pdf)”, Erişim Tarihi: 02.06.2018

<sup>270</sup> Ulusoy A. ve Daştan C.B. (2018), Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Vergisel Teşviklerin Değerlendirilmesi, Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, Cilt: 7 Yıl: 7 Sayı:17 (2018/1) ISSN: 2147-3668 – E-ISSN: 2587 – 103X, “<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/458256>”, Erişim Tarihi: 02.06.2018.

Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3	Fotovoltaik - 9,2 Yoğunlaştırılmış (CPV)- 6,7
---------------------------------------	------	--

*Tablo 19 - Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sabit Fiyat Garantisi – I Sayılı Cetvel<sup>271</sup>*

Öte yandan 6094 sayılı Kanun'un "Yerli Ürün Kullanımı" başlığını taşıyan 6/B maddesinde "Lisans sahibi tüzel kişilerin bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı ve 31.12.2015 tarihinden önce işletmeye giren üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve/veya elektromekanik aksamın yurt içinde imal edilmiş olması halinde; bu tesislerde üretilerek iletim veya dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisi için, I sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlara, üretim tesisinin işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl süreyle; bu Kanuna ekli II sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlar ilave edilir." hükmü yer almaktadır. Burada belirtilen yerli aksam oranları bazında en az %55'inin yurt içi katma değerle imal edilmiş olması gereği ile birlikte özetle hidroelektrik üretim tesisleri için 1,0 – 1,3 USD Cent/KWh, rüzgar enerjisi tesisleri için 0,6 – 1,3 USD Cent/KWh, güneş enerjisi tesisleri için 0,5 – 3,5 USD Cent/KWh, biyokütle enerji tesisleri için 0,4 – 2,0 USD Cent/KWh ve jeotermal enerji tesisleri için 0,7 – 1,3 USD Cent/KWh ilave destek uygulanması şeklindedir.<sup>272</sup>

Ülkemizdeki yenilenebilir enerjiye yönelik teşvik uygulamaları ile Danimarka, İsveç, Norveç, Finlandiya ve Almanya gibi diğer ülkeler ile kıyasla yenilenebilir enerjiye yönelik teşvik uygulamaları son derece yetersiz kalmaktadır. Örneğin, elektrik talebinin yaklaşık %30'unu rüzgar enerjisinden karşılayan Danimarka'da, sabit fiyat garantisi 8,06 Euro/KWh'a kadar çıkarken, Türkiye'de aynı destek miktarı,

<sup>271</sup> 6094 sayılı Kanun ile Değişik 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun Eki I Sayılı Cetvel.

<sup>272</sup> Ulusoy A. ve Daştan C.B. (2018), Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Vergisel Teşviklerin Değerlendirilmesi, "<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/458256>", Erişim Tarihi: 02.06.2018.

7,3 Cent/KWh kadardır. Nitekim bu duruma paralel olarak yenilenebilir kaynaklardan faydalanma düzeyi de yine söz konusu ülkelere göre oldukça sınırlıdır.<sup>273</sup>

#### 4.4.2. Prim Garantisi

Prim tarife garantisi ise yenilenebilir enerji üreticilerinin, ürettikleri enerjiyi piyasaya satmaları ve piyasanın zirve fiyatıyla satış fiyatı arasındaki farkı prim olarak almaları şeklinde işlemektedir. Bununla birlikte her birim enerji üretimi için önceden belirlenmiş sabit miktarda prim alınması da mümkündür.<sup>274</sup> Tarife garantisine alternatif olan prim tarife garantisi, üreticiler açısından sabit fiyat garantisinin gelişmiş versiyonu olarak nitelendirilebilir. Bu sistemde, yenilenebilir enerji üreticilerine mevcut elektrik piyasası fiyatları üstünde sabit prim ödemesi yapılmakta ve sabit fiyat garantisinden farklı olarak, üreticiler arasındaki rekabet korunmaktadır. Piyasa fiyatının biraz üzerinde bir prim verilmesine dayalı bu destek yönteminde, piyasa fiyatının belirlenen fiyatı aşması durumunda prim ödenmemektedir. Rekabetçi bir tahsis sürecine dayalı veya maliyet hesaplamaları üzerine otomatik ve öngörülebilir ayarlamalar içerecek şekilde tasarlanmış prim tarife garantisi ayrıca, yatırımcılara öngörülebilir ve güvenilebilir piyasa sinyalleri vererek maliyetleri sınırlayacak ve yenilikçiliği sürdürecektir.<sup>275</sup>

---

<sup>273</sup> Şen S. (2017), “Yenilenebilir Enerji Üretiminde Maliye Politikası Aracı Olarak Teşvikler: Seçilmiş Bazı Avrupa Ülkelerinin Deneyimleri”, Journal of Life Economics, Sayı: 11, sy 72.

<sup>274</sup> Selvi, Ç. (2015). AB 2020 Stratejisi ve 2050 Vizyonu Bağlamında Belirlenen Yeni-İlenebilir Enerji Hedeflerine Ulaşılabilirliğin Mali Açıdan Analiz Edilmesi. Yayımlanmamış Doktora Tezi, T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Avrupa Birliği Anabilim Dalı, İzmir, sy 213.

<sup>275</sup> European Commission (2013). Commission Staff Working Document European Commission Guidance For The Design Of Renewables Support Schemes, “[https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/com\\_2013\\_public\\_intervention\\_swd04\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/com_2013_public_intervention_swd04_en.pdf)”, p 8, Erişim Tarihi: 02.06.2018.

#### 4.4.3. Kota Zorunluluğu ve Enerji Sertifikaları

Yenilenebilir portfolyo standartları olarak da bilinen kota zorunlulukları, tüm dünyada sabit fiyat garantileriyle birlikte hükümetlerin yenilenebilir enerjiyi desteklemek için kullandığı en yaygın politika araçlarından biridir. Yenilenebilir enerji destekleri açısından fiyat temelli olan sabit fiyat garantilerine kıyasla, yenilenebilir portfolyo standartları miktar temelli destek politikasıdır.<sup>276</sup> Yenilenebilir portfolyo standartları yönteminin en önemli ayağını yenilenebilir enerji sertifikaları oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji üreticileri ve tüketicileri, enerji kullanım miktarını arttırdıklarında her birim başına ticarete konu sertifika elde etmektedirler. Yenilenebilir enerji sertifikaları yenilenebilir enerji kaynaklarından bir birim elektrik enerjisi üretildiğini belgeleyen sertifikalardır.<sup>277</sup> Yenilenebilir enerji sertifikaları, yenilenebilir enerjinin fiziksel enerjiden farklı olarak taşıdığı çevresel ve diğer pozitif niteliklerinin alınıp satılabilir hale dönüşmesini mümkün kılan sertifikalardır.<sup>278</sup> Zorunlu kota yönteminde enerji üreticilerine üretilen enerjinin belli bir oranının yenilenebilir kaynaklardan karşılaması zorunlu tutulur. Yenilebilir kaynaklardan kota miktarının üzerinde üretim gerçekleştirenler, bu çerçevede sahip oldukları yeşil sertifikalar ile fazla ürettikleri enerjiyi, kota miktarını dolduramayan diğer üreticilere satabilirler.<sup>279</sup>

---

<sup>276</sup> Abolhosseini, S. & Heshmati, A. (2014). "The Main Support Mechanisms to Finance Renewable Energy Development", IZA Discussion Paper, No. 8182 May, p 10.

<sup>277</sup> Yılmaz, O. & Hotunluoğlu, H. (2015). "Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye", Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl: 2, Sayı: 2, 74-97, sy 88.

<sup>278</sup> Öztürk, D. E. & Kalaycı, E. (2010). "Türkiye Enerji Piyasası İçin Yenilenebilir Enerji Sertifikalarının Değerlendirilmesi", Türkiye 12. Enerji Kongresi, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 14-16 Kasım, Ankara, sy 4.

<sup>279</sup> Şen S. (2017), "Yenilenebilir Enerji Üretiminde Maliye Politikası Aracı Olarak Teşvikler: Seçilmiş Bazı Avrupa Ülkelerinin Deneyimleri", Journal of Life Economics, Sayı: 11, sy 65.

Çeşitli ülkelerde uygulanan yenilenebilir enerji sertifikaları sistemi, uygulamalar açısından birbirinden farklı özellikler gösterse de temel olarak uygulama esasları aynıdır. Belirli bir dönemde üretilen yenilenebilir enerji için üretici şirkete yenilenebilir enerji sertifikaları verilmekte, üretici şirket ürettiği elektriği yenilenebilir enerji sertifikaları ile birlikte veya ayrı olarak satabilmektedir. Yenilenebilir enerji sertifikalarının satılmasıyla birlikte sahipliği el değiştirmekte, aynı biçimde yeni yenilenebilir enerji sertifikaları sahibi de sertifikayı satabilmektedir. Yani diğer bir deyişle sertifikalar birden çok el değiştirebilmektedir.<sup>280</sup>

Yeşil sertifika, yeşil etiket veya yenilenebilir enerji belgesi gibi farklı adlar altında da ifade edilen yenilenebilir enerji sertifikaları sistemi; tüketici, tedarikçi ya da üreticilere tüketim, satış ya da üretim portföylerinin belli bir oranının yenilenebilir kaynaklardan oluşması yönünde kota verilmesini içermektedir. Bu sistemin işleyebilmesi, üretimin gerçekten ilgili yasal düzenlemelerde belirtilen yenilenebilir kaynaklara dayalı olarak gerçekleştirildiğinin resmi olarak belgelenmesini zorunlu kılmaktadır. Yenilenebilir enerji sertifikalarının alınıp satılabilmesi, hem kotasını dolduramayan tarafların sertifika satın alarak kotalarını gerçekleştirmelerine, hem de kotasının üzerinde gerçekleşme sağlayan ya da elinde sertifika bulduran tarafların da aradaki farka ilişkin sertifikaları satarak ek gelir sağlamalarına olanak vermektedir.<sup>281</sup> Yenilenebilir enerji sertifikalarının değeri, genellikle piyasa koşullarında oluşan arz ve talep doğrultusunda belirlenmektedir.<sup>282</sup>

---

<sup>280</sup> Öztürk, D. E. & Kalaycı, E. (2010). "Türkiye Enerji Piyasası İçin Yenilenebilir Enerji Sertifikalarının Değerlendirilmesi" , Türkiye 12. Enerji Kongresi, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 14-16 Kasım, Ankara, sy 4.

<sup>281</sup> Deloitte (2011). Yenilenebilirler İçin Yeni Hayat Yenilenebilir Enerji Politikaları Ve Beklentiler, "https://pvpaneller.weebly.com/uploads/7/1/2/8/7128467/yenilenebilir\_enerji\_politikalar\_trkiye.pdf", sy 6, Erişim Tarihi: 02.06.2018.

<sup>282</sup> Şen S. (2017), "Yenilenebilir Enerji Üretiminde Maliye Politikası Aracı Olarak Teşvikler: Seçilmiş Bazı Avrupa Ülkelerinin Deneyimleri", Journal of Life Economics, Sayı: 11, sy 65-66.

Kota ve yeşil sertifika sistemlerinin en önemli avantajı yenilenebilir enerji sektöründe dolaşımda olan para hacmini artırmaktır. Zorunlu kota ve yeşil sertifika ticareti, en yoğun olarak Avrupa Birliğinde uygulanmakta ancak uygulama alanı ve uygulama süresi açısından geniş bir kapsamı olmadığı için yatırımcıların ihtiyatlı yaklaştığı bir yöntemdir. Oluşan yüksek risk algısı doğrultusunda, gerçekten de diğer teşvik yöntemleri ile desteklenmezse kota uygulamasına dayalı bu sistemin gerçek anlamda yatırımcıya kendisini güvende hissettiren bir yöntem olduğunu belirtmek zor olacaktır.<sup>283</sup>

#### **4.4.4. İhale Yöntemi**

Yenilenebilir enerji kurulumu için devlet tarafından düzenlenen ihalelerle yenilenebilir enerji alanında kapasite oluşturma hedeflenmektedir. Belirli bir kurulu güç ya da ön fizibilitesi yapılmış bir bölgeye tesis kurulması için açılan ve hem rekabetçi bir seçim süreci ile düşük maliyetin garanti edildiği, hem de yatırımcıları teşvik etmek üzere çeşitli özendirici öğelerin sunulduğu ihale yöntemine, özellikle büyük ölçekli yenilenebilir enerji projeleri için başvurulmaktadır. Genellikle ihaleyi kazanan yatırımcıya üretimi için 10-25 yıl gibi belirli bir süre ile sabit nominal fiyat ya da bir fiyat endeksine bağlanmış artışı öngören sabit fiyat garantisi verilmektedir. İhalenin içerdiği teşvikler, özellikle bir reklam kampanyası gibi yatırımcıların ilgisini yenilenebilir yatırımlara yönelttiği için avantaj oluşturmaktadır.<sup>284</sup> İhaleler elektrik alım noktasında fiyat eksiltme usulü ile açık bir şekilde gerçekleştirilmekte ve en uygun fiyatı veren (kilovatsaat başına en düşük teklifi) firma ihaleyi kazanmaktadır.

---

<sup>283</sup> Deloitte (2011), a.g.e. sy 6.

<sup>284</sup> Deloitte (2011). Yenilenebilirler İçin Yeni Hayat Yenilenebilir Enerji Politikaları Ve Beklentiler, “[https://pvpaneller.weebly.com/uploads/7/1/2/8/7128467/yenilenebilir\\_enerji\\_politikalar\\_trkiye.pdf](https://pvpaneller.weebly.com/uploads/7/1/2/8/7128467/yenilenebilir_enerji_politikalar_trkiye.pdf)”, sy 7, Erişim Tarihi: 02.06.2018.

Yapılan ihale fiyatın düşmesine dayalı olarak yenilenebilir enerji maliyetlerini de düşürerek yatırımcı için bir destek sağlamaktadır.<sup>285</sup>

Örnek olarak Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) kapsamında Konya-Karapınar GES ve 12 şehri kapsayan RES kurulumunda açık eksiltme ihale yöntemi kullanılmıştır.<sup>286 287</sup> İhaleler sonucunda 15 yıl alım garantisi ve 30 yıl kullanım hakkı verilmiş olup ar-ge şartı ve yüksek yerlilik oranı göze çarpmaktadır.

#### **4.4.5. Türkiye’de Uygulanan Destekleme Araçları**

Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmek amacıyla bu çerçevede düzenlemeler yapmış ve yapmaya devam etmektedir. 10.05.2005 tarih ve 5346 sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” Türkiye’de konuyla ilgili ilk yasal düzenleme olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretilmesi ve enerji tüketiminde bu kaynakların payının artırılmasına yönelik dünya uygulamalarına paralel Türkiye’de de çeşitli vergisel teşvikler ve mali destek araçları uygulanmaktadır.

Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik sağladığı vergisel teşviklerin, tarihsel süreç ve teşvik türleri açısından yeni olduğu ifade edilebilir. Bu çerçevede, Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynakları vergisel teşviklerini yeterince farklılaştıramadığı düşüncesi eşliğinde, 2012 yılına kadar bu alanda uygulanan tek

---

<sup>285</sup> Yurdadoğ V. ve Tosunoğlu Ş. (2017), Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Destek Politikaları, Eurasian Academy of Sciences Eurasian Business & Economics Journal, 2017 Volume:9 S: 1 – 21.

<sup>286</sup> “Rüzgar YEKA ihalesini kazanan belli oldu”, “<https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/ruzgar-yeka-ihalesini-kazanan-belli-oldu-/875305>”, Erişim Tarihi:02.06.2018.

<sup>287</sup> “Türkiye’nin en büyük güneş santrali ihalesini kazanan belli oldu.”, “<http://www.trthaber.com/haber/ekonomi/turkiyenin-en-buyuk-gunes-santrali-ihalesini-kazanan-belli-oldu-304773.html>”, Erişim Tarihi:02.06.2018



vergisel teşvik türünün damga vergisi istisnası olduğu belirtilmektedir.<sup>288</sup> Benzer şekilde, Türkiye'nin AB ülkelerinde olduğu gibi emlak, özel tüketim vergisi ve enerji vergileri gibi vergisel araçlarla yenilenebilir kaynaklara yönelik talebi arttıracak bir teşvik mekanizması oluşturamadığı ifade edilebilir.<sup>289</sup>

Türkiye'de genel teşvik mekanizması içerisinde yer alan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik vergisel teşvikler bir bütün olarak aşağıdaki gibi özetlenebilir. Buna göre;<sup>290</sup>

- Genel yatırım teşvik rejimi kapsamında,
  - Yatırım ekipmanının yurtiçi veya yurtdışından satın alınmasında katma değer vergisi muafiyetinin sağlanması,
  - Yatırım ekipmanının ithal edilmesinde gümrük vergisi muafiyetinin sağlanması,
  - 31.12.2020 tarihine kadar işleme girecek olan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri için, ulaşım yollarından ve lisanslarında belirtilen sisteme bağlantı noktasına kadarki Türkiye Elektrik İletim AŞ. ve dağıtım şirketlerine devredilecek olanlar da dâhil olmak üzere enerji nakil hatlarından enerji nakil hatları kiralama, irtifak ve kullanma hakkında %85 indirim uygulanması.<sup>291</sup>

---

<sup>288</sup> Sezer, Y. (2012). Enerjide yatırımcı ve tüketici fiyatlarının vergi boyutu. 14. Uluslararası Enerji Arenası, 24-25 Eylül 2012, 1-62, sy 52.

<sup>289</sup> Eser, L. Y. ve Polat, S. (2015). Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımına Yönelik Teşvikler: Türkiye ve İskandinav Ülkeleri Uygulamaları. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi, 12, 201-225, sy 220.

<sup>290</sup> KPMG, Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Vergi Yönelik Vergi ve Teşvikler, "<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/05/tr-yenilenebilir-enerjiye-yonelik-vergi-ve-tesvikler.pdf>", sy 68, Erişim Tarihi:02.06.2018

<sup>291</sup> Gedik H. ve Eraksoy H. (2013), "Renewable Energy: A Quick Guide to Turkish Regulatory Framework", "[http://www.gedikeraksoy.com/publications/Renewable\\_Energy\\_Legislation.pdf](http://www.gedikeraksoy.com/publications/Renewable_Energy_Legislation.pdf)", Erişim Tarihi: 02.06.2018.

- Faaliyetin başladığı tarihten itibaren 5 yıl boyunca geçerli olmak üzere iletim sistemi kullanma bedeline %50 indirim sağlanması,<sup>292</sup>
- Elektrik santralleriyle ilgili olan ve yatırım dönemi içinde sonuçlandırılan belgeler ve işlemlerin damga vergisinden ve harçlardan muaf tutulması,
- Azami 1 MW kapasiteye sahip yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik santralleri ve diğer benzeri yatırımların şirket kurma ve üretim lisansı muafiyetiyle faaliyet gösterebilmesi,
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) tarafından verilen YEK Belgesi ile yenilenebilir enerji teşviklerinden faydalanmak isteyen üreticiler, ilk 8 yıl lisans ücreti ödememektedirler. Sonraki yıllarda ise söz konusu lisans ücretinin %10'unu ödemesi,
- Orman Köylüleri Kalkındırma Geliri, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Geliri alınmaması,
- Hidroelektrik Santrallerinin devlete ait taşınmazlar üzerinde olan rezervuar alanları için bedelsiz kullanım izni verilmesi,
- Kaynağın türüne göre ilgili kamu kuruluşlarından teknik destek sağlanmasıdır. (Örneğin, hidrolik enerji yatırımlarında DSİ, Rüzgar ve güneş enerjisi yatırımlarında Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü teknik destek sunması)

---

<sup>292</sup> 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunu Madde 8.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yenilenebilir enerji, günümüzdeki önemini gelecekte de yitirmeyecek bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünya nüfusunun artması, enerji talebinin artışı, geleneksel enerji kaynaklarının rezerv durumları ve çevresel etkileri bu alana dönük yatırımların hızlanmasına yol açmıştır. Dünya'daki yenilenebilir enerji trendlerinin ise güneş ve rüzgâr enerjisinden yana olduğu görülmektedir. Hidrolik enerjiden faydalanmanın küresel bazda önemini yitirmeye başlaması ve yeni sayılabilecek yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetlerinin düşme eğiliminde devam edeceği öngörüldüğünde güneş, rüzgâr ve biyokütle enerjisi yatırımlarının küresel piyasalarda daha fazla satın alındığı görülmektedir.

Dünyadaki yenilenebilir enerjinin durumuna bakıldığında dalga ve hidrojen enerjisinin daha gelişmemiş alanlar olduğu ve maliyetlerin çok yüksek olması nedeniyle deneysel bazlı değerlendirildiği görülmüştür. Jeotermal enerjinin kullanılmasında önemli jeotermal kuşakların ve levhaların birçoğunun okyanuslarda yer alması ve kıtalara yaklaşan bazı bölgesel alanlarla sınırlı kalması nedeniyle bu alana yapılan yatırımların da kısıtlı olduğu görülmektedir. Ülkemizde jeotermal enerjinin ısıtma, termal, turizm gibi doğrudan kullanım alanlarında değerlendirildiği görülmekte olup toplam jeotermal potansiyelinin %10'u oranında elektrik üretim potansiyeli bulunmaktadır. Bu potansiyelin kullanılması noktasında yapılan çalışmaların devam etmesi büyük önem arz etmektedir.

Ülkemizdeki yenilenebilir enerjide en büyük yatırım ve faydalanma durumu hidrolik enerjinin kullanılması alanında görülmektedir. Çevresel bazlı düşünüldüğünde ise akarsu tipi HES'lerin sık ve sürekli yapılması, inşaat ve işletme sürecindeki çevresel etkilerin ekolojik yaşama da etki ettiği belirtilmektedir. Bu durum

HES yapılacak alanlardaki sosyal kabul boyutunu etkilemektedir. Uzun vadede HES'lerin kurulu gücünden faydalanılması ve yatırımlarının kademeli olarak azaltılmasının, yeni yatırımlarda ise güneş, rüzgar ve biyokütle enerjisine yönelimin faydalı olacağı görülmektedir.

2017 yılı itibariyle 47 milyar dolar cari açığın 33 milyar doları enerji ithalatımızdan kaynaklanmaktadır. Bu tutar toplam cari açığımızın yaklaşık %70'ine tekabül etmektedir. Bu çıkarımdan hareketle hem enerji ithalatına dayalı cari açığın düşürülmesi hem de ekonomik büyümenin gerektirdiği enerji açığının tamamlanabilmesi amacıyla yıllık enerji tüketim artışının üzerinde bir yenilenebilir enerji yatırımı yapılarak ülkemizdeki toplam enerji üretiminde yenilenebilir enerji payının artırılması önem arz etmektedir. Ülkemizin jeopolitik avantajı sayesinde enerji ihracatı ve enerji üzerindeki yerlilik oranı arttırılarak cari açık > dış ticaret açığı > net enerji açığı sorunundan kurtulabileceğimiz düşünülmektedir.

Ülkemizdeki 2017 yılı elektrik üretiminde %17,5 oranındaki ithal kömür kullanımının hem çevresel etkiler bağlamında hem de ekonomiye etkisi nedeniyle kademeli olarak azaltılması gerekmektedir.

Çevresel etkiler bakımından yenilenebilir enerji kaynaklarına en yakın yakıt türünün doğalgaz olduğu görülmektedir. Ancak birim enerji maliyeti olarak düşük olduğu belirtilmekte olup uzun vadede azaltımı sağlanarak yerli enerjiye geçişin hem ödemeler dengesi hem de enerji güvenliği açısından olumlu olacağı görülmektedir.

Güney Kore gibi yüksek katma değerli ürün ihracatına dayalı kalkınma modeli benimseyen ülkelerde temel yapı taşı olan eğitime ayrılan payın artırılması ve ekonomi üzerinde art bölgesi güçlü ürünlere dayalı üretim modelinin (elektronik, ağır makine endüstrisi vb.) devlet tarafından sert politikalar ile izlenmesi sonucunda

kalkınma hamlesinin başarıya ulaştığı bilinmektedir. Bu çerçevede yenilenebilir enerji kaynaklarının ülkemiz açısından yüksek katma değerli ürün olarak hem üretim hem de ihracata katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, art bölgesi güçlü bir alan olarak ülkemiz içerisinde enerji ihracatının GSYH üzerinde yaratacağı pozitif etkisi ve sağlayacağı istihdamın ülke sathına yayılarak kalkınmaya öncelikli yörelerde yeni cazibe merkezleri oluşturması nedeniyle ekonomiyi pozitif etkileyeceği düşünülmektedir.

Küresel dünyada ise yükselişte olan yenilenebilir enerji trendine bakıldığında ar-ge yatırımlarının arttırılması halinde oluşacak bilgi birikimi ve tecrübenin ülke ekonomisinde Know-How yöntemi sayesinde dış pazarda satılabileceği düşünülmektedir. Bunun önceliğinin ise yenilenebilir enerji konusunda uzmanlaşmış akademik personelin kümelenildiği yüksek eğitim kurumlarının kurularak ve var olan bölümlerinin çeşitlendirilerek, bilgi birikiminin toplulaştırılması sonucunda mevcut kurulu yenilenebilir enerji sahalarındaki istihdamın mesleki gelişiminin arttırılmasını sağlayacaktır. Aynı zamanda bu durumun ar-ge yatırımlarının hızlandırarak katma değerli yeni teknolojiler de yaratacağı düşünülmektedir.

Jeopolitik açıdan ise ülkemizin iklimsel farklılıkları bir avantaj olarak kullanılabilir ve muhtelif yerlerde yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi halinde sürekli enerji üretimi sağlanabilecektir. Aynı şekilde kıtalar arası köprü vazifesi gören ülkemizin enerji ihracatında TANAP, Mavi Akım ve Türk Akımı gibi doğalgaz dağıtım projelerinde kullandığımız jeopolitik konum avantajımız, yenilenebilir enerji kaynakları tarafından üretilen yerli enerjinin de Ortadoğu ve Afrika kıtasına satışında söz konusu olabilecektir.

2018 yılı itibariyle yenilenebilir enerji yatırımının kendini kaç yıl içerisinde finanse edeceği, ekipman maliyetleri ve ülke ekonomisine ne düzeyde katma değer sağlayacağı hususunda son yıllarda yapılan ar-ge çalışmaları sonuçlarının düşürdüğü maliyetlerden kaynaklı olarak ayrıntılı veri bulunamamasından ötürü çalışmaya dahil edilmemiştir. Ancak temel yatırım mantığı düşünüldüğünde ilk kurulum maliyetlerini karşılayacak yabancı kaynağın gelmesi, o alanda yapılan yatırımın karlılığına bağlı olduğu bilinmektedir. Yenilenebilir enerjiden üretilecek katma değer, borcun anapara ve faizinin üzerinde getiri sağlayacağı düşünüldüğünden bu alanlara yapılan yatırımlar, finansal aktörleri cezbedecektir. Risk profili açısından değerlendirildiğinde ise finansmanında devlet garantisi verilmesi suretiyle yatırımcı riskinin azaltılmasına olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Finansman araçları bakımından yeşil tahvil ihracı özel sektör kuruluşları tarafından yapılabildiği gibi devlet hazinesi tarafından da çıkarılabilmektedir. Nitekim Fransa ve Polonya'nın yeşil tahvil ihracına yönelik açıklamaları ve bütçelerinde yer vermeleri, devletlerin yeşil tahvil yoluyla yenilenebilir enerji yatırımlarını finanse edebileceğini göstermiştir. Bu çerçevede Hazine Müsteşarlığı eliyle yeşil tahvil ihracı, yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında bir araç olarak kullanılabilir.

Yenilenebilir enerjiden elektrik üretiminin haricinde bunu üretecek ekipmanın ülke içerisinde üretimi de büyük önem arz etmektedir. Ekipman ithalatı önlenerek ülke içerisinde üretiminin teşvik edilmesi önemli miktarda katma değer sağlayacaktır. Mevcut destekleme politikasında var olan yerli ekipman kullanımına sabit fiyat garantisinin arttırılması kolaylığının yetersiz kaldığı düşünülmektedir. Özellikle fotovoltaik modül ve güneş pili üretimini destekleyecek alternatif mekanizmaların oluşturulması gerekmektedir. Bu çerçevede, yerli ekipman kullanımı ve ar-ge

noktasında, ihale yöntemi aracının, yerli ekipman ve ar-ge şartlarına bağlanarak kullanımına devam edilmelidir.

Ülkemizdeki 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu ile birlikte gelen performans esaslı bütçeleme sisteminden Program Bazlı Performans Esaslı Bütçeleme Sistemine (PPBS) geçişin sağlanması halinde, yenilenebilir enerjinin büyük bir program dahilinde ele alınması bir zorunluluktur. Yenilenebilir Enerji Programının oluşturulması halinde o alana ilişkin uzun vadeli ve düşük maliyetli kredi teşvikleri, hızlandırılmış amortisman uygulamaları, vergi muafiyetinin artırılması gibi mali sübvansiyonların sağlanması gerekmektedir. Bütçeleme sisteminde Program Bazlı Performans Esaslı Bütçeleme Sistemine geçilmemesi durumunda ise mevcut sistem üzerinden, anılan mali sübvansiyon mekanizmalarının oluşturulması gerekmekte ve sert bir enerji politikası ile izlenmesi gerekmektedir.

Elektrikli otomotiv sektöründeki gelişmeler elektrik enerjisi talebinin daha da büyüyeceğini ve yenilenebilir enerjinin ne kadar önem arz ettiğini göstermiştir. Gelecek 50 yıllık perspektifte güneş enerjili şarj istasyonlarının yaygınlaşması halinde, kilometre başına maliyetin sadece kurulum ve işletme maliyetine katılım şeklinde gerçekleşmesi düşünüldüğünde insanoğlunun ulaşım maliyetleri daha da azalacaktır.

Genel olarak yenilenebilir enerji yatırımlarına, özel olarak ise fotovoltaik modül ve güneş pili üzerine yoğunlaşan ülkelerin yarattığı teknoloji birikimi, ülkelerin gelişmişlik düzeylerinde ayırt edici farklara yol açarak az gelişmiş ve gelişmiş ülkeler arasındaki makası daha da büyüteceği görülmektedir. Ülkemiz açısından bu fırsata yönelik politikaların geciktirilmeden uygulamaya konulup, ar-ge yatırımları ile ülke içerisinde ekipman üretimi sağlanarak, dünyadaki yenilenebilir enerji sektörü pastasından pay alınması gerektiği düşünülmektedir.

Bu çerçevede ilk kurulum maliyetleri ve çevresel etkileri birlikte düşünülürken artan enerji talebinin karşılanması adına kısa vadede rüzgar enerjisinin kullanılması, uzun vadede ise güneş ve biyokütle enerjisine olan yatırımların artırılması ülkemiz açısından faydalı olacaktır.

Küreselleşmenin norm haline geldiği günümüzde, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı sadece politik bir tercih olmaktan çıkmış ayrıca iktisadi bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu noktada, yeşil enerji temelli sürdürülebilir kalkınmanın 21. Yüzyılda uygulanması zorunlu bir politika olduğu göz önünde bulundurularak, ülkemizin bu alanda yapacağı yatırımlar, sadece enerji yatırımı olarak değil, aynı zamanda gelecek nesillere aktarılacak bir vizyon olarak da önem taşımaktadır. Bu çerçevede, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ülkemiz açısından vazgeçilmez bir politika alanıdır.



## KAYNAKÇA

03.06.2007 tarihli ve 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu

2016 Yılı Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu, TPAO.

2016 Yılı Ham Petrol ve Doğalgaz Sektör Raporu (TPAO) ve Türkiye Enerji Görünümü 2018 (TMMOB) verilerinden yararlanılmıştır.

“<https://www.mmo.org.tr/kitaplar/turkiyenin-enerji-gorunumu-2018>”,

“<http://www.tpao.gov.tr/tp5/?tp=m&id=57>”, Erişim Tarihi:25.05.2018

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunu Madde 8.

6094 sayılı Kanun ile Değişik 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun Eki I Sayılı Cetvel.

A.K. Akella, Saini, R.P. ve Sharma, M.P., “Social, Economical And Environmental Impacts of Renewable Energy Systems”, Renewable Energy, 34, 2009, s.391

Abolhosseini, S. & Heshmati, A. (2014). "The Main Support Mechanisms to Finance Renewable Energy Development", IZA Discussion Paper, No. 8182 May, p 10.

Acar, S., Kitson, L. & Bridle, R. (2015). Türkiye'de Kömür ve Yenilenebilir Enerji Teşvikleri, International Institute for Sustainable Development, GSI (Global Subsidies Initiative) Report Mart 2015, sy 13-14,

“[https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/ffsandrens\\_turkey\\_coal\\_tk.pdf](https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/ffsandrens_turkey_coal_tk.pdf)”,

Erişim Tarihi: 02.06.2018.

Adıyaman Ç., Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları, Yüksek Lisans Tezi, Niğde, 2012.

- Ağaçbiçer G., Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan Swot Analizler, Yüksek Lisans Tezi, 2010.
- Ağdere, E. (2012). Rüzgar Enerji Sistemlerinde Maliyet Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, sy 37.
- Ağpak F. ve Özçiçek Ö. (2018), Bir İstihdam Politikası Aracı Olarak Yenilenebilir Enerji, Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Yıl: Nisan 2018 Cilt-Sayı: 11(2) ss: 112-128 ISSN: 2564-693.
- Ak O., Çakmak E., Aksungur M., Çavdar Y. (2008), Akarsu Üzerindeki Faaliyetlerin Sucul Ekosisteme Etkisine Bir Örnek: Yanbolu Deresi (Arsin-Trabzon), Su ve Enerji Konferansı Bildiriler Kitabı, s. 334-340, Çevre ve Orman Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, XXVI. Bölge Müdürlüğü Artvin. Akkoyunlu A., “Türkiye’de Enerji Kaynakları ve Çevreye Etkileri”, Türkiye’de Enerji ve Kalkınma Sempozyumu, İstanbul, 26 Nisan 2006.
- Akova, İ., 2008, Yenilenebilir Enerji Kaynakları. Nobel Yayınevi, Yayın No: 1294, Ankara.
- Albayrak B. (2011), Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Finansmanı: Bir Uygulama, Doktora Tezi, İstanbul.
- Albayrak B. (2017), Milli Enerji ve Maden Politikası Tanıtım Toplantısı, “<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Bakanlik-Haberleri/Milli-Enerji-Ve-Maden-Politikasi-Tanitim-Programi>”, Erişim Tarihi:25.05.2018
- Altaş İ. H., Fotovoltaj Güneş Pilleri : Yapısal Özellikleri ve Karakteristikleri, Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e, Nisan 1998, Sayı 47, 66-71, Bileşim yayıncılık A.Ş., İstanbul.
- Analysis. WWWforEurope Policy Paper, 12, 1-34, p 7.

- Arlı Yılmaz, S. (2014), Yeşil İşler ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Alanındaki Potansiyeli, Uzmanlık Tezi. Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Arslan O., Akkaya Barajı’nın Niğde İli İklimine Etkisi, Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 6, Sayı 2, (2017), 627-633.
- Arslan V., “Enerji Kaynaklarında Güvenilirlik ve Kömürün Yeri”, TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, 8-9-10 Ocak 2009, 215-228.
- Aslan, Ö. (2007), “Hidrojen Ekonomisine Doğru”, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, c.11: 283-298.
- Ata, U.S. (2013), Sürdürülebilir Enerjinin Finansmanı, V.Ş. Ediger (Yay.Haz.), Türkiye’de İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Enerji, İstanbul: Enerji ve İklim Değişikliği Vakfı.
- Ataman, A.R (2007), “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Anabilim Dalı, Ankara.
- Avcı M., Çatalağzı Termik Santralinin Yarattığı Hava Kirliliğinin Bitkiler Üzerine Etkileri, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliği, Proje No: 1780/21122001, İstanbul.
- Avcı Ö. (2009), Türkiye-Avrupa Birliği Enerji Üretim ve Tüketiminin Karşılaştırmalı olarak Değerlendirilmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Avcı S., Türkiye’de Termik Santraller ve Çevresel Etkileri, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, Sayı 13, sy 17, İstanbul, 2005.

- Aydın F.F. (2010), Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 320 Sayı: 35, Ocak-Temmuz 2010 ss.317-340.
- Bacanlı Ü.G. , “Türkiye’de Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerjinin Önemi”, Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-1, 27-30 Kasım 2006, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s.97-98.
- Badruk, M., 2005. Jeotermal enerji uygulamalarında çevre sorunları. VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 23-26 Kasım 2005 İzmir: Kültürpark Fuar Alanı, sy 354.
- Bahgat, G. (2006). Europe’s Energy Security: Challenges and Opportunities, International Affairs, 82(5): 961-975, p 92.
- Bal N.M., . “Türkiye’nin Enerji Sorunu ve Çözüm Önerileri”, Ekonomik Yaklaşım, Cilt:11, 2000, 79-90.
- Berk, N. (2007). Finansal Yönetim, ISBN: 975 - 7337 - 34, Türkmen Kitabevi, İstanbul, sy188.
- Bilginoğlu, M. A. (1991). Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Sorunu ve Alternatif Enerji Politikaları. Erciyes Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 9.
- Boubel, R. W., Fox, D. L., Turner, D. B. ve Stern, A. C. (1994). Fundamentals of Air Pollution (Vol. Third Edition). California: Academic Press.
- BP Statistical Review of World Energy June 2017, Data Seti, “<https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/excel/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-underpinning-data.xlsx>”, Erişim Tarihi: 10.04.2018.

C. L. Chiu, ve Chang, T.H., “What Proportion of Renewable Energy Supplies is Needed To Initially Mitigate CO2 Emissions in OECD Member Countries?”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 2009,s.1671.

Chandler, W. *Energy and Environment in the Transition Economies-Between Cold War and Global Warming*, Westview Press, Oxford, 2000.

Chartered Alternative Investment Analyst Association (CAIAA) (2016), *Alternative Investment Analyst Review*, “[https://www.caia.org/sites/default/files/AIAR\\_Q2\\_2016\\_02\\_GreenBonds.pdf](https://www.caia.org/sites/default/files/AIAR_Q2_2016_02_GreenBonds.pdf)”, Erişim Tarihi: 02.06.2018

CNN Türk Haber, “Kuş ölümlerini önlemek için rüzgar santrali türbin kanatlarını mora boyadılar”, 12.03.2018 Pazartesi 13:00, “<https://www.cnnturk.com/turkiye/kus-olumlerini-onlemek-icin-ruzgar-santrali-turbin-kanatlarini-mora-boyadilar>”, Erişim Tarihi:08.05.2018

Çepik B. (2015), *Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Politikaları*, Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, sy 96.

Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, “Çevre ve Temiz Enerji: Hidroelektrik”, Haz.,Özcan DALKIR ve Elif ŞEŞEN, Ankara, MRK Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd. Şti., 2011: 14.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme, “<http://www.havaizleme.gov.tr/hava.html>”, Erişim Tarihi:04.05.2018

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Rüzgar Enerji Santralleri Çevresel Etkiler, “[http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/R%C3%83%C5%93ZG%C3%83%83%C5%93ZG%C3%83%83%C5%93ZG](http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/R%C3%83%C5%93ZG%C3%83%83%C5%93ZG%C3%83%83%C5%93ZG%C3%83%83%C5%93ZG)”

83%E2%80%9AR%20ENERJ%C3%84%C2%B0%20SANTRALLER%C3%84%C2%B0.pdf” , Erişim Tarihi:07.05.2018

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Türkiye Çevre Durum Raporu, 2016, Ankara.

Çopur A., Diler A.O., Kaplan O., Alternatif Yakıt Olarak Hidrojen, “<http://gazi.edu.tr/posts/download?id=116880>”, Erişim Tarihi:17.05.2018

Çukurçayır, M. A.,H.Sağır (2008), “Enerji Sorunu, Çevre Ve Alternatif Enerji Kaynakları”, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, c.20: 257.

Dağıştan H. (2006), Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız,Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Türkiye 10. Enerji Kongresi, 74,Ankara :EMO.

Dalton G.J. ve Lewis T., “Metrics for measuring job creation by renewable energy technologies, using Ireland as a case study”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, 2011, 2123–2133, p 2124.

Deloitte (2011). Yenilenebilirler İçin Yeni Hayat Yenilenebilir Enerji Politikaları Ve Beklentiler,

“[https://pvpaneller.weebly.com/uploads/7/1/2/8/7128467/yenilenebilir\\_enerji\\_politikalar\\_trkiye.pdf](https://pvpaneller.weebly.com/uploads/7/1/2/8/7128467/yenilenebilir_enerji_politikalar_trkiye.pdf)”, sy 6, Erişim Tarihi: 02.06.2018.

Demir M., “Enerji İthalatı Cari Açık İlişkisi, Var Analizi ile Türkiye Üzerine Bir İnceleme”, Journal of Academic Researches and Studies, Akademik Araştırmalar Dergisi, Sayı:9, Kasım 2013, 2-27.

Demirbaş Ayhan, “Global Renewable Energy Resources”, Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, Sayı 28:8, 2006, ss.779-792.

Deniz, N., “Enerji ve Çevre Mevzuatı”, Türkiye II. Enerji Sempozyumu, 2000’li Yıllarda Ulusal Enerji Politikaları, TMMOB, EMO Yayını, İstanbul, Mayıs, 2000, s. 349.

- Denizhan, Y. (2008). Herkesin Hayatını Etkileyecek Tercihlerin Bugün Yapılması Gerekıyor. *Endüstri ve Otomasyon*, 139, 82-88.
- Devlet Planlama Teşkilatı, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Devlet Planlama Teşkilatı Yayını, Ankara.
- Dinçer, F., (2011). Türkiye’de Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi Potansiyeli - Ekonomik Analizi ve AB Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Değerlendirme, *KSU Mühendislik Dergisi*, 9
- DiPippo, R., 2012. Geothermal power plants: principles, applications, case studies and environmental impact. 3. USA: Butterworth-Heinemann (Elsevier), sy 494.
- Donovan, C. (2015), *Renewable Energy Finance Powering The Future*, ISBN 978-1-78326-776-7, Imperial College Press.
- DSİ Genel Müdürlüğü, “Baraj Nedir?”, “<http://www.dsi.gov.tr/>”, Erişim Tarihi:21.03.2018
- Duman Y.K., Türkiye’de Cari İşlemler Dengesi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki, *Sakarya İktisat Dergisi Cilt 6, Sayı 4, 2017, Ss. 12-28.*
- Dünya Enerji Konseyi Milli Komitesi, 2003-2004 Türkiye Enerji Raporu, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayını, Ankara, 2006, s.80.
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Yenilenebilir Enerji ve İstihdam: Yıllık Görünüm 2018, “<https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2018/05/IRENA2-1.pdf>”, IRENA- “Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2018” verilerinden derleme, Erişim Tarihi: 04.06.2018
- Earl Finbar Murphy, *Energy and Environmental Balance*, Pergamon Press, USA, 1980, s.10

Ediger V.Ş., “Enerji Arz Güvenliği ve Ulusal Güvenlik Arasındaki İlişki”, SAREM Enerji Arz Güvenliği Sempozyumu, 2007,Ankara.

Edward S.Cassedy, Prospects for Sustainable Energy, A Critical Assessment, Cambridge University Press, UK, 2000.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2014), Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı  
“<https://kusip.gov.tr/kusip/yonetici/tematikAlanEkGoster.htm?id=75>”, Erişim Tarihi:30.05.2018

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Hidrojen Enerjisi, “[http://www.eie.gov.tr/teknoloji/h\\_enerjisi.aspx](http://www.eie.gov.tr/teknoloji/h_enerjisi.aspx)”, Erişim Tarihi: 22.03.2018.

EPDK, Elektrik Piyasası Sektör Raporu Aralık 2017, “<http://www.epdk.org.tr/Detay/Download/9576>”, Erişim Tarihi:20.04.2018

Erdal L. (2011), Enerji Arz Güvenliğini Etkileyen Faktörler ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Alternatifi, Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın, sy 11.

Eser, L. Y. ve Polat, S. (2015). Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımına Yönelik Teşvikler: Türkiye ve İskandinav Ülkeleri Uygulamaları. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi, 12, 201-225.

ETKB Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA), “<http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>”, Erişim Tarihi:06.06.2018

ETKB Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) Rüzgar Güç Yoğunluğu Haritası 100 m Yükseklik,



“[http://www.yegm.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru\\_01.html](http://www.yegm.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html)”, Erişim Tarihi:06.06.2018

European Comission (2013). Comission Staff Working Document European Commission Guidance For The Design Of Renewables Support Schemes, “[https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/com\\_2013\\_public\\_intervention\\_swd04\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/com_2013_public_intervention_swd04_en.pdf)”, p 8, Erişim Tarihi: 02.06.2018.

Fight, A. (2006). Introduction to Project Finance, ISBN-13: 978-0-7506-5905-5, Butterworth- Heinemann, Burlington, MA 01803.

Finnerty J.D. (2007), Project Financing: Asset-Based Financial Engineering. ISBN 978-1-118-39410-6, John Wiley & Sons.

Gaffney JS ve Marley NA (2009). The Impacts of Combustion Emissions on Air Quality and Climate – From Coal to Biofuels and Beyond, Atmospheric Environment, sy 26, “<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.09.016>”, Erişim Tarihi:04.05.2018

Gedik Ö.T., Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, sy 56, Haziran 2015.

Gedik H. ve Eraksoy H. (2013), “Renewable Energy: A Quick Guide to Turkish Regulatory Framework”, “[http://www.gedikeraksoy.com/publications/Renewable\\_Energy\\_Legislation.pdf](http://www.gedikeraksoy.com/publications/Renewable_Energy_Legislation.pdf)”, Erişim Tarihi: 02.06.2018.

Gençoğlu M.T. (2005), Güneş Enerjisi İle Çalışan Su Pompalama Sistemleri, 3e Electrotech, Ağustos 2005/8.

Gençoğlu M.T. ve Cebeci M. (2000), Türkiye'nin Enerji Kaynakları Arasında Güneş Enerji-sinin Yeri ve Önemi, Türkiye 8.Enerji Kongresi, 8-12 Mayıs 2000. Ankara.

General Electric Uluslararası Araştırma ve ABD Ulusal Sağlık Enstitüleri, How Loud Is A Wind Turbine?, “<https://www.ge.com/reports/post/92442325225/how-loud-is-a-wind-turbine/>”, Erişim Tarihi:08.05.2018

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Türkiye Çölleşme Risk Haritası, “[http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/collesmePageGrup/collesme\\_projeler/hids\\_proje.aspx?sflang=tr](http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/collesmePageGrup/collesme_projeler/hids_proje.aspx?sflang=tr)”, Erişim Tarihi: 07.05.2018

Goncaloğlu B.İ., Ertürk F., Erdal A., “Termik Santrallerle Nükleer Santrallerin Çevresel Etki Değerlendirmesi Açısından Karşılaştırılması”, Ekoloji Çevre Dergisi, Sayı: 34, Ocak-Şubat-Mart, 2000.

Gözen M. ve Durak S., “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretimine Yönelik Piyasa Düzenlemeleri ve Teşvik Uygulamaları”, “[http://www.emo.org.tr/ekler/6dce5f2f0e61edb\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/6dce5f2f0e61edb_ek.pdf)”, Erişim Tarihi: 02.06.2018

Güçlüer D. (2010), Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak Alanların Cbs - Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemi İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi.

Gülay, Ahmet Nuri (2008), “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye'nin Geleceği ve Avrupa Birliği İle Karşılaştırılması”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Gültekin A.H., Yüksel Örgün. “Doğalgaz ve Çevre”, Çevre Dergisi, Ekim-Kasım Aralık 1993, Sayı:9, 37-41.

- Gürbüz Ö., Elektrik Enerji Üretiminde Rüzgâr ile Nükleer Enerji Kaynaklarının Maliyet Yönünden Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2010.
- Gürsoy U., Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, Ankara, 2004, s. 135.
- Güvendiren M., Öztürk T., Enerji Kaynağı Olarak Hidrojen ve Hidrojen Depolama, Mühendis ve Makina Dergisi, Sayı:523, Ankara, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayını, Ağustos 2003.
- Halil Kumbur vd. “Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması”, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Mersin, Ekim 2005: 32-38.
- Hayrulloğlu B. (2012), Çevresel Sorunlarla Mücadelede Karbon Vergisi, Ekonomi Bilimleri Dergisi, Cilt:4, No: 2, ss.2-11.
- Hordiski M.F., Alternative Fuels, The Future of Hydrogen, Published by the Fairmont Press Inc., USA, 2007, p.204
- How many jobs can the clean energy industry generate in the US?. Energy Policy, 38, 919-931.
- International Capital Market Association (2016), Green Bond Principles, “<http://www.icmagroup.org/Regulatory-Policy-and-Market-Practice/green-bonds/green-bond-principles/>”, Erişim Tarihi:02.06.2018
- IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2017, “[https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA\\_2017\\_Power\\_Costs\\_2018.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_2017_Power_Costs_2018.pdf)”, sy 34 Erişim Tarihi: 11.04.2018.

- J. Paska, M. Salek and T. Surma, “Current status and perspectives of renewable energy sources in Poland”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, c. 13, ss.142–154, p 154.
- Kandır S.Y. ve Yakar S. (2017), *Yenilenebilir Enerji Yatırımları İçin Yeni Bir Finansal Araç: Yeşil Tahviller*, *Maliye Dergisi*, Ocak-Haziran 2017; 172: 85-110.
- Kantarcı M.D. (2003), “The effect of three thermo electric power plants on Yerkesik-Denizova Forests in Muğla province (Turkey)”, *Water, Air, and Soil Pollution: Focus* 3: 806-818.
- Karagöl E.T., Kavaz İ., Kaya S., Özdemir B.Z., *Türkiye’nin Milli Enerji ve Maden Politikası, SETA Analiz, Haziran 2017 Sayı:203, sy 11*, “<https://setav.org/assets/uploads/2017/06/Analiz203.pdf>”, Erişim Tarihi:26.04.2018
- Karakoç, H.. *Doğalgaz Tüketici El Kitabı*, Demirdöküm Teknik Yayınlar, 2005.
- Karalı Ş., *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye ve Dünya Ekonomisine Katkısı*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2017, sy 54-59.
- Kaymakçıoğlu F., Çirkin T., *Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi ve Elektrik Üretimi*, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE), Bilgi Notu, 1.
- Keskin M., Mert A., *Türkiye’de Enerji ve Çevre Konusunda Yapılan En Büyük Hataların Bir Laboratuvarı: Yatağan-Yeniköy-Gökova Termik Santralleri*, *Mühendis ve Makine Dergisi*, Sayı 509, Haziran 2002.
- Kılıç Ç., Yılmaz M., Sarı R., *Rüzgâr Enerji Sistemlerinin Sosyal Kabul Dinamiklerini Anlamak*, *Coğrafi Bilimler Dergisi CBD* 15 (2), 135- 156 (2017).
- Koca, T. ve A. Çıtlak (2008), “Dalga Enerjisi”, *Yeni Enerji Dergisi*, Sayı:4, İstanbul, Doğa Sektörel Yayın, Mayıs-Haziran 2008.

- Kocaoğlu, Mehmet (Hzl.). Petro-Strateji. İstanbul: Harp Akademileri Basımevi, 1996, 6.
- Koç E. ve Şenel M.C. (2013). Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu - Genel Değerlendirme. Mühendis ve Makina, 54(639), 32-44.
- Koç E. ve Şenel M.C. (2016), Rüzgâr Türbinlerinde Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi, Rüzgar Enerjisi Dergisi, Aralık 2016.
- KPMG (2016). Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Vergi ve Teşvikler, “<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/05/tr-yenilenebilir-enerjiye-yonelik-vergi-ve-tesvikler.pdf>”, Erişim Tarihi:02.06.2018
- Kurdoğlu O, Özalp M. 2010. Nehir Tipi Hidroelektrik Santral Yatırımlarının Yasal Süreç, Çevresel Etkiler, Doğa Koruma Ve Ekoturizmin Geleceği Kapsamında Değerlendirilmesi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs 2010, Cilt: II s. 688-707.
- Kurt G., Koçer N.N., “Malatya İlinin Biyokütle Potansiyeli Ve Enerji Üretimi”, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, cilt:26, sayı:3, Kayseri, 2010: 241.
- Küçükçalı R., Doğalgazda Yeni Açılım LNG ve CNG Sıvılaştırılmış veya Sıkıştırılmış Doğalgazın Kullanımı, [www.ttmd.org.tr](http://www.ttmd.org.tr), Makale.
- Külebi A., Türkiye’nin Enerji Sorunları ve Nükleer Gerekliklik. Birinci Baskı.İstanbul: Bilgi Yayınevi, 2007, 142-143
- Lund Peter .D. (2009), “Effects of energy policies on industry expansion in renewable energy” Renewable Energy,34,2099, 53–64, p 53.
- Mahmutoğlu M. (2013). Türkiye Elektrik Sektöründe Yenilenebilir Enerjinin Rolü, Yüksek Lisans Tezi, 22.

- Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher, Andreas Wiese,(2007) Renewable Energy:Technology, Economics and Environment, New York: Springer Berlin Heidelberg, s.2.
- Mary H. Dickson and Mario Fanelli, What is Geothermal Energy, Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, February 2004, Italy, sy 55.
- Mathews, J.A., Kidney, S., Mallon, K . ve Hughes, M. (2010), Mobilizing Private Finance to Drive an Energy Industrial Revolution. Energy Policy, 38, p 338-339.
- McCormick, M., 1981. Ocean wave energy conversion, Wiley, Annapolis, Maryland.
- McLean, J., Tan, J. Tirpak, D. Sonntag-O'Brien, V. ve Usher, E. (2008), Public Finance Mechanisms to Mobilise Investment in Climate Change Mitigation, United Nations Environment Programme Final Report, “<http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/media/uneppublicfinancereport.pdf>”, Erişim Tarihi:02.06.2018
- MEB, Enerji, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, 2002.
- Meriçboyu A.E., Beker Ü.G., Küçükbayrak S. (1998), Kömür ve Çevre İlişkileri, Kömür-Özellikleri Teknolojisi ve Çevre İlişkileri, 571-583, Özgün Ofset Matbaacılık A.ř.
- Meyer, I. and Sommer, M.W. (2014). Employment Effects of Renewable Energy Supply A Meta
- Morales, J. (2008) —Russia as an Energy Great Power: Consequences for EU Energy Security, Energy Securityl, Visions from Asia and Europe, Derl.: Antonio Marquina, ss.24-34. Palgrave Macmillan, New York.

- Moreno Blanca and Lopez Ana Jesus (2008), “The effect of renewable energy on employment, The case of Asturias (Spain)”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*,12, 732–751, p 733.
- Müezzinoğlu A. (2002), “Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları”, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir.
- Ng T.H. ve Tao J.Y. (2016), Bond Financing for Renewable Energy in Asia, *Energy Policy*, 95.
- Obernberger I, Thek G (2004). Physical characterisation and chemical composition of densified biomass fuels with regard to their combustion behaviour. *Biomass and Bioenergy*, 27(6), 653-669.
- OECD/NEA, Nuclear Energy, “Trends in Nuclear Fuel Cycle”, Paris, France (2001), <http://www1.oecd.org/publications/e-book/660201e.pdf>.
- Oktik, Ş., 2001, Güneş-Elektrik Dönüşümleri Fotovoltaik Güneş Gözelleri ve Güç Sistemleri, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, Ankara.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, “Erozyonla Mücadele Eylem Planı 2013-2017”, “<http://www.cem.gov.tr/erozyon/Files/moduller/erozyon/EROZYON%20EYL> EM.pdf”, Erişim Tarihi:08.05.2018
- Özemre, Ahmet Yüksel, Ahmet Bayülken ve Şarman Gencay. 50 Soruda Türkiye'nin Nükleer Enerji Sorunu. İkinci Baskı. İstanbul: Kaknüs Yayınları, 2000, 11
- Özger M.(2007), Dalga Enerjisi Tahmini Ve Stokastik Modelleme, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 8.
- Özhaseki M., Çevre ve Şehircilik Bakanı, 2018 Yılı Bütçe Sunuşu, Kasım 2017, sy 6, “[http://webdosya.csb.gov.tr/db/strateji/editordosya/2018\\_CSB\\_Butce\\_Web.pdf](http://webdosya.csb.gov.tr/db/strateji/editordosya/2018_CSB_Butce_Web.pdf)”, Erişim Tarihi: 30.04.2018

- Özkaya M. G., Variyenli H.İ., Uçar, S., Rüzgâr Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretimi ve Kayseri İli İçin Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, Cilt 29, sayı 1, s.1-20, 2008.
- Öztürk, D. E. & Kalaycı, E. (2010). "Türkiye Enerji Piyasası İçin Yenilenebilir Enerji Sertifikalarının Değerlendirilmesi", Türkiye 12. Enerji Kongresi, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 14-16 Kasım, Ankara.
- P.İ.G.M., Dünya’da petrol, “www.pigm.gov.tr”, (4 Haziran 2014), s. 1.
- Peavy, H. S. (1985). Environmental Engineering. New York: McGraw-Hill.
- Perdahçi C., Güneş Pillerinin Çatı Dizaynında Kullanılması, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 2005, Mersin.
- Petrole Dair Merak Edilenler, “www.tpao.gov.tr”, Erişim Tarihi: 21.02.2018
- Pfiffer, F.; Struschka, M.. Baumbach; G., Hagenmaier, H. And Hein, K.R., Pilbaem Keith, International Finance, Second Edition, Macmillan Press Ltd. London, 1998 PCDD/PCDF Emissions From Small Firing Systems in Households, Chemosphere 40, 2000.
- Prof. İlder S.K., Hidrojen Enerji Sistemi, Makina Mühendisliği Bölümü, Odtü [https://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi134/d134\\_101105.pdf](https://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi134/d134_101105.pdf), Erişim Tarihi : 22.03.2018
- R. H. Charlier and C. W. Finkl, Ocean Energy, Tide and Tidal Power, Springer Science and Business Media LLC. Publications, Germany, 2009.
- REN21, Renewables 2017 Global Status Report, “[http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399\\_GSR\\_2017\\_Full\\_Report\\_0621\\_Opt.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf)”, sy 25.



- REN21, Renewables 2017 Global Status Report, Figure 4: Estimated Renewable Energy Share of Global Electricity Production, End-2016, Data Seti, “<http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>”, Erişim Tarihi: 10.04.2018
- Reset, Potential Environmental Impacts and Obstacles of Solar Energy, “<http://en.reset.org/blog/potential-environmental-impacts-and-obstacles-solar-energy/>”, Erişim Tarihi: 07.05.2018.
- Rutovizt, J. and Atherton A. (2009). Employment Factor Table in OECD Countries at “Energy sector jobs to 2030: a global analysis”. Institute for Sustainable Futures. Sdney.
- Sağlam M., Uyar T.S., Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli,EMO Bilimsel Dergi, s.2.
- Saidur, R.; Rahim, N.A.; Islam, M.R.; Solangi, K.H. (2011) “Environmental impact of wind energy”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, 2423-2430.
- Saner H.S., Türkiye'de Güneş Enerjisi Santrallerinin Yer Seçimi Ve evresel Etkileri: Karapınar ve Karaman Enerji İhtisas Endüstri Bölgeleri rneklerinin Değerlendirilmesi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara 2015.
- Saraçoğlu N.,” Enerji Ormanciliği Projelerinin Türkiyenin Enerji Potansiyeline Katkı Olanakları”, TMMOB Türkiye 1. Enerji Sempozyumu : Bildiriler Kitabı , 1. Baskı, Ankara, Emo Yayinlari, 1996, sy 50.
- Sarıaslan, H. (2006). Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi Planlama- Analiz-Fizibilite, ISBN 9786054627752, Siyasal Kitabevi, Ankara, sy 192.

- Schlager N. and Weisblatt (Ed.), *Alternative Energy Volume Two*, Library of Congress Cataloging in Publication Data, Thomson Gale, 2006.
- Selvi, Ç. (2015). AB 2020 Stratejisi ve 2050 Vizyonu Bağlamında Belirlenen Yenilenebilir Enerji Hedeflerine Ulaşılabilirliğin Mali Açıdan Analiz Edilmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Avrupa Birliği Anabilim Dalı, İzmir, sy 213.
- Seydioğulları, H.S., (2013). Sürdürülebilir Kalkınma için Yenilenebilir Enerji, *Planlama*,23(1): 19-25.
- Sezer, Y. (2012). Enerjide yatırımcı ve tüketici fiyatlarının vergi boyutu. 14. Uluslararası Enerji Arenası, 24-25 Eylül 2012, 1-62, sy 52.
- Sick, F., Erge, T., 1996, *Photovoltaics in Buildings: A Design Handbook for Architects and Engineers*, James & James Ltd, London.
- Simas, M., and Pacca, S. (2014). Assessing employment in renewable energy technologies: A case study for wind power in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 83-90.
- Sovacool, B.K. (2009) “Contextualizing avian mortality: a preliminary appraisal of bird and bat fatalities from wind, fossilfuel, and nuclear electricity”, *Energy Policy*, 37, 2241-2248.
- Stan Gibilisco, *Alternative Energy Demystified, A Self-Teaching Guide*, McGraw-Hill Companies, USA, 2007, p.201
- Şahin H.E. (2012). Kritik-Üstü Tip Bir Buharlı Güç Santralinin Enerji ve Ekserji Analizi, Yüksek Lisans Tezi, 21.

- Şen S. (2017), “Yenilenebilir Enerji Üretiminde Maliye Politikası Aracı Olarak Teşvikler: Seçilmiş Bazı Avrupa Ülkelerinin Deneyimleri”, Journal of Life Economics, Sayı: 11.
- Şengün, M. T. (2007), Son Değerlendirmeler Işığında Keban Barajı'nın Elazığ İklimine Etkisi, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları.
- T.C. Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan, 22.Dünya Petrol Kongresi Konuşma Metni, 9 Temmuz 2017, İstanbul, “<https://www.tespam.org/22-dunya-petrol-kongresinde-turk-devlet-erkaninin-konusmalari/>”, Erişim Tarihi:29.05.2018.
- T.C. Merkez Bankası İstatistik Genel Müdürlüğü, “Ödemeler Dengesi İstatistiklerine İlişkin Yöntemsel Açıklama”, “<http://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/0ab87526-c290-4bdd-94d4-b8e99e70eba9/BOPMetaveri.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-0ab87526-c290-4bdd-94d4-b8e99e70eba9-mcFYR7h>”, Erişim Tarihi: 21.05.2018
- T.C. Merkez Bankası, Ödemeler Dengesi Gelişmeleri - Mart 2018, “<http://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/aa306c7f-1c43-49c5-aeeb-025ceecdcde52/odemelerdengesi.zip?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-aa306c7f-1c43-49c5-aeeb-025ceecdcde52-mdtsMwC>”, Veri Paketi, Erişim Tarihi: 21.05.2018
- Tabak J. and Ph. D., Natural Gas and Hydrogen, Energy and the Environment, Facts on File Inc. An Imprint of Infobase Publishing, USA, 2009, p.156.
- Terzi, Ü. K.; Alkan M., “Dalga Enerjisi Sistemleri, Ekonomisi, Çevresel Etkileri ve Ülkemiz için Ekonomik Açından Değerlendirilmesi”, Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt-II, 27-

30 Kasım 2006, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 2006, s.177.

The European Wind Energy Association, “Wind Energy – The Facts Volum 4 Environment”, Belgium, 2003.

The World Bank and Climate Investment Funds, Financing renewable energy Options for Developing Financing Instruments Using Public Funds, “[http://siteresources.worldbank.org/EXTENERGY2/Resources/SREP\\_financing\\_instruments\\_sk\\_clean2\\_FINAL\\_FOR\\_PRINTING.pdf](http://siteresources.worldbank.org/EXTENERGY2/Resources/SREP_financing_instruments_sk_clean2_FINAL_FOR_PRINTING.pdf)”, Erişim Tarihi:30.05.2018

TMMOB Fizik Mühendisleri Odası, Nükleer Enerji Raporu. Ankara: 2006, 25-26

Topal M., Arslan E.I., Biyokütle Enerjisi ve Türkiye, 7.Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul, 17-19 Aralık 2008: 242.

TÜİK, Dinamik Tablolar, “<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>”, Seçilen Göstergeler: 2016 Yılı, Bölgelerin Net Göç Hızı Bilgileri, Göç Eden Nüfusun Eğitim Durumu (verdiği), Erişim Tarihi:06.06.2018

Turney D., Fthenakis V., (2011), “Environmental Impacts From The Installation And Operation Of Large-Scale Solar Power Plants”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, sy 3263.

Turney D., Fthenakis V., (2011), a.g.m., sy 3265.

TÜİK, Dış Ticaret İstatistikleri Aralık 2017 Tablo-4 En Çok İhracat ve İthalat Yapılan 20 Fasil, Haber Bülteni, 31 Ocak 2018, Sayı: 27783, “[http://www.tuik.gov.tr/HbGetir.do?id=27783&tb\\_id=4](http://www.tuik.gov.tr/HbGetir.do?id=27783&tb_id=4)”, Erişim Tarihi:23.05.2018

TÜİK, Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, Haber Bülteni, 13.04.2018, Sayı:27675,  
“<http://www.tuik.gov.tr/PdfGetir.do?id=27675>”, Erişim Tarihi:04.05.2018

Türkiye Çevre Vakfı (2006), Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ankara:  
Türkiye Çevre Vakfı Yayınları.

Türkiye Jeotermal Derneği, “Jeotermal Enerji Nedir?”,  
<http://www.jeotermaldernegi.org.tr/sayfalar-Jeotermal-Enerji-Nedir>, Erişim  
Tarihi: 21.03.2018

Uğur, A., Özden, B., Saç, M. M., Yener, G., Altınbaş, Ü., Kurucu, Y. Ve Bolca, M.  
2004, “Lichens and Mosses for Correlation Between Trace Elements and 210Po  
in the Areas Near Coal-Fired Power Plant at Yatağan, Turkey”, Journal of  
Radioanalytical and Nuclear - Chemistry 259 (1): 87-92.

Uğurlu, Ö. (2006), “Türkiye’de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji  
Politikaları” Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler  
Enstitüsü, Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara.

Uluğbay, Hikmet. İmparatorluktan Cumhuriyete Petropolitik. Ankara: Ayraç  
Yayınevi, 2003, 31-33

Ulusoy A. ve Daştan C.B. (2018), Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Vergisel  
Teşviklerin Değerlendirilmesi, Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, Cilt: 7  
Yıl: 7 Sayı:17 (2018/1) ISSN: 2147-3668 – E-ISSN: 2587 – 103X.

UN Environment Programme and Bloomberg New Energy Finance, Global Trends in  
Renewable Energy Investments 2018, “[http://fs-unep-  
centre.org/sites/default/files/publications/gtr2018v2.pdf](http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/publications/gtr2018v2.pdf)”, Erişim  
Tarihi:31.05.2018

United Nations Development Programme Financing Solutions for Sustainable  
Development, Green Bonds,

“<https://www.undp.org/content/sdfinance/en/home/solutions/green-bonds.html>”, Erişim Tarihi:02.06.2018

Uzel Ç., Çevresel Sorunları Önleme Kapsamında Kullanılan Vergi Politikası Ve Türkiye’deki Güncel Durumun Analizi, Uzmanlık Tezi, sy 59, Ankara, 2017.

Uzun A., Enerji Üretim Santralleri İçinde Jeotermal Enerji Santrallerinin Yeri Ve Seçim Kriterleri, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2015.

Ültanır M Ö (1996). Türkiye’nin Biyokütle Enerji Stratejisi Ne Olmalıdır. Bilim ve Teknik, 342.

Ünlü, D.E. (2016), Türkiye'nin İlk Yeşil Tahvili TSKB'den, “<http://www.dunya.com/surdurulebilir-dunya/turkiye039nin-ilk-yesiltahvili-tskbden-haberi-316877>”, Erişim Tarihi: 02.06.2018

Üstün, A. (2016), Yenilenebilir Enerji: Türkiye ve Dünya Uygulamalarına Bakış, “<https://home.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/03/tr-yenilenebilir-enerji-dunya-ve-turkiye-uygulamalarina-bakis.pdf>”, (Erişim Tarihi: 02.06.2018)

Varınca K.B., Varank G., “Güneş Kaynaklı Farklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Kıyaslanması ve Çözüm Önerileri” Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul., s.6.

Varlık İ.G. ve Yılmaz A. (2017), Türkiye Ekonomisinde Yenilenebilir Enerji Projelerinin Gerçekleştirilmesinde Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Finans Politik & Ekonomik Yorumlar 2017 Cilt: 54 Sayı: 623.

- Wagner, W.D, Mckernan, R.L., Flanagan, P.A., Mckernan, R.L., Schrelber, R.W., (1984), “Wildlife Interactions At Solar One Facility”, Report For Research And Development Southern California Edison Company, s.1-31.
- Wei, M., Patadia, S., and Kammen, D.M. (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US?. Energy Policy, 38, 919-931.
- World Energy Council, “World Energy Issues Monitor : 2017”, “<https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/04/1.-World-Energy-Issues-Monitor-2017-Full-Report.pdf>”, Londra, 2017, Erişim Tarihi:11.04.2018.
- Yazıcı H., Akçay M., Özer S., Denizli’de Bir Binanın Farklı Yakıt Türlerine Göre Yakıt Maliyeti Ve Co2 Emisyon Miktarının Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Teknolojik Bilimler Dergisi, Cilt 4 No 2, Aralık 2012, 59-69.
- Yerebakan M., Mikro Enerji Santralleri, İstanbul Ticaret Odası (İTO) Yayınları, İstanbul, 2008, s.223
- Yıldırım H.H. (2016), Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Projelerinin Finansman Yöntemleri, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:19 Sayı:36-1, Aralık 2016, İİBF-10. Yıl Özel Sayısı.
- Yılmaz, O. & Hotunluoğlu, H. (2015). "Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye", Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl: 2, Sayı: 2, 74-97.
- Yılmaz, V., (2009), “Sürdürülebilir Bir Sistemde Biyogazın Yeri”,5.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiri Kitabı, sy 213, Ankara: Emo Yayınları.

Yurdadoğ V. ve Tosunoğlu Ő. (2017), T¼rkiye'de Yenilenebilir Enerji Destek Politikaları, Eurasian Academy of Sciences Eurasian Business & Economics Journal, 2017 Volume:9 S: 1 – 21.

Zuhal ÖZER, “Yeryüzündeki Gün Işığı Deposu: Biyokütle”, Bilim ve Teknik Dergisi, Mayıs 1996, sy 59.

### **İnternet Kaynakları**

“[http://www.eie.gov.tr/teknoloji/dalga\\_enerjisi.aspx](http://www.eie.gov.tr/teknoloji/dalga_enerjisi.aspx)”, Erişim Tarihi: 22.03.2018

“[http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g\\_enj\\_tekno.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx)”, Erişim Tarihi: 07.03.2018

“<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur>”, Erişim Tarihi: 01.02.2018

“<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Uranyum-ve-Toryum>”, Erişim Tarihi: 07.03.2018

“<http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler/172-nukleer-yakit-cevrimi/471-toryum.html>”, Erişim Tarihi: 07.03.2018

“<http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler/172-nukleer-yakit-cevrimi/471-toryum.html>”, Erişim Tarihi: 07.03.2018

“<http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler/166-gunumuzde-nukleer-enerji-rapor/436-bolum-02-nukleer-enerjinin-temel-prensip.html>”, Erişim Tarihi:07.03.2018

“[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_uranium\\_reserves](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_uranium_reserves)”, Erişim Tarihi:07.03.2018.

“[https://en.wikipedia.org/wiki/Natural\\_gas\\_by\\_country](https://en.wikipedia.org/wiki/Natural_gas_by_country)”, Erişim Tarihi: 01.03.2018

“<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Gaz>”, Erişim Tarihi: 02.03.2018



“<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Gaz-Boru-Hatlari-ve-Projeleri>”,

Erişim Tarihi: 02.03.2018

“<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur>”, Erişim Tarihi: 01.02.2018

“<http://www.uky.edu/KGS/coal/images/>, Erişim Tarihi: 16.01.2018

“<http://www.uky.edu/KGS/coal/images/>”, Erişim Tarihi: 16.01.2018

“[https://en.wikipedia.org/wiki/Natural\\_gas\\_by\\_country](https://en.wikipedia.org/wiki/Natural_gas_by_country)”, Erişim Tarihi: 01.03.2018

“<https://euracoal.eu/info/country-profiles/turkey>”, Erişim Tarihi: 01.02.2018

“[https://pvpaneller.weebly.com/uploads/7/1/2/8/7128467/yenilenebilir\\_enerji\\_politik\\_alar\\_trkiye.pdf](https://pvpaneller.weebly.com/uploads/7/1/2/8/7128467/yenilenebilir_enerji_politik_alar_trkiye.pdf)”, sy 6, Erişim Tarihi: 02.06.2018.

“[https://pvpaneller.weebly.com/uploads/7/1/2/8/7128467/yenilenebilir\\_enerji\\_politik\\_alar\\_trkiye.pdf](https://pvpaneller.weebly.com/uploads/7/1/2/8/7128467/yenilenebilir_enerji_politik_alar_trkiye.pdf)”, sy 7, Erişim Tarihi: 02.06.2018.

“<https://www.britannica.com/science/coal-fossil-fuel/Structure-and-properties-of-coal>”, Erişim Tarihi: 01.02.2018

“Rüzgar YEKA ihalesini kazanan belli oldu”,

“<https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/ruzgar-yeka-ihalesini-kazanan-belli-oldu-875305>”, Erişim Tarihi:02.06.2018.

“Türkiye'nin en büyük güneş santrali ihalesini kazanan belli oldu.”,

“<http://www.trthaber.com/haber/ekonomi/turkiyenin-en-buyuk-gunes-santrali-ihalesini-kazanan-belli-oldu-304773.html>”, Erişim Tarihi:02.06.2018

“[www.tpao.gov.tr](http://www.tpao.gov.tr)”, Erişim Tarihi: 01.02.2018