

**T.C.  
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
MALİYE ANABİLİM DALI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİNE  
YÖNELİK KAMUSAL TEŞVİKLER**

**Seda Köle**

**Zonguldak 2019**

**T.C.  
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
MALİYE ANABİLİM DALI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİNE  
YÖNELİK KAMUSAL TEŞVİKLER**

**Hazırlayan  
Seda Köle**

**Tez Danışmanı  
Doç. Dr. Mehmet Cural**

**Zonguldak 2019**

## BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Hazırladığım Yüksek Lisans Tezi çalışmasının bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, yazımda enstitü yazım kılavuzuna uygun davranıldığımı taahhüt ederim.

25 / .09 / 2019



Seda Köle

T.C.  
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**TEZ ONAYI**

Enstitümüzün Maliye Anabilim Dalında 166282107001 numaralı Seda Köle'nin hazırladığı “Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Yönelik Kamusal Teşvikler” konulu YÜKSEK LİSANS tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 05/09/2019 günü saat 10:00’da yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda tezinin onayına OYBİRLİĞİYLE/OYÇOKLUĞUYLA karar verilmiştir.

Başkan \_\_\_\_\_ Prof.Dr. Tarık VURAL

Üye \_\_\_\_\_ Doç.Dr. Mehmet CURAL ( Danışman)

Üye \_\_\_\_\_ Doç.Dr. Gökhan DÖKMEN

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

25./09/2019  
Doç.Dr. Ertuğrul YILDIRIM

Enstitü Müdürü

## ÖZET

Kurum : ZBEÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Maliye Anabilim Dalı  
Tez Başlığı : Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Yönelik Kamusal Teşvikler  
Tez Yazarı : Seda Köle  
Danışman : Doç. Dr. Mehmet Cural  
Türü ve Yılı : Yüksek Lisans Tezi, 2019  
Sayfa Adedi : 174

İnsan hayatının ayrılmaz parçası olan enerji, günlük yaşantımızın her alanında kullanılmaktadır. Geçmişte, yiyecekleri öğütmek, ısınmak gibi amaçlar için yenilenebilir enerjiden yararlanılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları, artan enerji talebini karşılayamadığında ise insanlar fosil enerji kaynaklarına yönelmişlerdir. Bu kaynakların rezervinin sınırlı olması, enerji arz güvenliği konusundaki problemler, küresel ısınma, iklim değişikliği, petrol krizleri vs. 1990'ların başından itibaren yenilenebilir enerjiye olan ilgiyi tekrar artırmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının tükenmez, yerli ve çevreye duyarlı olması, bu kaynaklara ilgiyi artırmıştır. Ancak başlangıç yatırım maliyetlerinin yüksek olması gibi engeller, kamunun bu alana müdahalesini kaçınılmaz hale getirmiştir.

Çalışmanın amacı, literatürden yararlanarak yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesine engel durumları ortaya koymak, bu engellerin ortadan kaldırılması için IEA üyesi ülkeler ve Türkiye'de yenilenebilir enerji teknolojilerine uygulanan vergi dışı ve vergisel teşvik mekanizmalarını ayrıntılı bir biçimde ele almak ve Türkiye'de yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaşmasına yönelik öneriler sunmaktır. Yenilenebilir enerjiye yönelik teşvik ve yatırımların, ilk olarak IEA üyesi Avrupa ülkeleri ve ABD tarafından uygulanması ve Ajans üyesi Çin'in yenilenebilir enerji konusunda lider ülke konumuna gelmesi nedeniyle çalışmada IEA üyesi ülkeler ele alınmıştır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesinin önünde çok sayıda engelin bulunduğu, bu engellerin aşılmasında kamunun çeşitli mekanizmalardan yararlanarak özel sektörü desteklediği, Türkiye'de yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik temel teşvik mekanizmasının sabit fiyat garantisi olduğu ve bu teşvik mekanizmasının uygulandığı sürenin yeterli olmadığı sonucuna varılmıştır. Teşviklerin etkili olması için uzun vadeli ve istikrarlı şekilde uygulanması, sabit fiyat garantisinin süresinin uzatılması ve yenilenebilir enerjiye yönelik doğrudan bir vergi teşvikinin uygulanması önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir Enerji, Teşvik Mekanizmaları, Piyasa Başarısızlığı

## ABSTRACT

Institution : ZBEÜ Institute of Social Sciences, Department of Finance  
Title : Public Incentives For Renewable Energy Technologies  
Author : Seda Köle  
Adviser : Assoc. Prof. Mehmet Cural  
Type of Thesis, Year : MSc. Thesis, 2019  
Total Number of Pages : 174

Energy, an integral part of human life, is used in every aspect of our daily lives. In the past, renewable energy has been used for grinding food and heating. When renewable energy sources could not meet the increasing energy demand, people turned to fossil energy sources. Limited reserves of these resources, energy supply security problems, global warming, climate change, oil crises, etc. it has increased interest in renewable energy since the early 1990s. Renewable energy resources are inexhaustible, domestic and environmentally sensitive, which has increased interest in these resources. However, obstacles such as high initial investment costs have made the intervention of the public sector inevitable.

The purpose of the study, obstacles to the development of renewable energy technologies using the literature conditions put forth, in IEA member countries and Turkey to eliminate these barriers non-tax and tax incentive mechanisms that apply to renewable energy technologies in a comprehensive manner and to provide recommendations for widespread use of renewable energy in Turkey. IEA member countries are considered in the study, since the incentives and investments for renewable energy were first implemented by IEA member European countries and the USA and Agency member China became the leader country in renewable energy.

It is seen that there are many obstacles in front of the development of renewable energy technologies and the public sector supports the private sector by using various mechanisms in overcoming these obstacles. Also, the basic incentive mechanisms for renewable energy technologies in Turkey that fixed price guarantee and concluded that there is insufficient time to which the incentive mechanism. For the incentives to be effective, long-term and stable implementation, extension of the fixed price guarantee and a direct tax incentive for renewable energy have been proposed.

**Keywords:** Renewable Energy, Incentive Mechanisms, Market Failure

## ÖNSÖZ

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesinin önündeki engeller ve bu teknolojilere yönelik teşviklerin ele alındığı çalışmada literatürde yer alan diğer çalışmalardan farklı olarak bu teknolojilerin gelişmesinin önündeki engeller ve bu teknolojilere yönelik teşvikler detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Ayrıca önceki çalışmalarda ortaya konulan teşvikler literatürünün kapsamı genişletilmiş ve yeni yapılan çalışmalar da literatüre ilave edilmiştir.

Tez yazım sürecinin en başından itibaren desteğini benden esirgemeyen ve bilgi birikimi ile karşılaştığım problemleri aşmam konusunda bana rehber olan danışmanım Doç. Dr. Mehmet Cural'a, hayatımın her aşamasında aldığım kararlara saygı duyan ve beni destekleyen babam Zekeriya Köle, annem Hatice Köle, kardeşlerim R. Serkan ve Sercan Köle'ye teşekkürlerimi sunuyorum.

# İÇİNDEKİLER

<b>BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....</b>	<b>ii</b>
<b>TEZ ONAYI.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÖZET.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ.....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>vii</b>
<b>GRAFİKLER LİSTESİ.....</b>	<b>xi</b>
<b>TABLolar LİSTESİ.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ.....</b>	<b>xiv</b>
<b>KISALTMALAR LİSTESİ.....</b>	<b>xv</b>
<b>GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>1. ENERJİ KAVRAMI, YENİLENEMEZ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI.....</b>	<b>4</b>
1.1. Enerji Kavramı.....	4
1.2. Yenilenemez Enerji Kaynakları.....	5
1.2.1. Fosil Enerji Kaynakları.....	5
1.2.1.1. Kömür.....	5
1.2.1.2. Petrol.....	9
1.2.1.3. Doğal Gaz.....	13
1.2.2. Çekirdek Enerji Kaynakları.....	17
1.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	20
1.3.1. Güneş Enerjisi.....	20
1.3.2. Rüzgâr Enerjisi.....	24
1.3.3. Biyokütle Enerjisi.....	27
1.3.4. Jeotermal Enerji.....	29
1.3.5. Hidro Enerji.....	31
1.3.6. Okyanus ve Deniz Kökenli Enerjiler.....	34
1.3.6.1. Dalga Enerjisi.....	35
1.3.6.2. Gelgit (Med-Cezir) Enerjisi.....	36
1.3.6.3. Okyanus Termal Enerji Dönüşümü.....	36
<b>2. YENİLENEBİLİR ENERJİ PİYASASINDA KAMU MÜDAHALESİNİN GEREKLİLİĞİ.....</b>	<b>38</b>
2.1. Piyasa Başarısızlıkları.....	38
2.1.1. Monopol veya Oligopollerin Varlığı.....	38



2.1.2. Geleneksel Enerjiye Uygulanan Sübvansiyonlar.....	39
2.1.3. Yenilenebilir Enerjiden Vergi Alınması ve Sübvansiyonların Yetersizliği.....	40
2.1.4. Dışsalıklar .....	40
2.1.4.1. Geleneksel Enerji Kaynaklarının Yaydığı Negatif Dışsalıklar....	40
2.1.4.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yaydığı Pozitif Dışsalıklar..	43
2.1.5. Asimetrik Enformasyon ve Belirsizlikler .....	44
2.2. Ekonomik Engeller ve Finansman Engelleri .....	45
2.2.1. Başlangıç Yatırım Maliyetlerinin ve İşlem Maliyetlerinin Yüksek Olması.....	46
2.2.2. Geleneksel Enerji Teknolojilerinin Taşıdığı Yakıt Fiyat İstikrarsızlığı Riski.....	48
2.2.3. Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinin Sermaye Maliyetinin Yüksek Olması.....	49
2.2.4. Sermaye ve Krediyeye Yeterli Düzeyde Erişilememesi.....	50
2.3. Teknik Engeller.....	51
2.4. İdari Engeller .....	53
2.5. Sosyo-Kültürel Engeller .....	54
<b>3. YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİNE YÖNELİK TEŞVİKLER VE TEŞVİKLERİN ETKİLERİ.....</b>	<b>56</b>
3.1. Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Yönelik Teşvikler.....	56
3.1.1. Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Yönelik Vergi Dışı Teşvikler ....	56
3.1.1.1. Tarife Garantisi .....	58
3.1.1.1.1. Piyasa Fiyatından Bağımsız Tarife Garantisi Modelleri.....	59
3.1.1.1.1.1. Sabit Fiyat Tarife Garantisi Modeli .....	60
3.1.1.1.1.2. Enflasyona Ayarlı Tarife Garantisi Modeli .....	61
3.1.1.1.1.3. Ödemelerin Yıllar İtibarıyla Azaldığı Tarife Garantisi Modeli.....	62
3.1.1.1.1.4. Spot Piyasa Açığı Tarife Garantisi Modeli.....	64
3.1.1.2. Piyasa Fiyatına Bağımlı Tarife Garantisi Modelleri.....	64
3.1.1.2.1. Primli Fiyat Tarife Garantisi Modeli .....	65
3.1.1.2.2. Değişken Prim Garantisi Modeli .....	66
3.1.1.2.3. Elektriğin Perakende Fiyatının Yüzdesi Modeli.....	67
3.1.1.3. Yenilenebilir Portföy Standardı .....	68
3.1.1.4. Net Ölçüm.....	71
3.1.1.5. İhale (Teklif) Sistemi .....	74
3.1.2. Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Yönelik Vergi Teşvikleri.....	78
3.1.2.1. Gelir Üzerinden Alınan Vergilerdeki Teşvikler .....	78
3.1.2.1.1. Yatırım Vergi Teşvikleri.....	78
3.1.2.1.2. Üretim Vergi Teşvikleri.....	80
3.1.2.1.3. Hızlandırılmış Amortisman .....	81

3.1.2.1.4. Ar-Ge Vergi İndirimleri.....	82
3.1.2.1.5. Vergi Tatili.....	83
3.1.2.2. Harcamalar Üzerinden Alınan Vergilerdeki Teşvikler.....	84
3.1.2.2.1. KDV İndirimleri .....	84
3.1.2.2.2. ÖTV İstisnası .....	84
3.1.2.2.3. İthalat (Gümrük) Vergisi İndirimleri .....	85
3.1.2.3. Emlak Vergisi İndirim/İade/İstisnası .....	85
3.1.2.4. Geleneksel Enerji Kaynaklarından Vergi Alınması.....	87
3.2. Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Yönelik Teşviklerin Etkileri.....	88
3.2.1. Vergi Dışı Teşviklerin Etkilerine İlişkin Akademik Çalışmalar .....	88
3.2.2. Vergi Teşviklerinin ve Diğer Teşviklerin Etkilerine İlişkin Akademik Çalışmalar .....	97
<b>4. TÜRKİYE’NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİNE UYGULANAN TEŞVİKLER.....</b>	<b>103</b>
4.1. Türkiye’nin Enerji Görünümü .....	104
4.1.1. Yenilenemez Enerji Kaynaklarının Görünümü .....	106
4.1.1.1. Kömür .....	106
4.1.1.2. Petrol.....	108
4.1.1.3. Doğal Gaz .....	109
4.1.1.4. Nükleer Enerji.....	110
4.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Görünümü .....	110
4.1.2.1. Güneş Enerjisi.....	111
4.1.2.2. Rüzgâr Enerjisi .....	113
4.1.2.3. Biyokütle Enerjisi .....	114
4.1.2.4. Jeotermal Enerji .....	115
4.1.2.5. Hidro Enerji .....	116
4.1.2.6. Dalga Enerjisi .....	117
4.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinin Teşvikine Yönelik Kanuni Mevzuat .....	118
4.3. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Uygulanan Teşvikler....	120
4.3.1. Vergi Dışı Teşvikler.....	121
4.3.1.1. Sabit Fiyat Garantisi .....	121
4.3.1.2. Lisanssız Üretim Hakkı .....	122
4.3.1.3. Yerli Ekipman İlavesi .....	123
4.3.1.4. Arazi Kullanımına Yönelik Teşvikler.....	125
4.3.1.5. İhale Sistemi .....	125
4.3.2. Vergisel Teşvikler.....	126
4.3.2.1. Kurumlar Vergisi ve KDV İstisnası.....	126
4.3.2.2. Damga Vergisi İstisnası .....	126
4.3.2.3. 2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar .....	126

<b>SONUÇ</b> .....	<b>128</b>
<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>136</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>157</b>



## GRAFİKLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Grafik 1.1: Kömür Üretiminin Bölgelere Dağılımı, 1987-2017.....	8
Grafik 1.2: Kömür Tüketiminin Bölgelere Dağılımı, 1987-2017.....	9
Grafik 1.3: Petrol Üretiminin Bölgelere Dağılımı, 1987-2017.....	12
Grafik 1.4: Petrol Tüketiminin Bölgelere Dağılımı, 1987-2017.....	12
Grafik 1.5: Doğal Gaz Üretiminin Bölgelere Dağılımı, 1987-2017.....	15
Grafik 1.6: Doğal Gaz Tüketiminin Bölgelere Dağılımı. 1987-2017.....	16
Grafik 1.7: Nükleer Enerji Üretiminin Bölgelere Dağılımı, 1987-2017.....	18
Grafik 1.8: Nükleer Enerji Tüketiminin Bölgelere Dağılımı, 1987-2017.....	19
Grafik 1.9: Isıl Güneş Teknolojisi Kurulu Kapasitesi, 2016-2017.....	22
Grafik 1.10: Güneş FV Teknolojisi Kurulu Kapasitesinde Lider Ülkeler, 2016-2017.....	23
Grafik 1.11: Güneş Enerjisi Tüketiminde Lider Ülkeler, 2017, MTEP.....	24
Grafik 1.12: Rüzgâr Enerjisi Kurulu Kapasitesinde Lider Ülkeler, 2016-2017.....	26
Grafik 1.13: Rüzgâr Enerjisi Tüketiminde Lider Ülkeler, 2017, MTEP Yüzde.....	27
Grafik 1.14: Biyokütle Tüketiminde Lider Ülkeler, 2017, Bin TEP, Yüzde.....	29
Grafik 1.15: Hidroelektrik Enerji Tüketiminde Lider Ülkeler, 2017, MTEP....	34
Grafik 4.1: Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Kurulu Kapasite, 1987-2017, MW.....	105
Grafik 4.2: Türkiye’de Birincil Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı, 2017, MTEP.....	105
Grafik 4.3: Türkiye’de Linyit ve Alt Bitümlü Kömürün Isıl Değeri.....	107
Grafik 4.4: Türkiye’de Kömür Üretimi, 2008-2018, Milyon Ton.....	107
Grafik 4.5: Türkiye’de Petrol Üretimi ve Tüketimi, 2007-2017.....	108
Grafik 4.6: Türkiye’de Doğal Gaz Üretimi ve Tüketimi, 2007-2017.....	109
Grafik 4.7: Türkiye’de Elektrik Üretiminin Kaynaklara Dağılımı, 2006-2016, GW.....	111
Grafik 4.8: Türkiye’de Güneş FV’den Elektrik Üretimi, 2006-2016, GW....	112
Grafik 4.9: Türkiye’de Rüzgar Enerjisinden Elektrik Üretimi, 1998-2016, GWh.....	113
Grafik 4.10: Türkiye’de Biyokütleden Elektrik Üretimi, 2000-2016, GWh....	114

Grafik 4.11: Türkiye’de Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretimi, 1996-2016, GWh.....	115
Grafik 4.12: Türkiye’de Hidro Enerjiden Elektrik Üretimi, 1996-2016, GWh.....	117



## TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1: Kanıtlanmış Kömür Rezervi Açısından Lider Ülkeler, 2017.....	6
Tablo 1.2: Kömür Üretimi ve Tüketiminde Lider Ülkeler, 2017.....	7
Tablo 1.3: Kanıtlanmış Petrol Rezervi Açısından Lider Ülkeler, 2017.....	10
Tablo 1.4: Petrol Üretimi ve Tüketiminde Lider Ülkeler, 2017.....	11
Tablo 1.5: Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervi Açısından Lider Ülkeler, 2017.....	14
Tablo 1.6: Doğal Gaz Üretimi ve Tüketiminde Lider Ülkeler, 2017.....	14
Tablo 1.7: Nükleer Enerji Üretimi ve Tüketiminde Lider Ülkeler, 2017.....	18
Tablo 1.8: Jeotermal Enerji Kurulu Kapasitesinde Lider Ülkeler, 2017.....	31
Tablo 1.9: HES Kurulu Kapasitesinde Lider Ülkeler, 2017.....	33
Tablo 2.1: Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması.....	44
Tablo 2.2: Santral Türüne Göre Tahmini Başlangıç Yatırım ve İşletme Maliyetleri.....	47
Tablo 2.3: Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinin Maliyetlerinin Karşılaştırılması.....	48
Tablo 3.1: IEA Üyesi Ülkelerde Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Uygulanan Vergi Dışı Teşvikler, 2018.....	57
Tablo 3.2: Tarife Garantisi Modelleri.....	59
Tablo 3.3: Yatırım Vergi Teşviki Uygulayan IEA Üyesi Ülkeler.....	79
Tablo 3.4: Üretim Vergi Teşviki Uygulayan IEA Üyesi Ülkeler.....	80
Tablo 3.5: Yatırım ve Üretim Vergi Kredisi Uygulayan IEA Üyesi Ülkeler.....	81
Tablo 3.6: Vergi Tatili Uygulayan IEA Üyesi Ülkeler.....	83
Tablo 3.7: Tarife Garantisine Yönelik Çalışmalar.....	90
Tablo 3.8: Yenilenebilir Portföy Standardına Yönelik Çalışmalar.....	94
Tablo 3.9: Vergi Teşvikine Yönelik Çalışmalar.....	98
Tablo 3.10: Diğer Teşviklere Yönelik Çalışmalar.....	100
Tablo 4.1: Türkiye’de Bölgelere Göre Güneş Enerjisi Işınım Şiddeti ve Güneşlenme Süresi.....	112
Tablo 4.2: YEKDEM Katılımcı Sayısı, 2011-2017.....	119
Tablo 4.3: YEKDEM Katılımcılarının Kurulu Kapasitesi ve Üretim Miktarları, 2017.....	120
Tablo 4.4: Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Teknolojileri İçin Uygulanan SFG.....	122
Tablo 4.5: Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Teknolojileri İçin Yerli Ekipman İlavesi.....	124

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1: Enerji Kaynaklarının Mevcut Durumda ve Uzun Vadede Maliyetlerinin Karşılaştırması.....	42
Şekil 3.1: Sabit Fiyat Tarife Garantisi Modeli.....	61
Şekil 3.2: Tam veya Kısmi Enflasyona Ayarlı Tarife Garantisi Modeli.....	62
Şekil 3.3: Ödemelerin Yıllar İtibarıyla Azaldığı Tarife Garantisi Modeli.....	63
Şekil 3.4: Spot Piyasa Açığı Tarife Garantisi Modeli.....	64
Şekil 3.5: Primli Fiyat Tarife Garantisi Modeli.....	65
Şekil 3.6: Değişken Prim Garantisi Modeli.....	66
Şekil 3.7: Elektriğin Perakende Fiyatının Yüzdesi Modeli.....	67
Şekil 4.1: Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinin Teşvikine Yönelik Kanuni Mevzuat.....	118

## KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Ar-Ge	: Araştırma-Geliştirme
BDT	: Bağımsızlar Devletler Topluluğu
c/kWh	: Maliyet/Kilowatt Saat
DPG	: Değişken Prim Garantisi
EİGD	: Enerji İşleri Genel Müdürlüğu
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
EPFY	: Elektriğin Perakende Fiyatının Yüzdesi
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EV	: Emlak Vergisi
FV:	: Fotovoltaik
GV:	: Gelir Vergisi
GW:	: Gigawatt
GWh:	: Gigawatt Saat
GW <sub>th</sub> :	: Gigawatt Termal
HES:	: Hidroelektrik Santral
IEA:	: Uluslararası Enerji Ajansı
Kcal/kg:	: Kilokalori/kilogram
KDV:	: Katma Değer Vergisi
KET-TG	: Küresel Enerji Transferi Tarife Garantisi
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
KV	: Kurumlar Vergisi
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowatt saat
LÜH	: Lisanssız Üretim Hakkı
MW	: Megawatt
MWh	: Megawatt saat
M	: Metre
m <sup>2</sup>	: Metrekare
m <sup>3</sup>	: Metreküp
MTEP	: Milyon Ton Eşdeğer Petrol
NFFO	: Fosil Olmayan Yakıt Yükümlülüğu



OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
OTEC	: Okyanus Termal Enerji Dönüşümü
ÖTV	: Özel Tüketim Vergisi
ÖYİATG	: Ödemelerin Yıllar İtibarıyla Azaldığı Tarife Garantisi
PFTG	: Primli Fiyat Tarife Garantisi
SEK	: İsveç Kronu
SFG	: Sabit Fiyat Garantisi
SFTG	: Sabit Fiyat Tarife Garantisi
Sm <sup>3</sup>	: Standart Metreküp
sn	: Saniye
SPATG	: Spot Piyasa Açığı Tarife Garantisi
TCMB	: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TG	: Tarife Garantisi
TL	: Türk Lirası
TÜFE	: Tüketici Fiyatları Endeksi
TWh	: Terawatt Saat
USD	: Amerikan Doları
YE	: Yenilenebilir Enerji
YEKA	: Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları
YEK Belgesi	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Belgesi
YEKDEM	: Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması
YES	: Yenilenebilir Enerji Sertifikası
YPS	: Yenilenebilir Portföy Standardı
YVT	: Yatırım Vergi Teşviki

## GİRİŞ

Enerji, tüm ülkeler için stratejik bir ürün olma özelliğine sahiptir. Fosil enerji kaynaklarının tüm ülkelerde eşit miktarda bir dağılım göstermemiş olması, bu kaynaklara sahip olan ülkeleri diğer ülkeler karşısında oldukça avantajlı bir konuma taşımıştır. Fosil enerji rezervi az olan ülkeler, artan enerji taleplerini karşılamak amacıyla bu kaynaklara yöneldiklerinde cari açık hızla yükselmekte, rezervleri elinde bulunduran ülkelere hem ekonomik hem de siyasi açıdan bağımlılık artmakta ve ülkelerin enerji arz güvenliği tehlikeye girmektedir.

Fosil enerji kaynaklarının kullanımı sonucu salınan karbondioksit, atmosferde sera etkisi yaratmakta ve Dünya'nın sıcaklığı her geçen yıl artmaktadır. Sıcaklıkta yaşanan bu artış, küresel ısınma olarak adlandırılmaktadır. Küresel ısınma neticesinde yaşanan iklim değişiklikleri, bazı ülkelerde sel ve taşkınlara neden olurken bazı ülkelerde ise kuraklık yaşanmaktadır. Tüm bu gelişmeler, canlıların yaşam alanlarını daraltmakta ve yaşanan hava olayları neticesinde can kayıpları her geçen yıl artış göstermektedir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadele konusunda atılan iki önemli adımdan ilki, 1997 yılında kabul edilen Kyoto Protokolü'dür. İkinci önemli adım ise 2015 yılında imzalanan Paris Anlaşması'dır. Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması'nda, sera gazı salınımını azaltmaya yönelik hedefler ortaya konulmuştur. En önemli hedeflerden biri ise yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımının artırılmasıdır.

Nükleer enerji santrallerinin çevre açısından olumsuz etkilerinin az olması, kesintisiz bir şekilde enerji üretimi yapılması, işletme maliyetlerinin düşük olması ve bu santrallerde yüksek miktarlarda enerji üretimi gerçekleştirilmesi gibi olumlu özellikleri bulunsada dahi bu santrallerde gerçekleştirilen elektrik üretimi neticesinde çok sayıda radyoaktif maddenin ortaya çıkması, yatırım maliyetlerinin yüksek olması, bu santrallerde kullanılan uranyum ve toryum rezervlerinin sınırlı olması ve Three Mile (ABD), Çernobil (Ukrayna) ile Fukuşima (Japonya)'da yaşanan kazalar nükleer enerji santrallerinden elektrik üretimi konusunda tepkilere neden olmaktadır.

Fosil ve nükleer enerjiye alternatif olarak ortaya çıkan yenilenebilir enerji kaynakları, 1990'ların başından itibaren dünya enerji gündeminde yoğun bir Şekilde tartışılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının, yerli olması, diğer enerji kaynaklarına kıyasla evre ile daha uyumlu olması ve tükenmez oluşu bu kaynakları diğer enerji kaynakları karşısında daha avantajlı hale getirmiştir. Ancak yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesinin önünde bazı engeller bulunmaktadır. Bunlar piyasa yapısından kaynaklanan engeller, ekonomik engeller ve finansman engelleri, teknik engeller, idari engeller ve sosyo-kültürel engeller olmak üzere beşe ayrılmaktadır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin karşılaştığı engellerin aşılmasında, özel sektör tek başına yeterli olmamakta kamunun müdahalesine ihtiyaç duyulmaktadır. Kamunun müdahale amacıyla kullandığı araçlardan en önemlisi teşviklerdir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımının geliştirilmesine yönelik teşvikler, vergi dışı ve vergisel teşvikler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Tarife garantisi ve yenilenebilir portföy standardı, dünya üzerinde en yaygın Şekilde kullanılan vergi dışı teşvik mekanizmalarıdır. Vergisel teşvikler ise genellikle tamamlayıcı bir nitelik taşımaktadır. Türkiye'de yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik teşvikler 2005 yılında uygulanmaya başlanmış olsa da yatırımlar 2010 yılında yapılan düzenlemeler sonrasında ivme kazanmıştır.

Çalışmanın konusunu, yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşması için IEA yesi ülkelerde ve Türkiye'de uygulanan teşvik mekanizmaları oluşurmaktadır. Bu amaçla çalışmada ilk olarak yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşmasının önündeki engeller literatürde yer alan çalışmalar vasıtasıyla ortaya konulmuş, sonrasında bu engelleri ortadan kaldırmak amacıyla IEA yesi ülkelerde ve Türkiye'de uygulanan teşvikler ele alınmış ve son olarak Türkiye için yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşması konusunda kamuya bazı öneriler sunulmuştur.

Dört ana bölümden oluşan çalışmanın ilk bölümünde, enerji ve enerji kaynağı kavramları açıklandıktan sonra enerji kaynakları çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Çalışmada esas alınan sınıflandırma olan kullanışlarına göre enerji kaynakları, yenilenemez ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere iki

alt başlıkta ele alınmıştır. Yenilenemez enerji kaynakları olan kömür, petrol, doğal gaz ve nükleer enerji ile yenilenebilir enerji kaynakları olan güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal, hidro, okyanus ve deniz kökenli enerji detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesinin önündeki engeller beş alt başlıkta incelenmiştir. Üçüncü bölümde yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik teşvikler vergi dışı ve vergisel teşvikler olmak üzere iki başlıkta ele alınmıştır. Vergi dışı teşvik mekanizmaları olan tarife garantisi, yenilenebilir portföy standardı, net ölçüm ve ihale sistemi ile vergisel teşvik mekanizmaları ayrıntılı bir şekilde açıklanmış ve son olarak teşviklere yönelik akademik çalışmalar ele alınmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, Türkiye'nin enerji görünümü analiz edildikten sonra Türkiye'de yenilenebilir enerji teknolojilerinin teşvikine yönelik kanuni mevzuat ve yenilenebilir enerji teknolojilerine uygulanan teşvikler ele alınmıştır. Sonuç bölümünde çalışmadan edinilen bulgular ortaya konulmuş ve Türkiye'de yenilenebilir enerji kullanımını artırmak için birtakım öneriler sunulmuştur.

# 1. ENERJİ KAVRAMI, YENİLENEMEZ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Günlük hayatın her alanında kullanılan enerji, üretimin temel girdileri arasında yer almakta ve teknolojiye yaşanan gelişmeler, sanayileşme, dünya nüfusunda yaşanan artış enerji talebini her geçen gün daha da artırmaktadır. Kısaca iş yapabilme yeteneği şeklinde tanımlanan enerji, doğada çeşitli hallerde bulunabilmekte ve uygun metotlarla bir türden diğerine dönüşebilmektedir (Koç ve Kaya, 2015:37). Enerjinin, ısınma, aydınlatma ve pişirme amaçlı kullanımı insanlık tarihi kadar eski olup (Erdoğan, 2016:25), günümüzde bir ülkenin sosyal, kültürel ve iktisadi gelişiminde oldukça önemli bir rol oynamaktadır (Kaya, 2018:5).

## 1.1. Enerji Kavramı

Enerji, kelime anlamı olarak Yunancada aktivite anlamına gelmektedir. Enerji, maddelerin yapısında mevcut olup çeşitli biçimlerde açığa çıkan güç olarak ifade edilebileceği gibi (Erdoğan, 2016:25) fiziksel bir sistem tarafından yapılabilecek iş ve ısı transferinin miktarını belirleyen durum fonksiyonu olarak da tanımlanabilir. Enerji birimine, joule adı verilmektedir (Öztürk, 2013:1-2). Enerjinin ısı, ışık, mekanik yani potansiyel ve kinetik, kimyasal, termal, nükleer ve elektrik enerjisi gibi türleri bulunmaktadır (Koç ve Kaya, 2015:37).

Çeşitli metotlarla ekonomik anlamda enerji elde etmeye yarayan kaynaklara, enerji kaynakları denilmektedir. Enerji kaynakları, dönüştürülebilirliklerine göre ve kullanışlarına göre iki ayrı kategoriye ayrılmaktadır. Dönüştürülebilirliklerine göre enerji kaynakları, birincil ve ikincil enerji kaynaklarıdır. Kömür, petrol, doğal gaz, nükleer, biyokütle, hidrolik, güneş, rüzgâr, dalga ve gel-git gibi enerjinin dönüşmemiş haline birincil enerji denilmektedir. Elektrik, benzin, mazot, motorin, ikincil kömür, kok, petrokok, hava gazı, sıvılaştırılmış petrol gazı gibi birincil enerjinin dönüştürülmesiyle elde edilen enerjiye ise ikincil enerji denilmektedir (Koç ve Şenel, 2013:33). Günümüzde enerjinin en temel tüketimi, elektrik enerjisi olup bunun dışında ısınma, ulaşım, tarım ve sanayi gibi pek çok alanda da enerji kullanılmaktadır (Erdoğan, 2016:25-26).

Kullanışlarına göre enerji kaynakları ise yenilenemez (geleneksel-tükenir) enerji kaynakları ve Yenilenebilir Enerji (YE) kaynakları olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Koç ve Şenel, 2013:33).

## **1.2. Yenilenemez Enerji Kaynakları**

Bir kez kullanıldığında kendini yenileyemeyen, yakın bir gelecekte tükenmesi beklenen enerji kaynaklarına, yenilenemez enerji kaynakları denilmektedir. Yenilenemez enerji kaynakları, fosil enerji kaynakları ve çekirdek enerji kaynakları olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Koç ve Şenel, 2013:33; Koç ve Kaya, 2015:37).

### **1.2.1. Fosil Enerji Kaynakları**

Bitkilerin ve hayvanların yani organizmaların, milyonlarca yıl boyunca çürümesi sonucu oluşmuş ve sondaj veya kazıyla yeryüzüne çıkarılmış, kullanıldıkça tükenen ve kısa zaman aralığında yeniden oluşmayan kömür, petrol, doğal gaz gibi enerji kaynaklarına fosil enerji kaynakları denilmektedir. Fosil enerji kaynaklarının tüketim hızı, oluşum hızından bir hayli fazladır. Yaşadığımız zaman diliminde de ısı ve basıncın etkisiyle, fosil enerji kaynakları oluşmaya devam etmekte ancak bu oluşum milyonlarca yıllık bir süreci kapsamaktadır (Öztürk, 2013:3-4; Erdoğan, 2016:45).

#### **1.2.1.1. Kömür**

Kömür, bataklıklarda bulunan bitkilerin milyonlarca yıl boyunca uygun koşullar altında çürüyüp parçalara ayrıldıktan sonra bataklıktaki suyla bir jel halini alması ve hem basınç hem de artan ısının etkisiyle fiziksel ve kimyasal bir değişime uğraması sonucu oluşmaktadır. Kömür, kahverengi veya siyah renkli, yapıcı, katı, fosil organik bir kütledir (TKİK, 2009:3). Kömürün bünyesinde, yoğun olarak karbon, hidrojen ve oksijen ile az miktarda kükürt ve nitrojen bulunmaktadır. Bünyesindeki diğer içerikler ise kül teşkil eden inorganik bileşikler ve mineral maddelerdir (TTK, 2017:1).

Kömür, insanların odundan sonra kullanmaya başladığı, en bol, en geniş alanlara dağılmış ve kullanımı en eski olan fosil yakıttır. Kullanımı milattan önce başlayan kömürün, Roma İmparatorluğu döneminde ülkeler arası ticareti söz konusu olmakla birlikte 1760 yılında buhar makinesinin icadıyla kullanımı daha

da yaygın hale gelmiştir (Erdoğan, 2016:25). 19. yüzyılda Sanayi Devrimi'ni körükleyip, 20. yüzyılda elektrik çağını başlatan kömür, 1960'lara gelindiğinde yerini petrole bırakmaya başlamış ancak sonrasında elektrik üretimindeki önemi, tekrar kömürü dünya enerji gündemine taşımıştır (TTK, 2017:3).

Kömür için çeşitli sınıflandırmalar mevcut olmakla birlikte, genel olarak kullanılan kalorifik değerin<sup>1</sup> dikkate alındığı sınıflandırmadır. Bu sınıflandırmaya göre, ısı ve basıncın etkisiyle ilk olarak turba adı verilen, kömür olarak dikkate alınmayan bir organik kayaç oluşmaktadır. Turba, sonrasında sırası ile linyit, alt bitümlü kömür, taşkömürü, antrasit ve en sonunda uygun koşullar sağlanabilirse grafitte dönüşmektedir. Kömürün bu olgunlaşma sürecine, kömürleşme adı verilmektedir (TKİK, 2009:3).

**Tablo 1.1: Kanıtlanmış Kömür Rezervi Açısından Lider Ülkeler, 2017**

Ülkeler	Toplam (Milyon Ton)	Yüzde (%)	Kalan Ömür
ABD	250.916	24.2	357
Rusya	160.364	15.5	391
Avustralya	144.818	14.0	301
Çin	138.819	13.4	39
Hindistan	97.728	9.4	136
<b>Lider Ülkelerin Payı</b>	<b>792.645</b>	<b>76.5</b>	<b>-</b>
<b>DÜNYA</b>	<b>1.035.012</b>	<b>100.0</b>	<b>134</b>

**Kaynak:** BP (2018a); *BP Statistical Review of World Energy*, <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018), s. 36.

2017 yılı sonu itibarıyla dünya kömür üretimi dikkate alındığında küresel kömür rezervlerinin, 134 yıl ömrü olduğu görülmektedir. Kanıtlanmış işletilebilir kömür rezervi toplamı, 1 trilyon tonun üzerindedir. Dünyada kömür rezervi açısından en zengin ülke, ABD (250.916 milyar ton)'dir. ABD'yi sırasıyla Rusya (160.364 milyar ton), Avustralya (144.818 milyar ton), Çin (138.819 milyar ton) ve Hindistan (97.728 milyar ton) izlemektedir. Bu beş ülke, 1 trilyon tonun üzerindeki kanıtlanmış işletilebilir kömür rezervinin 792.645 milyar tonluk kısmına sahip olup, bu, toplam rezervin yüzde 76.5'lik kısmına denk gelmektedir (Tablo 1.1).

<sup>1</sup> Kalorifik değer, bir kilogram veya benzeri birim yakıttan elde edilebilecek enerjiyi ifade etmektedir.

Dünya genelinde kömür üretimi ve tüketimi yapan pek çok ülke bulunmakla birlikte üretim ve tüketimin önemli bir bölümü, sınırlı sayıda ülke tarafından gerçekleştirilmektedir. 2017 yılı dünya toplam kömür üretimi, 7.727 milyar ton olup bu üretimin yaklaşık 5.884 milyar tonu Çin (3.523 milyar ton), Hindistan (716 milyon ton), ABD (702 milyon ton), Avustralya (481 milyon ton) ve Endonezya (461 milyon ton) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu beş ülkenin kömür üretimi, dünya kömür üretiminin yüzde 76'sına tekabül etmektedir (Tablo 1.2).

**Tablo 1.2: Kömür Üretimi ve Tüketiminde Lider Ülkeler, 2017**

Üretim Ülkeler	Toplam (Milyon Ton)	Yüzde (%)	Tüketim Ülkeler	Toplam (MTEP)	Yüzde (%)
Çin	3.523,2	45.6	Çin	1.892,6	50.7
Hindistan	716,0	9.3	Hindistan	424,0	11.4
ABD	702,3	9.1	ABD	332,1	8.9
Avustralya	481,3	6.2	Japonya	120,5	3.2
Endonezya	461,0	6.0	Rusya	92,3	2.5
<b>Lider 5 Ülke</b>	<b>5.883,8</b>	<b>76.2</b>	<b>Lider 5 Ülke</b>	<b>2.861,5</b>	<b>76.7</b>
<b>DÜNYA</b>	<b>7.727,3</b>	<b>100.0</b>	<b>DÜNYA</b>	<b>3.731,5</b>	<b>100.0</b>

**Kaynak:** BP (2018a); *BP Statistical Review of World Energy*, <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018), s. 38-39.

2017 yılında dünya kömür rezerv ve üretiminde olduğu gibi tüketiminde de ilk beş ülkenin payı, yüzde 76'dır. Üretimdekine benzer şekilde ilk sırada Çin (yaklaşık 1.893 MTEP<sup>2</sup>), ikinci sırada Hindistan (424 MTEP) ve üçüncü sırada ABD (332 MTEP) yer almıştır. Üretimde dördüncü ülke Avustralya iken, tüketimde Japonya (yaklaşık 121 MTEP); üretimde beşinci sıradaki ülke Endonezya iken tüketimde Rusya (92 MTEP) olmuştur. Japonya kömür rezerv ve üretiminde önemli bir paya sahip olmamakla birlikte kömür tüketiminde oldukça önemli bir paya sahiptir (Tablo 1.2).

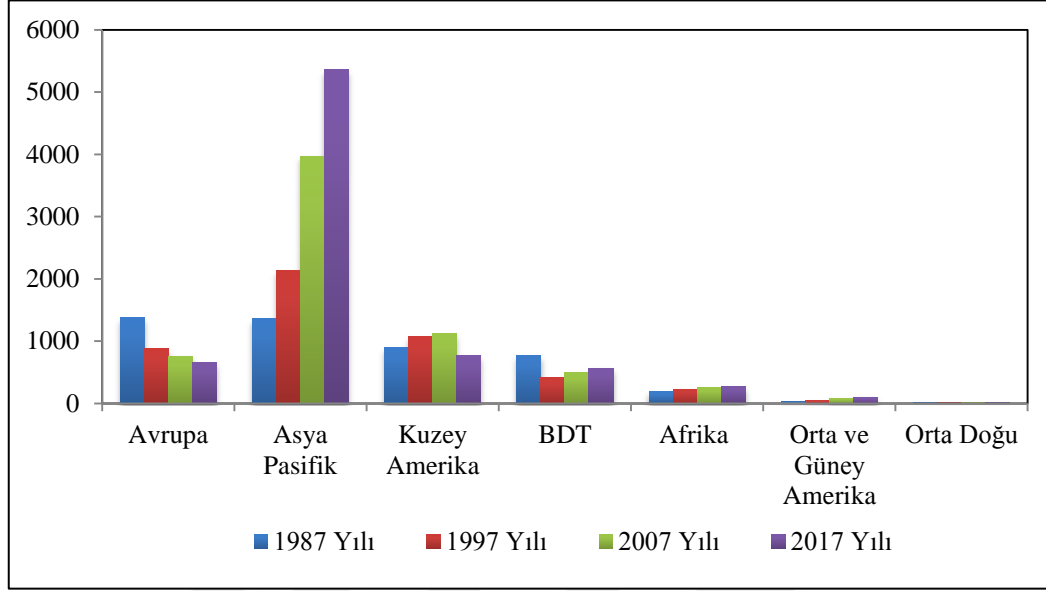
1987 yılında dünya genelinde yaklaşık 4.686 milyar ton olan kömür üretimi, 2017 yılı sonu itibarıyla 7.727 milyar tona ulaşmıştır (BP, 2018b). Grafik 1.1'de 1987 yılından başlayarak on yıllık periyotlarla kömür üretiminin bölgelere dağılımı gösterilmektedir. Geçen otuz yıllık süreçte, Asya Pasifik Bölgesi'nin her seferinde en fazla üretimin gerçekleştiği bölge olduğu göze çarpmaktadır. 1987 yılında ikinci sırada Avrupa Bölgesi, üçüncü sırada Kuzey Amerika Bölgesi yer

<sup>2</sup> MTEP, enerji kaynaklarının milyon ton ham petrolün yakılması sonucu elde edilen enerji miktarı cinsinden tek bir birim olarak ifade edilmesini sağlayan değerdir.



alırken 1997, 2007 ve 2017 yıllarında ikinci sırada Kuzey Amerika Bölgesi, üçüncü sırada ise Avrupa Bölgesi yer almıştır.

**Grafik 1.1: Kömür Üretimine Bölgelere Dağılımı, 1987-2017**



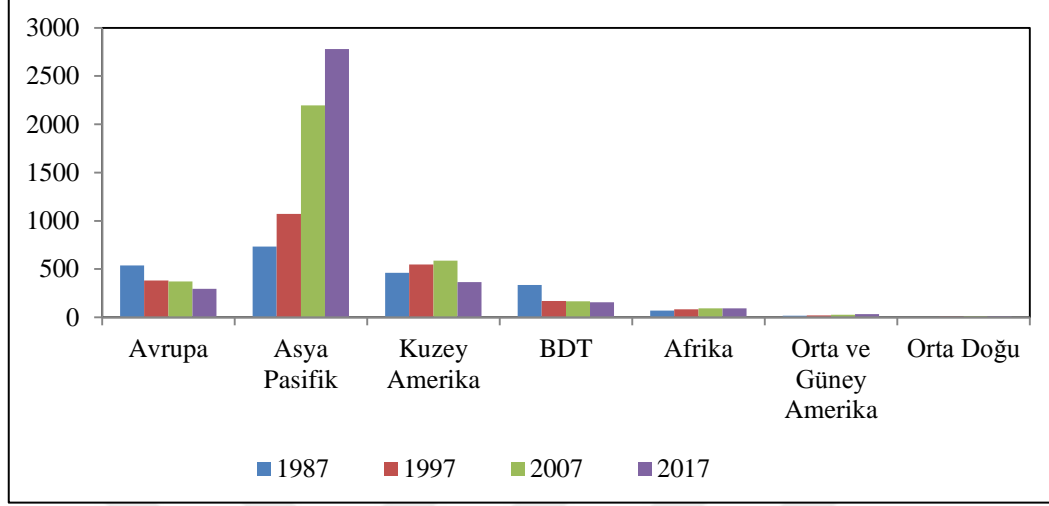
**Kaynak:** BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

Avrupa Bölgesi'ndeki kömür üretimi yıllar boyunca sürekli azalmış ve 1987 yılında 1 milyar 378 milyon ton olan kömür üretimi 2017 yılında 720 milyon ton azalarak 658 milyon tona inmiştir. Geçen otuz yıllık süreçte kömür üretiminin bölgelere dağılımı sıralamasında dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci bölgelerde bir değişim yaşanmamış olup dördüncü sırada Bağımsız Devletler Topluluğu (BDT), beşinci sırada Afrika, altıncı sırada Orta ve Güney Amerika ve yedinci sırada Orta Doğu Bölgesi yer almıştır (Grafik 1.1).

1987 yılında dünya genelinde 2.162 MTEP olan kömür tüketimi 2017 yılı sonu itibarıyla yaklaşık 1.570 MTEP artarak 3.732 MTEP'ye ulaşmıştır (BP, 2018b). Kömür üretiminin bölgelere dağılımında olduğu gibi kömür tüketiminin bölgelere dağılımında da geçen otuz yıllık süreçte Asya Pasifik Bölgesi birinci, BDT dördüncü, Afrika Bölgesi beşinci, Orta ve Güney Amerika Bölgesi altıncı ve Orta Doğu Bölgesi yedinci sırada yer almıştır. 1987 yılında ikinci sırada olan Avrupa Bölgesi, sonraki yıllarda üçüncü sıraya gerilemiş ve bölgenin kömür tüketimi 1987 yılından sonraki süreçte sürekli olarak azalmıştır. Avrupa

Bölgesi'nde 1987 yılında yaklaşık 539 MTEP olan kömür tüketimi, 2017 yılına gelindiğinde 296 MTEP'ye gerilemiştir (Grafik 1.2).

**Grafik 1.2: Kömür Tüketiminin Bölgelere Dağılımı, 1987-2017**



**Kaynak:** BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

Kömür tüketiminin en fazla yapıldığı bölge olan Asya Pasifik Bölgesi'nde, 2017 yılı sonu itibarıyla tüketimin 2.780 MTEP'lik kısmı gerçekleştirilmiştir. Asya Pasifik Bölgesi'nde tüketimin büyük bir bölümü Çin tarafından yapılmıştır. Çin'in kömür tüketimi yaklaşık 1.893 MTEP'dir (BP, 2018a:39).

### 1.2.1.2. Petrol

Petrol kelimesi, Latince *petra* ve *oleum* sözcüklerinin birleşiminden oluşmakta ve Latince taş yağı anlamına gelmektedir (Sonel, 1997:9). Ham petrolün oluşumuyla ilgili çeşitli kuramlar bulunmakla birlikte, yaygın olan kurama göre ham petrol, denizin dibine çöken organizma kalıntılarında meydana gelmektedir. Organizmalar çeşitli şekillerde denizlere sürüklenerek derinliklerde birikmekte, sonrasında ısı ve yüksek basıncın etkisiyle uzun yıllar süren bir sürecin sonunda petrol oluşmaktadır. Petrol, akışkan olmayan, kaygan, koyu sarı veya siyah renkli, kokusu ağır ve genellikle derin kuyuların açılmasıyla çıkarılan fosil enerji kaynağıdır. Sudan hafif olan petrol, su içerisinde erimemektedir (Öztürk, 2013:6). Petrolün kimyasal yapısı, hidrokarbon, azot, kükürt ve oksijenden oluşmaktadır (Sonel, 1997:9).

Modern petrol endüstrisinin ortaya çıkışı, 1859'da Drake tarafından ABD Titusville'de açılan ilk petrol kuyusuyla olmuştur. Ancak petrolün daha eski zamanlarda bilindiğine dair Sümer hükümdarı Adab'ın heykelinin göz oyuklarında bulunan asfalt, Babil kraliçesi Semiramis'in Fırat Nehri altında yaptırdığı tünelin kiremitlerinin bitümlenmiş olması, Herodot'un Babil'den sekiz günlük bir mesafede suyun yanı sıra bitümün de fişkırdığını ifade etmesi gibi çeşitli kanıtlar mevcuttur (Taşman, 1949:14). Petrolün öneminin artmasında, benzin ve motorin yakan motorların icat edilmesi etkili bir gelişme olmakla birlikte petrolün öneminin esasen artması İkinci Dünya Savaşı sonrası döneme denk gelmektedir (Erdoğan, 2016:50).

**Tablo 1.3: Kanıtlanmış Petrol Rezervi Açısından Lider Ülkeler, 2017**

Ülkeler	Toplam (Bin Milyon Varil)	Yüzde (%)	Kalan Ömür
Venezuela	303.2	17.9	393.6
Suudi Arabistan	266.2	15.7	61.0
Kanada	168.9	10.0	95.8
İran	157.2	9.3	86.5
Irak	148.8	8.8	90.2
<b>Lider 5 Ülke</b>	<b>1.044,3</b>	<b>61.7</b>	<b>-</b>
<b>DÜNYA</b>	<b>1.696,6</b>	<b>100.0</b>	<b>50.2</b>

**Kaynak:** BP (2018a); *BP Statistical Review of World Energy*, [https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy\\_economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf](https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy_economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf), (Erişim Tarihi: 10.07.2018), s. 12.

2017 yılı sonu itibarıyla küresel petrol rezerv ömrü, 50 yıl olup kanıtlanmış işletilebilir petrol rezervi toplamı yaklaşık 1.697 bin milyar varildir. Dünya petrol rezervi açısından en zengin ülke, Venezuela olup onu Suudi Arabistan, Kanada, İran ve Irak izlemektedir. Dünya petrol rezervinin yüzde 17.9'luk bölümü, Venezuela'nın elinde bulunurken yüzde 15.7'si Suudi Arabistan, yüzde 10'u Kanada, yüzde 9.3'ü İran ve yüzde 8.8'i Irak'ın elinde bulunmaktadır. Bu beş ülke, dünya petrol rezervinin yüzde 61.7'lik kısmına sahiptir (Tablo 1.3).

Tablo 1.4'te 2017 yılında petrol üretimi ve tüketiminde lider olan beş ülkenin üretim ve tüketim miktarlarına yer verilmiştir. 2017 yılında dünya petrol üretiminin yüzde 49.1'lik kısmı ABD, Suudi Arabistan, Rusya, Kanada ve İran tarafından gerçekleştirilmiştir. ABD'nin dünya petrol üretimindeki payı, yüzde 13 olup onu sırasıyla yüzde 12.8'lik pay ile Suudi Arabistan, yüzde 12.6'lık pay ile

Rusya, yüzde 5.4'lük pay ile Kanada ve yüzde 5.3'lük pay ile İran izlemiştir. Bu beş ülke, yaklaşık 2.158 milyar tonluk petrol üretimi gerçekleştirmiştir.

**Tablo 1.4: Petrol Üretimi ve Tüketiminde Lider Ülkeler, 2017**

Üretim Ülkeler	Toplam (Milyon Ton)	Yüzde (%)	Tüketim Ülkeler	Toplam (Milyon Ton)	Yüzde (%)
ABD	571,0	13.0	ABD	870,1	19.5
Suudi Arabistan	561,7	12.8	Çin	595,5	13.3
Rusya	554,4	12.6	Hindistan	221,8	5.0
Kanada	236,3	5.4	Japonya	181,3	4.1
İran	234,2	5.3	Suudi Arabistan	165,8	3.7
<b>Lider 5 Ülke</b>	<b>2.157,6</b>	<b>49.1</b>	<b>Lider 5 Ülke</b>	<b>2.034,5</b>	<b>45.6</b>
<b>DÜNYA</b>	<b>4.387,1</b>	<b>100</b>	<b>DÜNYA</b>	<b>4.469,7</b>	<b>100.0</b>

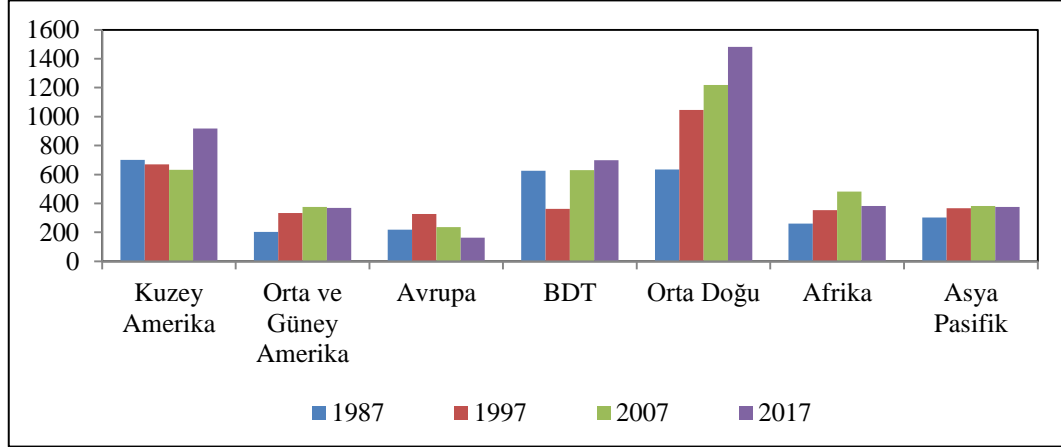
**Kaynak:** BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

Petrol üretiminde olduğu gibi tüketiminde de lider ülke, ABD'dir. 2017 yılında ABD'nin petrol tüketimi, 870 milyon tondur. ABD'yi, Çin, Hindistan, Japonya ve Suudi Arabistan izlemiştir. Beş ülkenin dünya petrol tüketiminde yüzdesi, 45.6 olup, tüketimin yaklaşık 2.035 milyar tonluk kısmını gerçekleştirmişlerdir. Çin, Hindistan ve Japonya petrol rezerv ve üretiminde önemli ülkeler arasında yer almamakla birlikte petrol tüketiminde önemli paylara sahip ülkelerdir. Suudi Arabistan ise hem petrol rezerv ve üretimi hem de petrol tüketimi açısından lider ülkedir (Tablo 1.4).

1987 yılında 2.946 milyar ton olan dünya petrol üretimi, 1.441 milyar ton artarak 2017 yılı sonu itibarıyla 4.387 milyar tona yükselmiştir (BP, 2018b). Grafik 1.3'de 1987 yılından başlayarak on yıllık periyotlarla petrol üretiminin bölgelere göre dağılımına yer verilmiştir. Petrol üretiminin bölgelere dağılımına bakıldığında, 1987 yılında 701 milyon ton üretimle Kuzey Amerika ilk sırada, 635 milyon ton üretimle Orta Doğu ikinci sırada yer alırken 1997, 2007 ve 2017 yıllarında ilk sırada Orta Doğu, ikinci sırada Kuzey Amerika yer almıştır. 1987 yılında petrol üretiminde üçüncü sırada BDT (625 milyon ton) yer almakta iken dördüncü sırada Asya Pasifik (303 milyon ton), beşinci sırada Afrika (260 milyon ton), altıncı sırada Avrupa (219 milyon ton) ve yedinci sırada Orta ve Güney Amerika (204 milyon ton) yer almıştır. 1997 yılından itibaren Orta ve Güney

Amerika, dünya petrol üretiminde beşinci sıradaki bölge iken Avrupa petrol üretiminde son sıradaki bölge olmuştur.

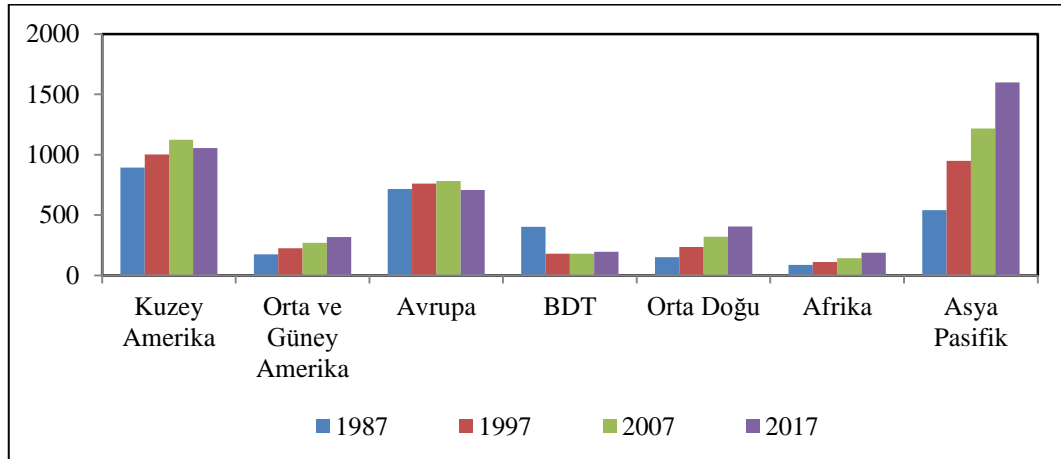
**Grafik 1.3: Petrol Üretimine Bölgelere Dağılımı, 1987-2017**



**Kaynak:** BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

1987 yılında petrol üretiminde olduğu gibi petrol tüketiminde de, Kuzey Amerika Bölgesi ilk sırada yer almış ve 894 milyon ton petrol tüketilmiştir. Bu bölgeyi, sırasıyla Avrupa (716 milyon ton), Asya Pasifik (542 milyon ton), BDT (404 milyon ton), Orta ve Güney Amerika (175 milyon ton) ve Orta Doğu (152 milyon ton) izlemiştir (Grafik 1.4).

**Grafik 1.4: Petrol Tüketiminin Bölgelere Dağılımı, 1987-2017**



**Kaynak:** BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

1997 yılında petrol tüketiminin en fazla gerçekleştiği bölge, Kuzey Amerika (1.002 milyar ton) olmuştur. 1987 yılından farklı olarak tüketimin en fazla

gerçekleştiği ikinci bölge, Asya Pasifik (950 milyon ton), üçüncü bölge Avrupa (761 milyon ton), dördüncü bölge Orta Doğu (235 milyon ton), beşinci bölge Orta ve Güney Amerika (226 milyon ton), altıncı bölge BDT (179 milyon ton) olmuştur. 2007 ve 2017 yıllarında ise petrol tüketiminin en fazla gerçekleştiği bölge, Asya Pasifik olmuştur. İkinci sırada Kuzey Amerika, üçüncü sırada Avrupa, dördüncü sırada Orta Doğu, beşinci sırada Orta ve Güney Amerika, altıncı sırada BDT yer almıştır. Tüketimin en az gerçekleştirildiği bölge, 1987 yılından itibaren Afrika olmuştur (Grafik 1.4).

### **1.2.1.3. Doğal Gaz**

Deniz, göl gibi sulak alanlarda ölen organizmalar, akarsuların buralara taşıdığı kum, mineral taneciği vs. ile dibe çökerek yığılmaktadır. Milyonlarca yıl boyunca gerçekleşen bu çökme ve yığılma işlemi neticesinde, çökel malzemenin kalınlığı artmakta ve kalınlıktaki bu artış taban ağırlığını artırmaktadır. Daha önce çökelen ve altta kalan malzemeler, üstteki ağırlığın etkisiyle zamanla sıkışmakta ve birbirine tutunmaktadır. Bu sıkışan katı tanecikler arasındaki gözeneklere yerleşen katı atıklar ise ısı, bakteri ve üst ağırlığın etkisiyle kimyasal bir değişime uğramakta ve doğal gaza dönüşmektedir (Bulundu ve Say, 2016:8-9).

Doğal gaz, petrol yataklarının üzerinde veya yeraltındaki gözenekli kayaların boşluklarında serbest halde bulunmaktadır (Yardımcı, 2011:158). Bünyesinde metan, etan, propanın yanı sıra azot ve az miktarda karbondioksit bileşikleri bulunmaktadır. Doğal gazın rengi ve kokusu yoktur. Ayrıca doğal gaz, havadan daha hafif ve zehirsiz bir gazdır (MEB, 2013:3).

Doğal gazın modern anlamda üretim teknikleriyle kullanılması, ABD’de gerçekleştirilmiştir. Doğal gazı, 1821 yılında William Hart şehir aydınlatmasında kullanırken, 1841 yılında doğal gaz endüstriyel amaçlı olarak tuz üretiminde kullanılmıştır. Doğal gazın evsel amaçlı kullanımı ise Wilhem Bunsen’in mavi alev gaz ocağını 1855 yılında geliştirmesiyle olmuştur. 1920’lerde başlanılan boru hattı taşımacılığıyla hız kazanan doğal gazın tüketimi, İkinci Dünya Savaşı sonrası önemli boyutlara ulaşmıştır (Bulundu ve Say, 2016:8-9). Doğal gaz, ilk önceleri petrol üretimi esnasında bulunan yararsız bir atık olarak görülürken günümüzde ısıtma, pişirme ve aydınlatma amacıyla evlerde kullanılmasının yanı sıra sanayide de kullanılmaktadır (Balbay, 2015:28).

Dünya geneli kanıtlanmış işletilebilir doğal gaz rezervi, 2017 yılı itibarıyla yaklaşık 194 trilyon m<sup>3</sup>'tür. Kanıtlanmış işletilebilir doğal gaz rezerv ömrü ise yaklaşık 53 yıldır. Petrol ve doğal gaz rezervlerinin yakın bir gelecekte tükeneceği öngörülmektedir. Dünya doğal gaz rezervinin 121 trilyon m<sup>3</sup>'lük kısmı, Rusya, İran, Katar, Türkmenistan ve ABD'de bulunmaktadır. Bu beş ülkede bulunan rezerv, dünya rezervinin yüzde 62.8'lik kısmına denk gelmektedir (Tablo 1.5).

**Tablo 1.5: Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervi Açısından Lider Ülkeler, 2017**

Ülkeler	Toplam (Trilyon m <sup>3</sup> )	Yüzde (%)	Kalan Ömür
Rusya	35,0	18.1	314.1
İran	33,2	17.2	148.4
Katar	24,9	12.9	141.8
Türkmenistan	19,5	10.1	55.0
ABD	8,7	4.5	11.9
<b>Lider 5 Ülke</b>	<b>121,3</b>	<b>62.8</b>	-
<b>DÜNYA</b>	<b>193,5</b>	<b>100.0</b>	<b>52.6</b>

**Kaynak:** BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

Tablo 1.6'da 2017 yılı itibarıyla dünyada doğal gaz üretim ve tüketiminde önemli bir paya sahip olan beş ülkenin üretim ve tüketim miktarları ve oranlarına yer verilmiştir. 2017 yılı sonu itibarıyla dünya doğal gaz üretimi, 3 trilyon 680 milyar m<sup>3</sup>'tür. Bu üretimin, 1 trilyon 946 milyar m<sup>3</sup>'lük kısmını (yüzde 53'ünü) ABD, Rusya, İran, Kanada ve Katar gerçekleştirmiştir.

**Tablo 1.6: Doğal Gaz Üretimi ve Tüketiminde Lider Ülkeler, 2017**

Üretim Ülkeler	Toplam (Milyar m <sup>3</sup> )	Yüzde (%)	Tüketim	Toplam (Milyar m <sup>3</sup> )	Yüzde (%)
			Ülkeler		
ABD	734,5	20.0	ABD	739,5	20.1
Rusya	635,6	17.3	Rusya	424,8	11.6
İran	223,9	6.1	Çin	240,4	6.6
Kanada	176,3	4.8	İran	214,4	5.8
Katar	175,7	4.8	Japonya	117,1	3.2
<b>Lider 5 Ülke</b>	<b>1.946,0</b>	<b>53.0</b>	<b>Lider 5 Ülke</b>	<b>1.736,2</b>	<b>47.3</b>
<b>DÜNYA</b>	<b>3.680,4</b>	<b>100.0</b>	<b>DÜNYA</b>	<b>3.670,4</b>	<b>100.0</b>

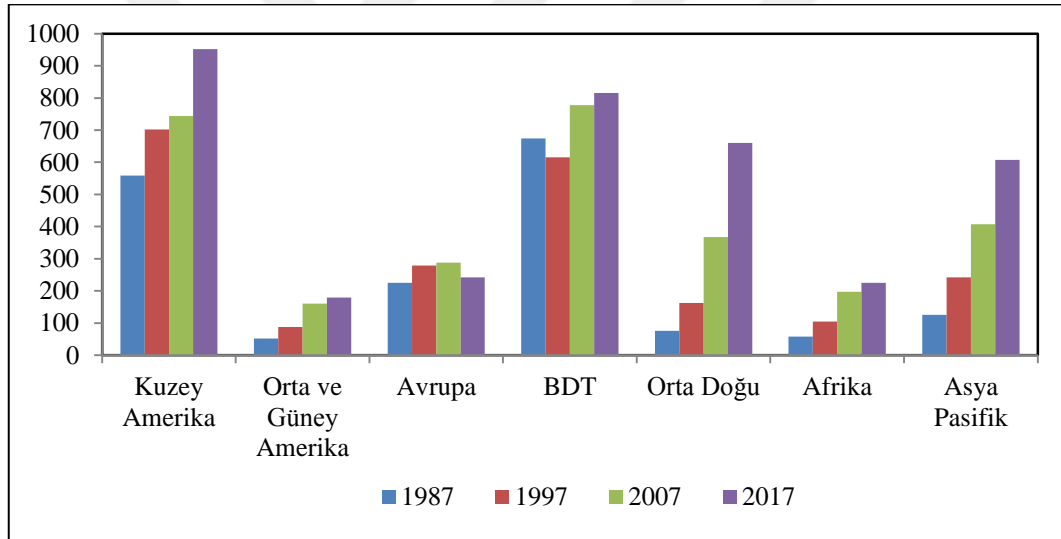
**Kaynak:** BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

Dünya doğal gaz tüketimi 2017 yılı sonunda, 3 trilyon 670 milyar m<sup>3</sup>'e ulaşmış olup bu tüketimin yüzde 47.3'ü ABD, Rusya, Çin, İran ve Japonya tarafından gerçekleştirilmiştir. ABD, Rusya ve İran rezerv, üretim ve tüketimde

lider ülkeler arasında yer alırken, Katar rezerv ve üretimde lider ülke konumundadır. Çin ve Japonya ise doğal gaz rezerv ve üretiminde lider beş ülke arasında yer almamakla birlikte doğal gaz tüketiminde önemli ülkeler arasında yer almaktadır (Tablo 1.6).

Dünya petrol ve doğal gaz üretiminde önemli paylara sahip olan ülkeler, paralellik göstermektedir. Petrol ve doğal gaz üretiminin her ikisinde de lider ülke ABD'dir. Rusya, Kanada ve İran her iki fosil yakıt türünün üretiminde önemli paylara sahip ülkelerdir. Petrol ve doğal gaz tüketimini gerçekleştiren ülkelerde de bir paralellik söz konusu olup yine her iki fosil yakıt türünün tüketiminde de lider ülke ABD'dir. Ayrıca Çin ve Japonya, petrol ve doğal gaz tüketiminde önemli paylara sahip ülkelerdir.

**Grafik 1.5: Doğal Gaz Üretimine Bölgelere Dağılımı, 1987-2017**



**Kaynak:** BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

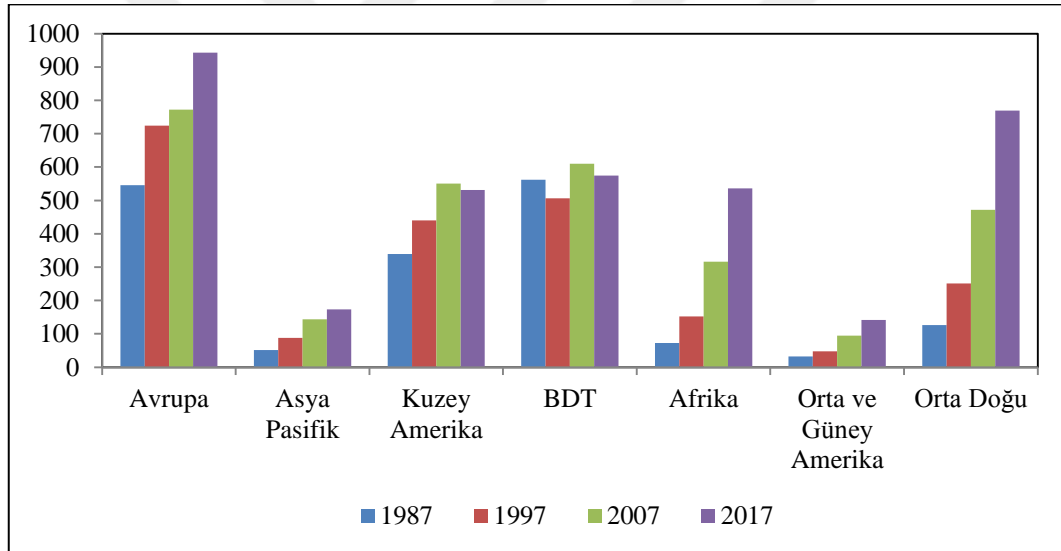
1987 yılından itibaren dünya doğal gaz üretimi, yıldan yıla artış göstermiş, 1987 yılında 1 trilyon 768 milyar m<sup>3</sup> olan doğal gaz üretimi 2017 yılında 1 trilyon 912 milyar m<sup>3</sup> artarak 3 trilyon 680 milyar m<sup>3</sup>'e ulaşmıştır (BP, 2018b). 1987 ve 2007 yıllarında, ilk sırada BDT ikinci sırada Kuzey Amerika yer alırken; 1997 ve 2017 yıllarında ilk sırada Kuzey Amerika ikinci sırada BDT yer almıştır. 1987 yılından 2017 yılına kadar geçen otuz yıllık süreçte, doğal gaz üretiminde en düşük paya sahip bölgeler, Afrika ile Orta ve Güney Amerika olmuştur. 2017



yılında 3 trilyon 680 milyar m<sup>3</sup>'lük üretimde, Afrika'nın payı 225 milyar m<sup>3</sup> iken Orta ve Güney Amerika'nın payı 179 milyar m<sup>3</sup>'tür (Grafik 1.5).

Grafik 1.6'da 1987 yılından başlayarak on yıllık periyotlarla doğal gaz tüketiminin bölgesel dağılımına yer verilmiştir. Doğal gaz tüketimi geçen 30 yılda sürekli artış göstermiştir. 1987 yılında 1 trilyon 729 milyar m<sup>3</sup> olan doğal gaz tüketimi, 2017 yılına kadar 1 trilyon 941 milyar m<sup>3</sup> artarak 2017 yılında 3 trilyon 670 milyar m<sup>3</sup>'e ulaşmıştır (BP, 2018b). 1987 yılında dünya doğal gaz tüketiminde ilk sırada 562 milyar m<sup>3</sup> tüketimle BDT yer alırken, ikinci sırada onu 546 milyar m<sup>3</sup> tüketimle Avrupa takip etmiştir. 1997 yılında 724 milyar m<sup>3</sup> tüketimle Avrupa birinci sırada, 506 milyar m<sup>3</sup> tüketimle BDT ikinci sırada yer almıştır (Grafik 1.6).

**Grafik 1.6: Doğal Gaz Tüketiminin Bölgelere Dağılımı, 1987-2017**



**Kaynak:** BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

2007 yılında 1997 yılındaki gibi ilk sırada Avrupa (772 milyar m<sup>3</sup>), ikinci sırada BDT (610 milyar m<sup>3</sup>) bulunmaktadır. 1987 yılından 2007 yılı sonuna kadar olan dönemde sıralamanın geri kalanı da değişmemiş olup üçüncü sırada Kuzey Amerika, dördüncü sırada Orta Doğu, beşinci sırada Afrika, altıncı sırada Asya Pasifik ve yedinci sırada Orta ve Güney Amerika yer almıştır. 2017 yılında gerçekleştirilen 3 trilyon 670 milyar m<sup>3</sup>'lük doğal gaz tüketiminin, yaklaşık 943 milyar m<sup>3</sup>'lük kısmını 1997 ve 2007 yıllarında olduğu gibi ilk sırada yer alan Avrupa gerçekleştirmiştir. Avrupa'yı, sırasıyla Orta Doğu, BDT, Afrika ve Kuzey

Amerika takip etmiştir. 1987 yılından 2017 yılına kadar geçen otuz yılda doğal gaz tüketiminin en az gerçekleştiği iki bölge, Orta ve Güney Amerika ile Asya Pasifik olmuştur (Grafik 1.6).

### 1.2.2. Çekirdek Enerji Kaynakları

Çekirdek enerji kaynakları, uranyum ve toryum olup, her ikisi de nükleer enerji üretiminde kullanılan nükleer yakıtlardır. Nükleer enerjinin temelini, atom oluşturmaktadır (Temurçin ve Aliagaoglu, 2003:26). Atomun çekirdeğiyle ilgili bir olay olan nükleer enerjinin, elde edilmesi için iki yöntem vardır. İlk yöntem, füzyon adı verilen iki çekirdeğin birleştirilmesi işlemidir. İkinci yöntem ise fisyon adı verilen büyük bir çekirdeğin parçalanması işlemidir. Yöntemler farklı olmakla beraber reaksiyon sonucunda her ikisinde de ortaya çıkan enerji, nükleer enerji olarak adlandırılmaktadır (Altın, 2004:4).

Günümüz teknolojisinde nükleer enerji üretiminde, füzyon işlemi yeterli düzeyde gelişim gösteremediği için fisyon işlemine başvurulmakta (Eral, 2015:2) ve ticari ölçekli çalışan nükleer reaktörlerde yakıt olarak uranyum kullanılmaktadır. Toryum, nükleer yakıt olarak uranyumdan daha çevreci olmakla birlikte hala ticari ölçekli nükleer reaktörlerde yakıt olarak kullanıma imkân bulamamıştır (Eroglu ve Şahiner, 2017:23).

Nükleer yakıt olan uranyumun fisyon yapma özelliği, 1939 yılında Otto Hahn ve Fritz Strassmann tarafından ortaya konulmuştur. Fisyon işlemiyle deneysel amaçlı elektrik üretimi ilk olarak, 1951 yılında Arco Idaho (ABD)'de gerçekleştirilmiş olup nükleer enerjiyle dört adet ampul aydınlatılmıştır. Nükleer reaktörlerde ticari amaçlı elektrik üretimine ilk olarak, 1954 yılında Obninsk (Rusya)'de başlanmıştır. APS-1 nükleer enerji santrali, 5 MW elektrik üretimi gerçekleştirmiştir (Eral, 2015:10; Eroglu ve Şahiner, 2017:8).

2017 yılı sonu itibarıyla dünyada yaklaşık 2.636 TWh nükleer enerji üretilmiş olup, üretimin yaklaşık yüzde 70'lik kısmı ABD, Fransa, Çin, Rusya ve Güney Kore'ye aittir. Üretimin en fazla yapıldığı ülke olan ABD'de, 847 TWh nükleer enerji üretilmiştir (Tablo 1.7). Günümüzde nükleer enerjinin yaygın kullanım amacı, elektrik enerjisi üretmek olup bunun dışında tıp ve silah sanayinde de nükleer enerjiden yararlanılmaktadır (Temurçin ve Aliagaoglu,

2003:27). 2016 yılı kasım ayı itibarıyla dünyada çalışır durumda nükleer enerji santrali sayısı, dört yüz ellidir. En fazla santralin bulunduğu ve elektrik üretiminin yapıldığı ülke doksan dokuz adet santral ile ABD'dir (Eroğlu ve Şahiner, 2017:9).

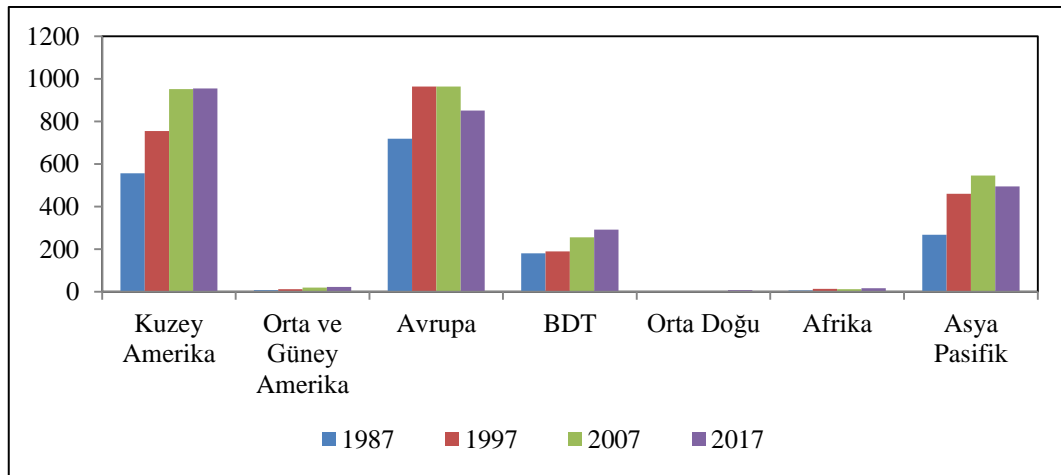
**Tablo 1.7: Nükleer Enerji Üretimi ve Tüketiminde Lider Ülkeler, 2017**

Üretim Ülkeler	Toplam (TWh)	Yüzde (%)	Tüketim Ülkeler	Toplam (MTEP)	Yüzde (%)
ABD	847,3	32.1	ABD	191,7	32.1
Fransa	398,4	15.1	Fransa	90,1	15.1
Çin	248,3	9.4	Çin	56,2	9.4
Rusya	203,1	7.7	Rusya	46,0	7.7
Güney Kore	148,4	5.6	Güney Kore	33,6	5.6
<b>Lider 5 Ülke</b>	<b>1.845,5</b>	<b>69.9</b>	<b>Lider 5 Ülke</b>	<b>417,6</b>	<b>69.9</b>
<b>DÜNYA</b>	<b>2.635,6</b>	<b>100.0</b>	<b>DÜNYA</b>	<b>596,4</b>	<b>100.0</b>

**Kaynak:** BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

Dünya nükleer enerji üretiminin önemli bir kısmını gerçekleştiren beş ülke, nükleer enerji tüketiminin de önemli bir kısmını gerçekleştirmektedir. Tüketimin en fazla yapıldığı ülke olan ABD'de, yaklaşık 192 MTEP nükleer enerji tüketilmiştir. Onu sırasıyla, Fransa (90 MTEP), Çin (56 MTEP), Rusya (46 MTEP) ve Güney Kore (yaklaşık 34 MTEP) izlemiştir. Dünya nükleer enerji tüketimi, 2017 yılı için 596 MTEP'dir (Tablo 1.7).

**Grafik 1.7: Nükleer Enerji Üretiminin Bölgelere Dağılımı, 1987-2017**



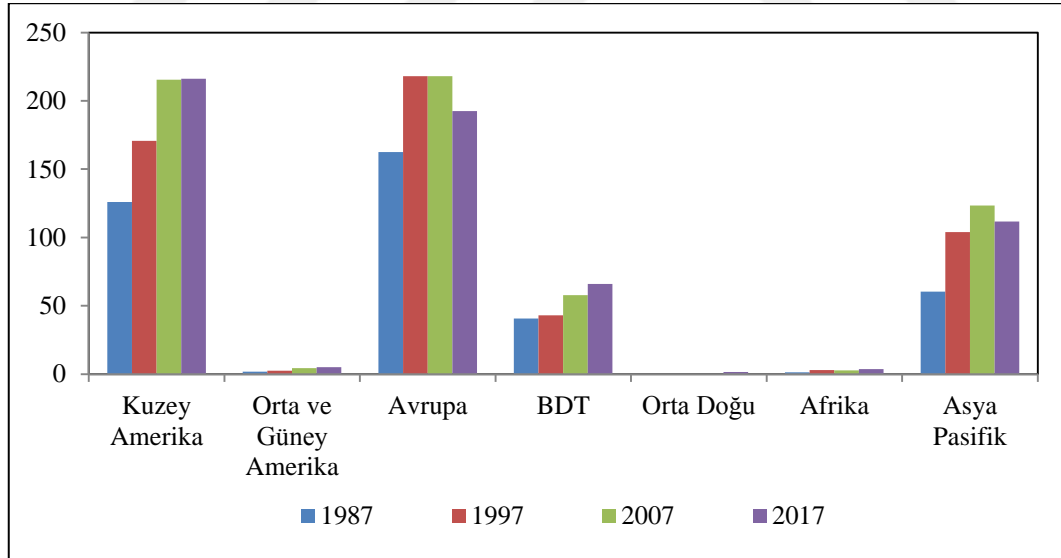
**Kaynak:** BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

Dünya nükleer enerji üretimi, 1987 yılında 1.735 TWh iken 2017 yılına gelindiğinde üretim yaklaşık 2.636 TWh'ye yükselmiştir (BP, 2018b). Dünya

nükleer enerji üretiminin bölgelere dağılımına bakıldığı zaman, 1987, 1997 ve 2007 yıllarında sırasıyla Avrupa, Kuzey Amerika, Asya Pasifik ve BDT nükleer enerji üretiminin en fazla yapıldığı dört bölge olmuştur. 2017 yılında ise daha önce ikinci sırada olan Kuzey Amerika, en fazla nükleer üretiminin yapıldığı bölge olmuştur (Grafik 1.7). Daha önce nükleer üretiminin olmadığı Orta Doğu Bölgesi'nde ise nükleer enerji üretimi 2011 yılında İran'da başlamıştır (BP, 2018a:41).

Dünya nükleer enerji tüketimi, 1987 yılında yaklaşık 393 MTEP iken 2017 yılına gelindiğinde 596 MTEP'ye ulaşmıştır (BP, 2018b). 1987, 1997 ve 2007 yıllarında üretimin olduğu gibi tüketiminde en fazla gerçekleştiği bölgeler sırasıyla Avrupa, Kuzey Amerika, Asya Pasifik ve BDT'dir. Nükleer enerji tüketiminin en az olduğu bölgeler ise Afrika ile Orta ve Güney Amerika olmuştur. 1987, 1997 ve 2007 yıllarında Orta Doğu Bölgesi'nde nükleer enerji tüketimi bulunmamaktadır (Grafik 1.8). Orta Doğu Bölgesi'nde nükleer enerji tüketimi, 2012 yılında İran'da başlamıştır (BP, 2018a:41).

**Grafik 1.8: Nükleer Enerji Tüketiminin Bölgelere Dağılımı, 1987-2017**



**Kaynak:** BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

2017 yılında nükleer enerji tüketiminin bölgelere dağılımına bakıldığında, tüketimin en yoğun olduğu bölgenin 216 MTEP ile Kuzey Amerika olduğu ve onu sırasıyla Avrupa (193 MTEP), Asya Pasifik (112 MTEP) ve BDT (66 MTEP)'nin izlediği görülmektedir. Tüketimin en az olduğu bölgeler ise Orta Doğu, Afrika,

Orta ve Güney Amerika'dır. 2012 yılında nükleer enerji tüketiminin başladığı Orta Doğu'da, 2017 yılında 1,6 MTEP'lik nükleer enerji tüketimi gerçekleştirilmiştir (Grafik 1.8).

### **1.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

YE, çevrede kendiliğinden ortaya çıkan, kaynağı doğada mevcut olan, insanların kullanımı neticesinde tükenmeyen yani rezervi sınırsız olan, yerli ve çevreye olumsuz etkisi minimum düzeydeki enerjidir (Hogg ve O'Regan, 2010:41; Çelikkaya, 2017a:3; Çelikkaya, 2018:358). Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency-IEA)'nın sınıflandırmasına göre, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, biyokütle enerji, jeotermal enerji, okyanus ve deniz kökenli enerji ile hidro enerji yenilenebilir enerji kaynaklarını oluşturmaktadır<sup>3</sup>.

#### **1.3.1. Güneş Enerjisi**

Güneş enerjisi, en önemli enerji kaynağı olup rüzgâr, akarsu ve dalgaların oluşumu üzerindeki etkisi nedeniyle diğer YE kaynaklarının da temelini oluşturmaktadır. Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde gerçekleşen füzyon işlemi sonucu açığa çıkan ışınım enerjisi şeklinde tanımlanabileceği gibi (Öztürk, 2013:22), güneşin çekirdeğindeki hidrojen enerjisinin helyuma dönüşmesinden kaynaklanan nükleer etkileşimler neticesinde oluşan enerji olarak da ifade edilebilir. Güneş enerjisi, fotonlarla temsil edilen elektromanyetik dalgalar aracılığıyla Dünya'ya iletilmektedir (Foster vd., 2009:3-4).

Güneş ışınları, Güneş ve Dünya arasındaki mesafeyi ortalama sekiz dakikada katederek Dünya'ya ulaşmakta ve yerkürenin kırk dakika boyunca güneş ışınlarından soğurduğu enerji, dünyada bir yılda tüketilen enerji toplamına denk gelmektedir (Çanka Kılıç, 2015:30). Güneş enerjisi, evrenin her yerine eşit düzeyde yayılmamakta ve birim olarak genellikle alana düşen watt cinsinden enerji ( $W/m^2$ ) ile ifade edilmektedir. Havanın güzel olduğu bir günde yeryüzüne, yaklaşık olarak,  $1.000 W/m^2$  enerji düşmekte ve bu miktar coğrafi konuma göre  $650-2.300 W/m^2$  arasında değişmektedir (Erdoğan, 2016:73).

---

<sup>3</sup> IEA'nın sınıflandırmasında yer almamakla birlikte bazı kaynaklarda hidrojen enerjisi YE kaynağı olarak kabul edilmektedir.

Güneş enerjisi, insanın var oluşundan itibaren kullanılan bir enerji kaynağı olmakla birlikte teknik anlamda güneş enerjisini ilk kullanan Arşimet olmuştur. Arşimet, milattan önce 215'te Siraküza (İtalya)'yı kuşatan gemileri güneş ışınımını odaklayarak yakmıştır (Altuntop ve Erdemir, 2013:70). Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar, 1970 yılından sonra hız kazanmıştır. Ar-Ge faaliyetleri neticesinde güneş enerjisi sistemleri, teknolojik bakımdan ilerlerken başlangıç maliyetleri düşme yönünde eğilim göstermiştir (Erdener vd., 2013:81).

Güneş enerjisinden yararlanarak, günümüzde ısı ve elektrik üretilmektedir. Elektrik üretiminde, ısıl bir diğer deyişle termik güneş teknolojileri ve Fotovoltaik (FV) güneş teknolojileri olmak üzere iki teknolojiye dayanılmaktadır (Öztürk, 2013:45). Isıl teknolojiyle elektrik enerjisi üretim sisteminde, ayna düzenekleriyle güneş enerjisi odaklandırdıktan sonra enerji yoğunluğunun fazla olduğu noktalarda sıcaklık artmakta ve bu noktalardan kızgın su buharı elde edilmektedir. Elde edilen bu kızgın su buharıyla, jeneratörler çevrilmekte ve elektrik üretilmektedir (Çanka Kılıç, 2015:37).

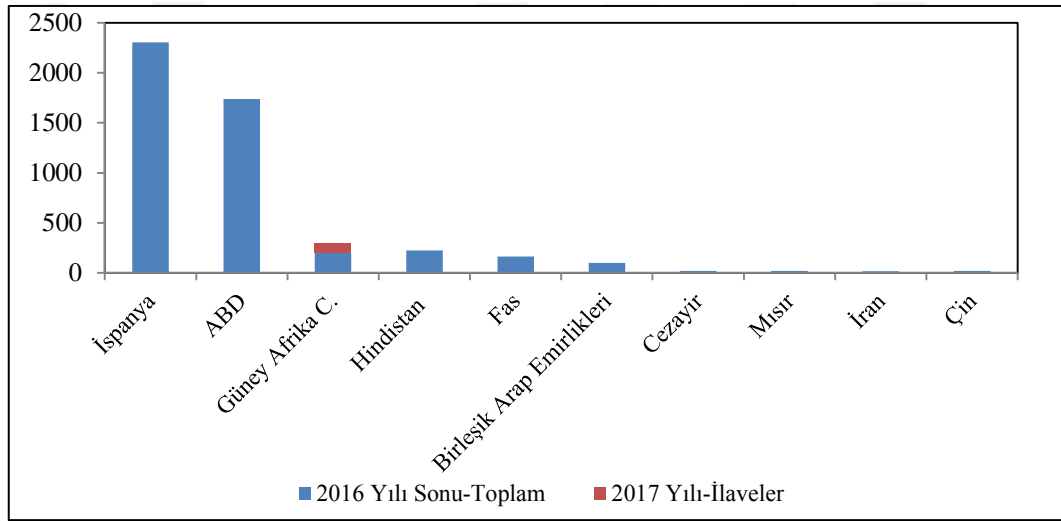
Isıl güneş teknolojileri, elektrik üretiminin yanı sıra ısı üretiminde de kullanılmaktadır. Güneş enerjisi uygulamalarıyla ısı üretilmesinde, düşük sıcaklık uygulamaları, orta sıcaklık uygulamaları ve yüksek sıcaklık uygulamaları olmak üzere üç ayrı uygulama mevcuttur. Düşük sıcaklık uygulamaları, 20-100°C arasındaki sıcaklıkları kapsarken, orta sıcaklık uygulamaları 100-300°C arasındaki sıcaklıkları kapsamakta, yüksek sıcaklık uygulamaları ise 300°C'den yüksek sıcaklıkları kapsamaktadır (Öztürk, 2013:45).

Düşük sıcaklık uygulamalarında, düzlemsel güneş kolektörleri; orta sıcaklık uygulamalarında, çizgisel yoğunlaştırma yapan sistemler olan parabolik oluk sistemleri; yüksek sıcaklık uygulamalarında, noktasal yoğunlaştırma yapan sistemler olan parabolik çanak ve merkezi alıcı kullanılmaktadır. Düzlemsel güneş kolektörleri, güneş enerjisinin en yaygın kullanım şekli olup, evlerde ısıtma ve sıcak su temininde, konut ve işyerlerinin iklimlendirilmesinde, yüzme havuzlarının ısıtılmasında, tarım ürünlerinin kurutulmasında ve deniz suyundan tuz ve tatlı su elde edilmesinde kullanılmaktadır. Çizgisel ve noktasal

yoğunlaştırma yapan sistemler ise elektrik enerjisi üretiminde kullanılan ısı güneş teknolojileridir (Çanka Kılıç, 2015:37).

Grafik 1.9’da ısı güneş teknolojilerini kullanarak elektrik üretimi yapan ülkelerin, 2016 yılı toplam kurulu kapasiteleri ve 2017 yılında bu kapasitelere yapılan ilaveler gösterilmiştir. 2016 yılı sonunda ısı güneş teknolojileri, 4.810 MW kurulu kapasiteye sahipken 2017 yılında geçmiş yıl kurulu kapasitesine 100 MW ilave yapılmış ve 2017 yılında toplam kurulu kapasite 4.910 MW’a ulaşmıştır. 2017 yılında Güney Afrika Cumhuriyeti, ısı güneş teknolojisi kurulu kapasitesini 100 MW artırmıştır (REN21, 2018:210).

**Grafik 1.9: Isı Güneş Teknolojisi Kurulu Kapasitesi, 2016-2017**



**Kaynak:** REN21 (2018); *Renewables 2018 Global Status Report*, [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015\\_Onlinebook\\_low1.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf), (Erişim Tarihi: 01.09.2018), s.210.

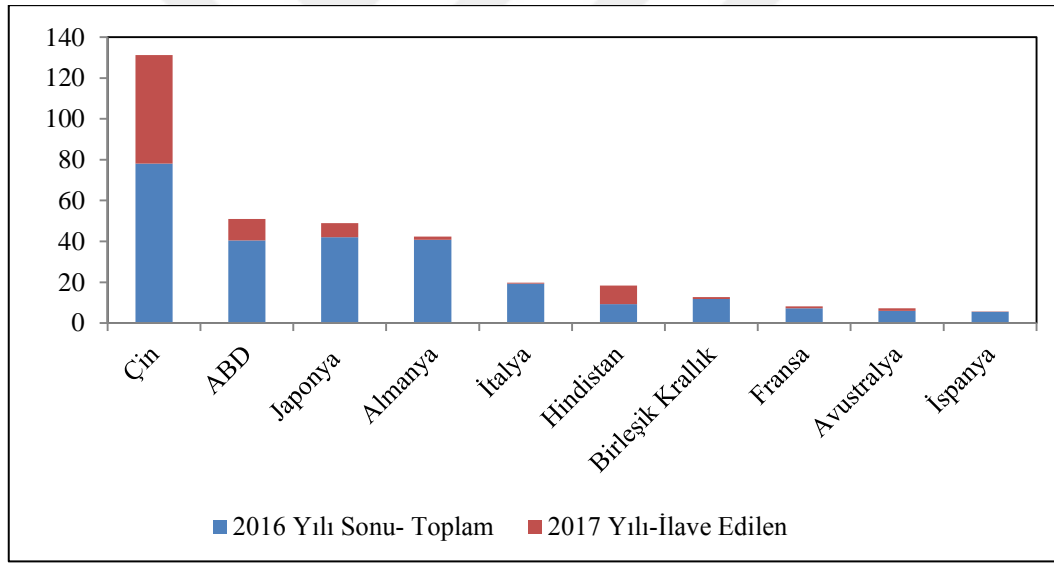
İspanya, ısı güneş teknolojilerini kullanarak elektrik üretimi gerçekleştiren ülkeler arasında kurulu kapasite bakımından ilk sırada yer almaktadır. İspanya’nın 2017 yılındaki kurulu kapasitesi, 2.304 MW olup onu sırasıyla ABD (1.738 MW), Güney Afrika Cumhuriyeti (300 MW), Hindistan (225 MW), Fas (166 MW), Birleşik Arap Emirlikleri (100 MW), Cezayir (20 MW), Mısır (20 MW), Çin (20 MW) ve İran (17 MW) izlemiştir (Grafik 1.9).

Güneş enerjisinden yararlanarak elektrik üretmede kullanılan ikinci yöntem, FV elektrik enerjisi üretim sistemidir (Erdener vd., 2013:82). FV sisteme, güneş hücresi veya güneş pili de denilmektedir. FV sistem, silikondan üretilen yarı iletken iki malzemenin birleştirilmesi neticesinde oluşmaktadır (MEB, 2011a:8).

FV sistemin üzerine düşen güneş ışınımları, doğrudan elektrik enerjisine çevrilmektedir. FV sistemlerden üretilen elektrik enerjisinin maliyetinin, ısı sistemlerden üretilene göre daha az olması FV sistemi bir adım öne çıkarmıştır (Altuntop ve Erdemir, 2013:74).

Grafik 1.10'da lider on ülkenin, 2016 yılı güneş FV teknolojisi kurulu kapasitesi ve kurulu kapasiteye 2017 yılında yapılan ilaveler verilmiştir. 2016 yılı güneş FV teknolojisi kurulu kapasitesi, 303 GW olup, 2017 yılında kurulu kapasiteye 98 GW ilave yapılmış ve kurulu kapasite 401 GW'a yükselmiştir. 2017 yılında kurulu kapasitesini en fazla artıran ülke, 53,1 GW ilaveyle Çin olurken, kurulu kapasitesini en az artıran ülke, 0,1 GW ilaveyle İspanya olmuştur (REN21, 2018:209).

**Grafik 1.10: Güneş FV Teknolojisi Kurulu Kapasitesinde Lider Ülkeler, 2016-2017**



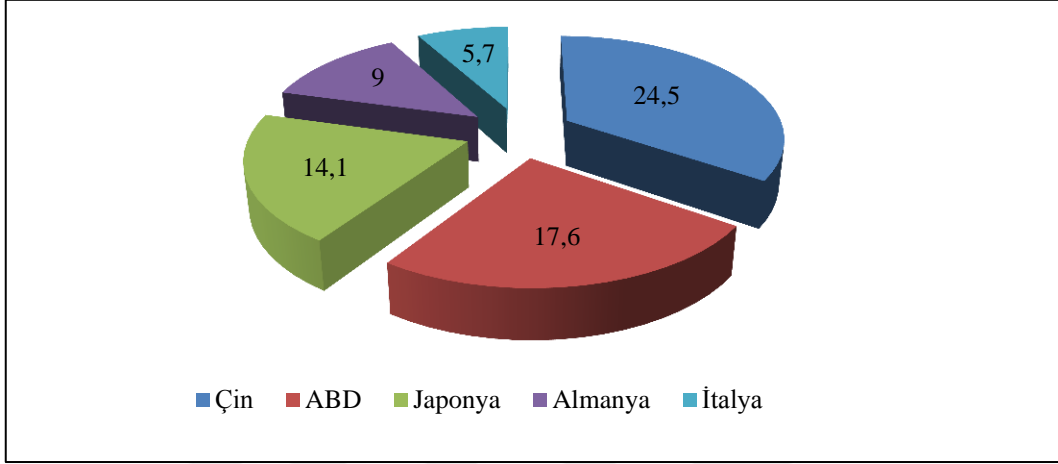
**Kaynak:** REN21 (2018); *Renewables 2018 Global Status Report*, [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015\\_Onlinebook\\_low1.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf), (Erişim Tarihi: 01.09.2018), s.209.

2017 yılında 401 GW olan dünya geneli güneş FV teknolojisi kurulu kapasitesinin 345,2 GW'lık kısmı, güneş FV kurulu kapasitesinde lider olan on ülkeye aittir. 2017 yılında ilave edilen 53,1 GW kurulu kapasite ile beraber 131,2 GW kurulu kapasiteye erişen Çin, ilk sıradaki yerini korurken daha önce ikinci sırada yer alan Japonya, üçüncü sıraya gerilemiş, ikinci sıraya 2016 yılında dördüncü sırada yer alan ABD gelmiştir. Sıralama, sırası ile Almanya (42,4 GW), İtalya (19,7 GW), Hindistan (18,3 GW), Birleşik Krallık (12,7 GW), Fransa (8,1



GW), Avustralya (7,2 GW) ve İspanya (5,6 GW) şeklinde devam etmektedir. İtalya, Fransa, Avustralya ve İspanya'nın kurulu kapasitesi, 2017 yılında artmış, ancak bu ülkelerin sıralamadaki yerlerinde herhangi bir değişim yaşanmamıştır (Grafik 1.10).

**Grafik 1.11: Güneş Enerjisi Tüketiminde Lider Ülkeler, 2017, MTEP**



**Kaynak:** BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

2017 yılında dünya güneş enerjisi tüketimi 100 MTEP olup, bu tüketimin yaklaşık 71 MTEP'lik bölümünü Çin, ABD, Japonya, Almanya ve İtalya gerçekleştirmiştir. Tüketimin en fazla yapıldığı ülke olan Çin'de, 2017 yılında yaklaşık 25 MTEP güneş enerjisi kullanılmıştır. Çin'i sırasıyla, yaklaşık 18 MTEP tüketim ile ABD, 14 MTEP tüketim ile Japonya, 9 MTEP tüketim ile Almanya ve yaklaşık 6 MTEP tüketim ile İtalya takip etmiştir (Grafik 1.11).

### 1.3.2. Rüzgâr Enerjisi

Güneş ışığının Dünya'nın yüzeyini eşit bir şekilde ısıtmamasından kaynaklanan, sıcaklık, basınç ve yoğunluk farkları, rüzgârı oluşturmaktadır (Rogner ve Popescu, 2000:163). Yoğunluğun az olduğu sıcak alanlarda, alçak basınç; yoğunluğun fazla olduğu soğuk alanlarda ise, yüksek basınç oluşmaktadır. Yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına doğru gerçekleşen hava hareketi, rüzgârı oluşturmaktadır. Karaların denizlerden daha hızlı ısınması sonucunda da rüzgâr oluşmaktadır (İlkılıç, 2016:1). Güneşten gelen enerjinin yaklaşık yüzde 2'si rüzgâr enerjisine dönüştüğünden (Öztürk, 2013:175), rüzgâr enerjisi, dönüşüme uğramış güneş enerjisi şeklinde tanımlanabilir. Rüzgârın hızı

ve esme süresine bağılı olarak, rüzgârdan elde edilebilecek enerji değişmektedir (Erdener vd., 2013:65).

Rüzgâr enerjisinden iki şekilde yararlanılmaktadır. İlk kullanım şeklinde rüzgâr enerjisi, rüzgâr değirmenleri vasıtasıyla mekanik enerjiye dönüştürülmektedir. İkinci kullanım şeklinde ise rüzgâr enerjisinden rüzgâr türbinleri vasıtasıyla elektrik enerjisi üretilmektedir (Hayli, 2001:2). Rüzgâr değirmenlerinde geçmişte, su pompalama ve tane öğütme işlemleri gerçekleştirilmekte iken günümüzde rüzgâr değirmenlerinin modern karşılığı olan rüzgâr türbinlerinde elektrik enerjisi üretilmektedir (Erdener vd., 2013:65). Elektrik üretiminde kullanılan rüzgâr türbinleri, esmekte olan rüzgârın kuvvetini kanatları vasıtasıyla dönme kuvvetine dönüştürmektedir (Varınca ve Varank, 2005:369). Rüzgâr türbinleri, rüzgâr enerjisini önce mekanik enerjiye dönüştürmekte ve sonrasında bir jeneratör vasıtasıyla mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmektedir (İlkılıç, 2003:45).

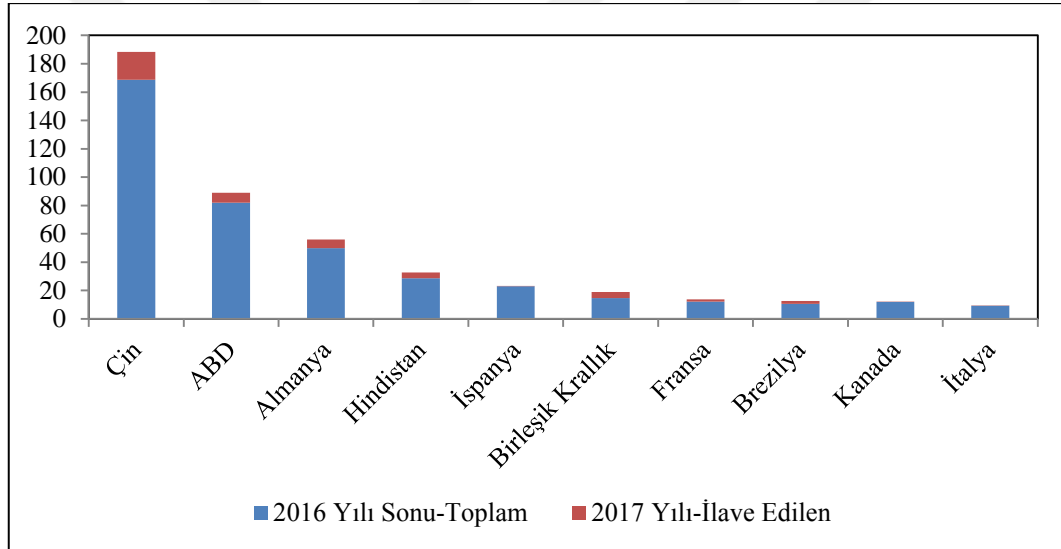
Rüzgâr enerjisinden yararlanarak elektrik üretimi ilk kez, 1888 yılında Ohio'da (ABD) Charles Brush tarafından gerçekleştirilmiştir. 1970'li yıllara kadar, rüzgâr enerjisi araştırmalarında önemli bir gelişme yaşanmamıştır. 1970'lerde yaşanan petrol krizleri, Kuzey Amerika ve Avrupa ülkelerinde rüzgâr enerjisine yönelik Ar-Ge çalışmalarına hız kazandırmıştır. Önceleri kara üzerinde kurulan rüzgâr türbinleri, zaman içerisinde deniz üstünde kurulmaya başlanmıştır. Deniz üstünde rüzgâr çiftliği uygulamasının ilk örneği olan Vindeby Rüzgâr Çiftliği, 5 MW gücünde olup 1991 yılında Lolland Adası (Danimarka) yakınlarında kurulmuştur (Öztürk, 2013:206-207).

İçinde birçok rüzgâr türbini barındıran alanlara, rüzgâr santrali denilmekte olup (Hayli, 2001:3), rüzgâr santralleri karalarda (onshore) veya deniz üstünde (off-shore) kurulabilmektedir. Rüzgâr enerjisi bakımından, deniz üstü rüzgâr santralleri kara tipi santrallere göre avantajlı durumda olmakla birlikte (Nurbay ve Çınar, 2005:165), deniz üstü rüzgâr santrallerinin donanım inşası ve üretilen elektriğin taşınmasında karşılaşılan zorluklar kara tipi santralleri ön plana çıkarmaktadır (Hayli, 2001:3). Eksenlerinin konumu bakımından ise rüzgâr türbinleri yatay eksenli rüzgâr türbinleri, düşey eksenli rüzgâr türbinleri ve eğik eksenli rüzgâr türbinleri olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Yatay eksenli rüzgâr

türbinleri, günümüzde kullanılan ticari türbinlerdir (Nurbay ve Çınar, 2005:165-167).

Grafik 1.12’de 2016 yılı rüzgâr enerjisi kurulu kapasitesinde lider 10 ülke ve 2017 yılında kurulu kapasiteye yapılan ilaveler verilmiştir. 2016 yılı dünya geneli rüzgâr enerjisi kurulu kapasitesi, 487 GW olup 2017 yılında rüzgâr enerjisi kurulu kapasitesine 52 GW ilave yapılmış ve kurulu kapasite 539 GW’a yükselmiştir. 539 GW’lık rüzgâr enerjisi kurulu kapasitesinin 456,6 GW’lık bölümü, Çin (188,4 GW), ABD (89 GW), Almanya (56,1 GW), Hindistan (32,8 GW), İspanya (23,2 GW), Birleşik Krallık (18,9 GW), Fransa (13,8 GW), Brezilya (12,7 GW), Kanada (12,2 GW) ve İtalya (9,5 GW)’ya aittir.

**Grafik 1.12: Rüzgâr Enerjisi Kurulu Kapasitesinde Lider Ülkeler, 2016-2017**

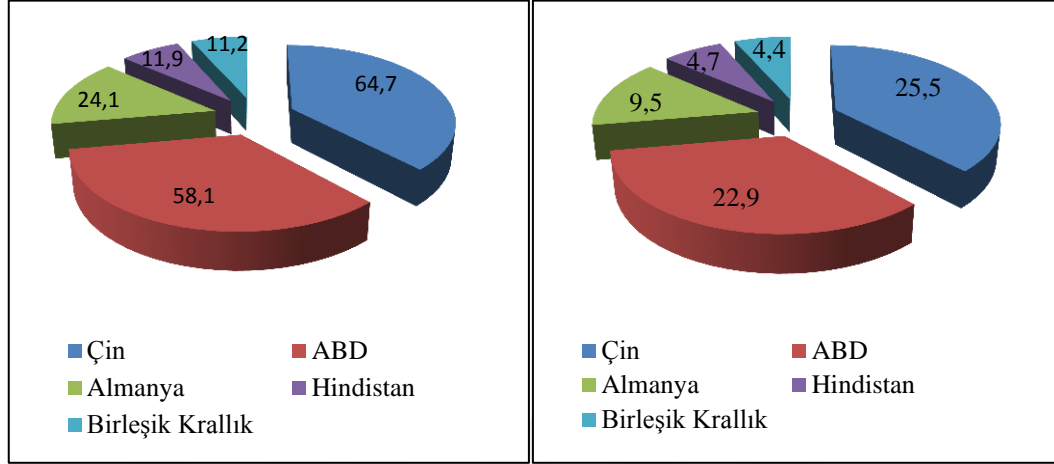


**Kaynak:** REN21 (2018); *Renewables 2018 Global Status Report*, [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015\\_Onlinebook\\_low1.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf), (Erişim Tarihi: 01.09.2018), s. 212.

2017 yılında tüm ülkeler, rüzgâr enerjisi kurulu kapasitelerini artırmış olmakla beraber Kanada ve Brezilya dışında sıralamasında değişim yaşanan herhangi bir ülke olmamıştır. 2016 yılında 11,9 GW kurulu kapasiteyle sekizinci sırada olan Kanada, kurulu kapasitesini 0,3 GW artırmış ancak 2017 yılında dokuzuncu sıraya gerilemiştir. 2016 yılında 10,7 GW kurulu kapasiteyle dokuzuncu sırada olan Brezilya ise 2017 yılında kurulu kapasitesini 2 GW yükseltmiş ve sekizinci sıraya ilerlemiştir. 2017 yılında kurulu kapasitesini en fazla artıran ülke, 19,7 GW ilave ile Çin olmuştur. Çin’den sonra kurulu kapasitesini en fazla artıran ülkeler ise, ABD (7 GW), Almanya (6,1 GW),

Birleşik Krallık (4,3 GW) ve Hindistan (4,1 GW) olmuştur. Kapasite artışı en az olan ülke ise, İspanya'dır. Ülkede, 2017 yılında yalnızca 0,1 GW kapasite ilavesi olmuştur (Grafik 1.12).

**Grafik 1.13: Rüzgâr Enerjisi Tüketiminde Lider Ülkeler, 2017, MTEP-Yüzde**



**Kaynak:** BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

2017 yılı dünya rüzgâr enerjisi tüketimi, 254 MTEP olup bu tüketimin yüzde 67'sine denk gelen 170 MTEP'lik kısmını Çin, ABD, Almanya, Hindistan ve Birleşik Krallık gerçekleştirmiştir. Tüketimin en fazla yapıldığı ülke, yaklaşık 65 MTEP ile Çin olup onu ABD (58 MTEP), Almanya (24 MTEP), Hindistan (yaklaşık 12 MTEP) ve Birleşik Krallık (11 MTEP) izlemiştir (Grafik 1.13).

### 1.3.3. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle, güneş enerjisinin fotosentez yoluyla toplanıp depolandığı organik kütle şeklinde ifade edilebileceği gibi (Ellabban vd., 2014:749), yüz yıldan daha kısa bir sürede yenilenebilen, biyolojik kökenli, fosil olmayan organik madde kütlelerinin tamamı şeklinde de ifade edilebilir. Biyokütle; hayvansal atıkları, kara ve suda yaşayan bitkilerin kalıntılarını, orman yan ürünlerini, şehirlerdeki ve endüstrilerdeki organik kökenli atıkları kapsamaktadır. Kapsamına giren bu kaynaklardan elde edilen enerjiye ise biyokütle enerji denilmektedir. Biyokütle enerji, güneş enerjisinin kimyasal enerji formunda depo edildiği organik maddelerin enerjisi şeklinde de tanımlanabilir (BAKA, 2012:5).

Biyokütle enerji kaynakları, klasik bir diğer deyişle geleneksel biyokütle enerji kaynakları ve modern biyokütle enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Klasik biyokütle enerji kaynakları, odun, bitki ve hayvan atıklarından oluşmakta iken modern biyokütle enerji kaynakları, enerji ormanları, enerji bitkileri, tarımsal yan ürün ve atıklarla, kentsel atıklardan oluşmaktadır (Yaman, 2007:262). Biyokütle enerjisi, ısı ve elektrik enerjisi üretiminde kullanılmasının yanı sıra, sıvı ve gaz formlarıyla ulaşım araçlarında yakıt olarak da kullanılmaktadır (Koçar vd., 2013:79).

2016 yılı enerji tüketiminde biyokütle enerjinin payı, yüzde 12,8'dir. Yüzde 12,8'lik biyokütle enerji tüketiminin yüzde 5'i, modern biyokütle enerji kaynaklı tüketim iken yüzde 7,8'i geleneksel biyokütle enerji kaynaklı tüketimdir. Isınma amaçlı biyokütle enerjisi tüketimi, yüzde 11,4 olup bu oranın yüzde 9,2'si evlerde ısınma amaçlı tüketim iken yüzde 2,2'si endüstride ısınma amaçlı tüketimdir. Biyokütle enerjinin ulaşımındaki payı, yüzde 0,9 iken elektrik enerjisi tüketimindeki payı, yüzde 0,5 olmuştur. 2017 yılında modern biyokütle enerji kaynaklı ısı enerjisi, 314 Gigawatt Termal (GW<sub>th</sub>) kurulu kapasiteye ulaşmıştır. Elektrik enerjisi 2016 yılında, 115 GW kurulu kapasiteye sahipken yüzde 7'lik bir ilave kapasiteyle 2017 yılında, 122 GW'a ulaşmıştır (REN21, 2018:69-72).

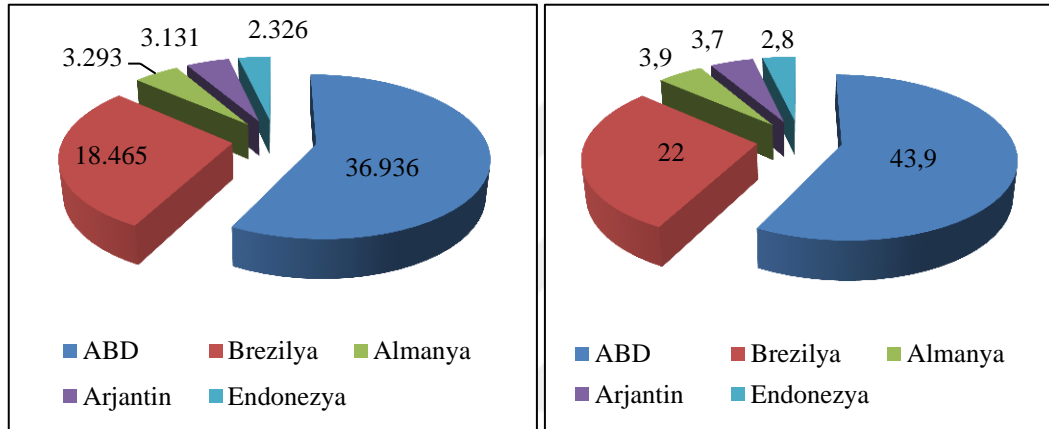
Isı veya elektrik enerjisi üretmek amacıyla biyokütle enerjisinden yararlanarak elde edilen yakıt, biyoyakıt denilmektedir. Havasız çürütme (anaerobik), piroliz, karbonlaştırma, gazlaştırma, doğrudan yakma ve fermantasyon gibi çevrim teknolojilerinden birisinden yararlanılarak biyoyakıt elde edilmektedir (Çanka Kılıç, 2011:100). Biyoyakıtların en bilinenleri, biyogaz, biyodizel ve biyoetanol olup bunların dışında gübre, hidrojen, metan gibi biyoyakıt çeşitleri de mevcuttur (Öztürk, 2013:368-369).

Havasız çürütme, biyokütlenin oksijensiz ortamda mikroorganizmalar aracılığıyla fermantasyona uğratılmasına; piroliz, oksijensiz ortamda organik moleküllerin parçalanıp gaz elde edilmesine; karbonlaştırma, organik maddelerin havasız ortamda kimyasal parçalanmaya uğratılmasına; gazlaştırma, yüksek sıcaklıkta bozunmaya uğratarak yanıcı bir gaz elde etme işlemine; doğrudan yakma, içeriğindeki yanabilir maddelerin oksijenle kimyasal tepkimeye girmesine (Çanka Kılıç, 2011:100-101); fermantasyon, bazı mikroorganizmaların

salgıladıkları enzimle organik maddenin üç temel ögesi olan karbonhidrat, protein ve yağları parçalayarak karbondioksit, asetik asit ve çözülebilir organik uçucu maddelere dönüştürülmesi işlemidir (Nacar Koçer ve Ünlü, 2007:178).

Biyogaz, biyokütlenin havasız çürütme teknolojisiyle işlenmesi sonucu elde edilen yanıcı gaza verilen addır (Çelikkaya, 2016:7). Biyodizel, kimyasal yollarla bitkisel veya hayvansal yağlardan elde edilen yakıt; biyoetanol ise kimyasal yollarla mısır, şekerpancarı gibi enerji bitkileri veya selüloz içeren hammaddelerden elde edilen yakıtı verilen addır (Erdener vd., 2013:5-12).

**Grafik 1.14: Biyokütle Tüketiminde Lider Ülkeler, 2017, Bin TEP, Yüzde**



**Kaynak:** BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

2017 yılı dünya geneli biyoyakıt tüketimi, 84.121 bin TEP olup, bu tüketimin 64.151 bin TEP'lik kısmını ABD (36.936 bin TEP), Brezilya (18.465 bin TEP), Almanya (3.293 bin TEP), Arjantin (3.131 bin TEP) ve Endonezya (2.326 bin TEP) gerçekleştirmiştir. Bu beş ülkenin payı, dünya biyoyakıt tüketiminin yüzde 76,3'lük kısmına denk gelmektedir (Grafik 1.14).

#### 1.3.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yer kabuğunun işletilebilir derinliklerinde biriken ısının meydana getirdiği enerji şeklinde tanımlanabileceği gibi (Çanka Kılıç ve Kılıç, 2013:46), yer kabuğunun derinliklerinde bulunan yüksek ısı kayalar ile yüksek ısı ve basınçtaki suların yanı sıra bunlardan türemiş olan buhar ve gazın oluşturduğu enerji şeklinde de tanımlanabilir. Yeraltındaki diğer sulara göre, daha çok erimiş mineral, tuz ve gaz içeren bu yüksek sıcaklıktaki akışkan, yüzeye

sondaj yoluyla kuru buhar, sıcak su veya buhar ve sıcak su şeklinde çıkarılmaktadır (Canik vd., 2000:1).

Jeotermal enerjinin kaynağı olan sıcak su ve buhar, bazen sondaja gerek kalmadan yüzeye kendiliğinden de çıkabilmektedir. Ayrıca yeraltında sıcak kayaların bulunduğu sahalara, bir taraftan yeryüzünden borularla soğuk su basılarak diğer taraftan sıcak buhar elde edilebilmektedir. Elde edilen bu buhar, elektrik üretiminde, gıda sanayinde, su ve bina ısıtmada kullanılmaktadır. Bu şekilde elde edilen enerji, ısısı alındıktan sonra kayıplara uğramadan tekrar yeraltına gönderilmelidir (Yaman, 2007:248-249). Tekrar yeraltına gönderme işlemine, reenjeksiyon denilmektedir (Çanka Kılıç ve Kılıç, 2013:48). Reenjeksiyonun uygulanmaması halinde toprağa rastgele bırakılan su, çevreyi tahrip etmesinin yanı sıra yeraltı sıcak su döngüsüne de zarar vermektedir (Yaman, 2007:249).

Jeotermal enerji, ilk kez milattan önce 10.000 yılında Akdeniz'de çanak, çömlek, cam, tekstil ve krem üretiminde kullanılmıştır (Öztürk, 2013:322). Elektrik enerjisi üretmek amacıyla jeotermal enerjinin ilk kullanımı, Larderello (İtalya)'da 1904 yılında German Contia tarafından gerçekleştirilmiştir. Isıtma amaçlı kullanımı ise 1930 yılında Reykjavik (İzlanda)'da olmuştur. Jeotermal enerjinin kullanımının yaygınlaşması, 20. yüzyılın ikinci yarısına denk gelmektedir (Canik vd., 2000:1). Günümüzde jeotermal enerjinin, elektrik enerjisi üretme, ısıtma ve soğutma gibi çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Ayrıca sağlık turizminde de yüksek mineralli sular, tedavi amaçlı kullanılmaktadır (Kaya, 2018:34).

Sabit basınç altında ısı değişimi anlamına gelen entalpiye göre, jeotermal enerji üçe ayrılmaktadır. 20 ile 70°C arasındaki sıcaklığa sahip sahalarda düşük entalpili, 70 ile 180°C arasındaki sıcaklığa sahip sahalarda orta entalpili ve 180°C üzerindeki sıcaklığa sahip sahalarda yüksek entalpili sahalarda adlandırılmaktadır. Jeotermal enerjinin kullanım alanı, sıcaklığına bağlı olarak değişim göstermektedir. Elektrik enerjisi üretimi, orta ve yüksek entalpili sahalardan elde edilen jeotermal enerjiyle gerçekleştirilirken; ısıtma ve sağlık turizminde düşük entalpili sahalardan elde edilen jeotermal enerji kullanılmaktadır (Şimşek, 1998:16-17).

Tablo 1.8’de görüldüğü üzere dünya jeotermal enerji kurulu kapasitesi, 2017 yılında 707 MW artmış ve yıl sonunda 12,8 GW’a yükselmiştir. 2017 yılında jeotermal enerji kurulu kapasitesine yapılan ilavenin, 617 MW’lık bölümü Filipinler, Yeni Zelanda, İtalya ve Kenya harici kurulu kapasitede lider olan altı ülke tarafından gerçekleştirilmiştir. Kurulu kapasiteye en fazla ilavede bulunan ülke Endonezya (275 MW) olup onu sırasıyla Türkiye (243 MW), İzlanda (45 MW), Meksika (25 MW), ABD (24 MW) ve Japonya (5 MW) izlemiştir. Filipinler, Yeni Zelanda, İtalya ve Kenya 2017 yılında kurulu kapasitelerine ilavede bulunmamışlardır. Filipinler’de 2018 yılı başında 12 MW’lık bir kurulu kapasite artışı yaşanmıştır (REN21, 2018:80).

**Tablo 1.8: Jeotermal Enerji Kurulu Kapasitesinde Lider Ülkeler, 2017**

Ülkeler	2017 Yılı-İlaveler (MW)	2017 Yılı Sonu- Toplam (GW)
ABD	24	2,5
Filipinler	-	1,9
Endonezya	275	1,8
Türkiye	243	1,1
Yeni Zelanda	-	1,0
Meksika	25	0,9
İtalya	-	0,8
İzlanda	45	0,7
Kenya	-	0,7
Japonya	5	0,5
<b>Dünya Toplam</b>	<b>707</b>	<b>12,8</b>

**Kaynak:** REN21 (2018); *Renewables 2018 Global Status Report*, [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015\\_Onlinebook\\_low1.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf), (Erişim Tarihi: 01.09.2018), s. 207.

2017 yılı dünya jeotermal enerji toplam kurulu kapasitesinin 11,9 GW’lık bölümü, lider on ülkeye aittir. Jeotermal enerji kurulu kapasitesinin en yüksek olduğu ülke, ABD (2,5 GW) olup onu sırasıyla Filipinler (1,9 GW), Endonezya (1,8 GW), Türkiye (1,1 GW), Yeni Zelanda (1,0 GW), Meksika (0,9 GW), İtalya (0,8 GW), İzlanda (0,7 GW), Kenya (0,7 GW) ve Japonya (0,5 GW) izlemiştir (Tablo 1.8).

### 1.3.5. Hidro Enerji

Hidro enerji, güneş enerjisinin deniz, göl ve nehirlerdeki suları buharlaştırması sonucu meydana gelen su buharının, rüzgârın etkisiyle sürüklenmesi ve yoğunlaşması neticesinde yağış olarak yeryüzüne geri dönmesiyle oluşan hidrolojik döngü sonucu dolaylı olarak ortaya çıkan enerjiye



denilmektedir (Dalkır ve Şeşen, 2011:14-15). Hidro enerji, hareketli suyun enerjisinden yararlanarak elde edilen enerji şeklinde tanımlanabileceği gibi (Ellabban vd., 2014:751), suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle elde edilen enerji şeklinde de tanımlanabilir. Hidro enerjinin potansiyeli, yağış rejimine bağlı olarak değişmektedir (Bozkurt ve Tür, 2015:322).

Hidroelektrik enerji, suyun potansiyel enerjisinden yararlanarak elektrik enerjisi üretilmesidir. Hidroelektrik Santral (HES)'lerden elektrik enerjisi üretme süreci, akarsuların önüne betondan setler çekilerek suyun belli bir yükseklik kazanması ve bu yükseklikten düşürülmek suretiyle potansiyelinin artırılmasıyla başlamaktadır. Potansiyeli artırılan su, setlerin içerisine yerleştirilen çeşitli ekipmanlarla türbinlerden geçirilerek kinetik enerjiye dönüştürülmekte ve son olarak da türbine bağlı olan jeneratörlerde elektrik enerjisi üretilmektedir (Dinçer vd., 2017:556).

İnsanların, çok eski çağlardan itibaren suyun enerjisinden yararlandıkları bilinmektedir. Suyun enerjisinden, başlangıçta su değirmenlerinde yararlanılmakta iken günümüzde suyun enerjisiyle elektrik enerjisi üretilmektedir (Dalkır ve Şeşen, 2011:14). İlk HES, 1 Ekim 1881 tarihinde İngiltere'de Wey Nehri üzerinde kurulmuştur. Santralden üretilen elektrik, bir süre sokak aydınlatmasında kullanılmış ancak sonrasında çeşitli gerekçelerle 1 Mayıs 1884 tarihinde faaliyetine son verilmiştir. İkinci HES, 30 Eylül 1882 tarihinde ABD'de Fox Nehri üzerinde faaliyete geçmiştir (Yalçın, 2018:53).

Kurulu kapasitelerine göre HES'ler: mikro, mini ve küçük ölçekli HES'ler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Oral vd., 2017:31). 0-100 kW arası kurulu güce sahip santraller, mikro ölçekli; 101-1.000 kW arası kurulu güce sahip santraller, mini ölçekli; 1.001-10.000 kW arası kurulu güce sahip santraller ise küçük ölçekli HES'leri oluşturmaktadır. ABD ve Kanada'da küçük ölçekli HES'ler için üst bant, 50 MW'a kadar yükseltilmekteyken Avrupa'da küçük ölçekli HES'ler için üst bant, 10 MW'dır (Dalkır ve Şeşen, 2011:19-26).

Depolama durumuna göre HES'ler: depolamalı (baraj), doğal akışlı (nehir tipi) ve pompajlı rezervuarlı olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Oral vd., 2017:31). Depolamalı HES'ler, suyun önüne bir baraj çekilen ve barajın ardına bir

rezervuar kurulan yapılardır. Yağışın bol olduğu dönemlerde rezervuarda biriken suyla, yağışın az olduğu dönemlerde de elektrik üretimi devam ettirilmektedir. Barajlar, elektrik enerjisi üretmek dışında debi düzenlemesinde ve taşkınların önlenmesinde de oldukça faydalı yapılardır (Dalkır ve Şeşen, 2011:19-26).

Nehir tipi santrallerde, akarsu üzerine inşa edilen bir regülatör vasıtasıyla su seviyesi yükseltılarak elektrik enerjisi üretilmektedir. Pompajlı rezervuarlı santrallerde, alt ve üst rezervuar olmak üzere iki rezervuar mevcut olup enerji talebinin az olduğu saatlerde şebekeden alınan enerji vasıtasıyla üst rezervuara pompalanarak depolanan su, enerji talebinin yoğun olduğu saatlerde üst rezervuardan alt rezervuara aktarılmakta ve bu esnada türbinler vasıtasıyla hidroelektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Pompajlı rezervuarlı santraller, üretimi artırmamakla birlikte kullanılmayan enerjiyi muhafaza ederek en ihtiyaç duyulduğu anda kullanılmasını sağlayarak arz ve talebi dengelemektedir (Dalkır ve Şeşen, 2011:19-26). Küçük ölçekli HES'ler, genellikle nehir tipi olup baraj ve rezervuara duyulan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır (Herzog vd., 2001:41).

**Tablo 1.9: HES Kurulu Kapasitesinde Lider Ülkeler, 2017**

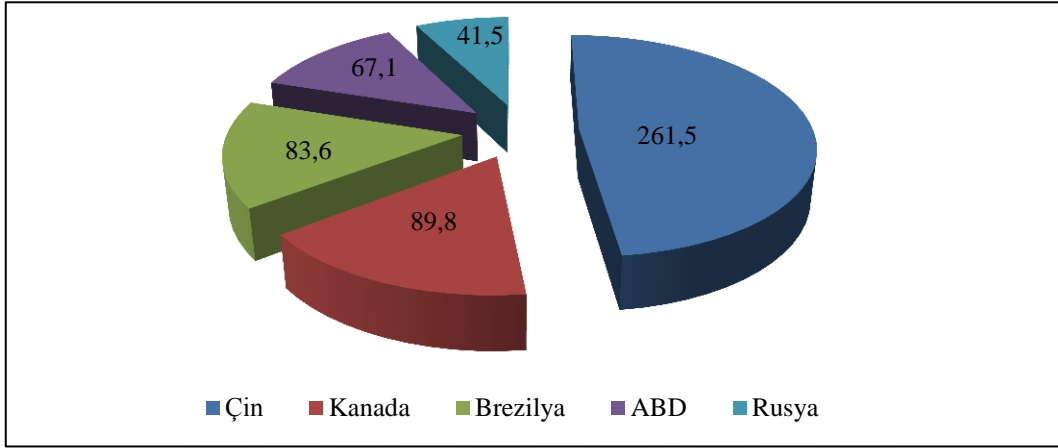
Ülkeler	2017 Yılı-İlaveler (GW)	2017 Yılı Sonu- Toplam (GW)
Çin	7.3	313
Brezilya	3.4	100
Kanada	0.1	81
ABD	0.1	80
Rusya	0.4	48
Hindistan	1.9	45
Norveç	0.0	30
Türkiye	0.6	28
Japonya	0.0	23
Fransa	0.1	19
<b>Dünya-Toplam</b>	<b>19.0</b>	<b>1.114</b>

**Kaynak:** REN21 (2018); *Renewables 2018 Global Status Report*, [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015\\_Onlinebook\\_low1.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf), (Erişim Tarihi: 01.09.2018), s. 208.

Dünya genelinde, 10.000 TWh/yıl kullanılmamış hidroelektrik potansiyeli bulunmaktadır. Hidroelektrik potansiyeli en yüksek olan beş ülke, sırasıyla, Çin (2.140.000 GWh/yıl), Rusya (1.670.000 GWh/yıl), Kanada (1.180.737 GWh/yıl), Brezilya (817.600 GWh/yıl) ve Hindistan (660.000 GWh/yıl)'dır (WEC, 2016:10-11). 2017 yılında dünya genelinde HES kurulu kapasitesi, bir önceki yıla göre 19 GW artmış ve 2017 yılı sonunda 1.114 GW'a ulaşmıştır. Çin, hidroelektrik enerji

potansiyelinde olduğu gibi hidroelektrik enerji kurulu kapasitesinde de lider ülke konumundadır. Çin'in kurulu kapasitesi 313 GW olup onu sırasıyla Brezilya (100 GW), Kanada (81 GW), ABD (80 GW), Rusya (48 GW), Hindistan (45 GW), Norveç (30 GW), Türkiye (28 GW), Japonya (23 GW) ve Fransa (19 GW) takip etmiştir. Norveç ve Japonya, 2017 yılında kurulu kapasitelerine ilavede bulunmamışlardır (Tablo 1.9).

**Grafik 1.15: Hidroelektrik Enerji Tüketiminde Lider Ülkeler, 2017, MTEP**



**Kaynak:** BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

2017 yılında dünya geneli hidroelektrik tüketimi, 918,6 MTEP olup tüketimin 543,5 MTEP'lik bölümünü Çin, Kanada, Brezilya, ABD ve Rusya gerçekleştirmiştir. Tüketimin en fazla yapıldığı ülke, potansiyel ve kurulu kapasite bakımından da lider ülke konumunda olan Çin'dir. Çin'de, 261,5 MTEP hidroelektrik tüketimi gerçekleştirilmiş olup onu sırasıyla Kanada (89,8 MTEP), Brezilya (83,6 MTEP), ABD (67,1 MTEP) ve Rusya (41,5 MTEP) izlemiştir. Kurulu kapasitede Kanada'nın bir sıra önünde bulunan Brezilya, tüketim açısından Kanada'nın bir sıra gerisinde, üçüncü sırada, yer almaktadır (Grafik 1.15).

### 1.3.6. Okyanus ve Deniz Kökenli Enerjiler

Deniz ve okyanuslar, yerkürenin dörtte üçünü kaplamakta ve dünyanın enerji ihtiyacını karşılayabilecek bir potansiyeli bünyesinde barındırmaktadır. Okyanuslardan ve denizlerden enerji elde etmek için kullanılan başlıca üç yöntem; dalga, gelgit (med-cezir) ve akıntı enerjisiyle okyanusların derin ve sığ noktaları

arasındaki ısı farkından yararlanarak enerji elde edilen Okyanus Termal Enerji Dönüşümü (Ocean Thermal Energy Conversion-OTEC) sistemleridir (Gülsaç, 2009:58). Ticari ölçekte dalga, gelgit ve OTEC diğer YE teknolojilerine nispeten daha yolun başında olduğu için kurulu kapasiteleri az olmakla birlikte kurulu kapasiteyi artırmaya yönelik çalışmalar oldukça hız kazanmıştır. Ticari deniz enerjisi üretim kapasitesinin, 1,7 GW'lık kısmının inşası devam etmekteyken 0,5 GW'lık kısmının inşası tamamlanmış ve faaliyete başlamış durumdadır (WEC, 2016:3-4).

### **1.3.6.1. Dalga Enerjisi**

Dalgalar, karaların ve suların farklı ısınması neticesinde oluşan rüzgârların, deniz yüzeyinde esmesiyle meydana gelmektedir (Gülsaç, 2009:59). Dalga hareketinin yinelenmesi, ortalama 2-8 saniye aralığında gerçekleşmektedir (Çokan, 2004:2). Dalga enerjisi, Arşimed Prensibi olarak bilinen suyun kaldırma kuvvetiyle yerçekimi arasında meydana gelen gücün alınması ilkesine dayanmaktadır (MEB, 2011b:18). Deniz dalgalarından enerji üretilmesi konusunda ilk çalışmayı, 1892 yılında A. Stahl yapmıştır. Dalgalardan enerji elde edilmesine yönelik sistemler deniz yüzeyinde veya yüzeye yakın yerlerde kurulmaktadır. Dalga yüksekliği, dalga hareketi ve su yoğunluğuna göre dalgalardan elde edilecek enerji değişim göstermektedir. Dalga boyları yükseldikçe dalgadan elde edilecek enerjide artış göstermektedir (Gülsaç, 2009:59).

Dünya geneli toplam dalga enerjisi teorik potansiyeli, 29.500 TWh/yıl olarak tahmin edilmektedir. Dalga enerjisinin bölgesel teorik potansiyeline bakıldığında zaman Asya Bölgesi (6.200 TWh/yıl) ile Avustralya-Yeni Zelanda-Pasifik Adaları (5.600 TWh/yıl) dalga enerjisi potansiyeli en fazla iki bölgedir. Bu iki bölgeyi Güney Amerika (4.600 TWh/yıl), Kuzey Amerika-Grönland (4.000 TWh/yıl), Afrika (3.500 TWh/yıl), Batı ve Kuzey Avrupa (2.800 TWh/yıl), Orta Amerika (1.500 TWh/yıl), Akdeniz-Atlantik (1.300 TWh/yıl) bölgeleri izlemektedir (WEC, 2016:7-8).

### **1.3.6.2. Gelgit (Med-Cezir) Enerjisi**

Gelgit enerjisi, güneşin ve özellikle de ayın yeryüzünde etkili olan çekim gücüne bağlı olarak oluşmaktadır (Torrero, 2000:15). Ayın çekim etkisi sonucu okyanusların ve denizlerin belli yerlerinde ve belli zamanlarda suyun yükselip (med) inmesi (cezir) neticesinde oluşan enerjiye gelgit enerjisi denilmektedir. Sular günde iki defa yirmi dakika süreyle yükselerek kıyılarına doğru hareket etmekte ve günde iki defada geriye çekilmektedir (MEB, 2011b:17). Yükselme ve çekilme olayları gerçekleşirken deniz seviyesinde meydana gelen farka gelgit aralığı denilmektedir. Kanada, İngiltere ve Fransa’da gelgit aralığı 10 metrenin üzerindeyken Akdeniz’de gelgit aralığı 1 metreden azdır (WEC, 2016:10).

Gelgit enerjisinden yararlanarak elektrik enerjisi üretirken gelgit olayı neticesinde harekete geçen su kütlelerinin potansiyel veya kinetik enerjisi elektrik enerjisine çevrilmektedir. Gelgit enerjisini kullanarak elektrik enerjisi üretmek amacıyla iki yöntemde başvurulmaktadır. İlk yöntemde, hareket halinde olan suyun kinetik enerjisi türbinler kullanılarak elektrik enerjisine dönüştürülmekte ve barajlara olan ihtiyacı ortadan kaldırdığı için ekonomik bulunmaktadır. Bu yöntem Kuzey İrlanda’da uygulanmış ve 2008 yılında şebekeye 150 kW elektrik aktarılmıştır (Gülsaç, 2009:61).

Gelgit enerjisinden yararlanarak elektrik enerjisi üretiminde kullanılan ikinci yöntemdeyse potansiyel enerji gelgit olayı gerçekleşirken ortaya çıkan yükseklik farkından yararlanarak barajlarda elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Yani, koylara kurulan barajlarda yükselen sular tutulmakta ve ardından sular çekilmeye başladığı esnada ortaya çıkan yükseklik farkından yararlanarak türbinler vasıtasıyla elektrik enerjisi üretilmektedir (Örer vd., 2003:3).

### **1.3.6.3. Okyanus Termal Enerji Dönüşümü**

OTEC, ilk olarak 1881 yılında tanıtılmış bir yöntem olup (Üçgül ve Elibüyük, 2016:87) tropiklerdeki okyanusların yaklaşık 25°C olan sıcak yüzey sularıyla 500-1.000 metre derinlikte yaklaşık 4°C olan soğuk dip suları arasındaki keskin sıcaklık farkından yararlanılarak enerji üretilmesi yöntemidir. OTEC, hava koşullarından etkilenmeden elektrik üretimi gerçekleştiren bir YE kaynağı

olmakla beraber (Ford vd., 1983:93) gelişiminin yavaş olmasında en etkili faktör oğlak ve yengeç dönenceleri arasında kalan çok sınırlı bir alanda uygulama imkânı bulunmasıdır (Üçgül ve Elibüyük, 2016:87).

OTEC, suyu buharlaştırmak için daha sıcak olan yüzey suyundan yararlanmaktayken, suyu yoğunlaştırmak için daha derindeki soğuk suyu kullanmaktadır (Chan, 2015:30). Şöyle ki, kaynama noktası düşük olan amonyak gibi bir sıvının buharlaştırılması için deniz yüzeyindeki ılık sular kullanılarak türbinler harekete geçirilmekte ve elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Ardından suyu soğutup yoğunlaştırmak ve tekrar dolaşıma kazandırmak amacıyla diplerdeki soğuk su kullanılmaktadır (MEB, 2011b:19). OTEC, elektrik üretimi yanında içme suyu üretme ve soğutma işlemlerinde de kullanılmaktadır (Üçgül ve Elibüyük, 2016:87). Bir OTEC tesisinin maksimum teorik verimliliği, yüzde 7,5 civarında olup ekonomik verimliliğin bunun üçte birini aşması oldukça zordur (Ford vd., 1983:93).

## **2. YENİLENEBİLİR ENERJİ PİYASASINDA KAMU MÜDAHALESİNİN GEREKLİLİĞİ**

Piyasa yapısındaki sorunlar, ekonomik engeller ve finansman engelleri, teknik, idari ve sosyo-kültürel engeller yatırımcıları YE'ye yatırım yapma konusunda isteksiz hale getirebilmektedir. Bu engellerin aşılmasında rol, devlete düşmekte ve devlet doğrudan müdahalelerle ve regülasyonlar yoluyla bu alana müdahalede bulunarak engelleri ortadan kaldırmaya çalışmaktadır.

### **2.1. Piyasa Başarısızlıkları**

Üretim ve dağıtımın rekabet halindeki bir piyasada gerçekleştirildiği ve mal ile ilgili olan tüm tarafların kendi kişisel çıkarlarını koruduğu durumda toplumsal açıdan kaynakların etkinsiz bir şekilde dağıtılmasına, piyasa başarısızlığı denilmektedir. Piyasa başarısızlığı teorisine göre rekabetçi piyasa, kaynak tahsisi işlevini etkin bir şekilde yerine getirememekte (Le Grand, 1991:423-425), piyasa kaynaklı etkinsizlikleri giderme konusunda devletin piyasaya müdahalesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerji piyasasında başarısızlığının nedenleri olarak monopol veya oligopollerin varlığı, dışsallıklar, asimetrik enformasyon ve belirsizlikler (Savaşan, 2013:14), geleneksel enerjiye uygulanan sübvansiyonların YE'ye uygulanmaması ön plana çıkmaktadır.

#### **2.1.1. Monopol veya Oligopollerin Varlığı**

Etkin kaynak kullanımı için piyasalar, rekabete ihtiyaç duymakta ve eğer piyasada rekabet söz konusu değilse, monopol veya oligopoller mevcut ise, fiyatlar marjinal maliyetin üzerinde gerçekleşmektedir (Reddy ve Painuly, 2004:1436). Ayrıca piyasada monopolün bulunması durumunda, alternatif seçenekler olmadığından tüketicilerin seçim yapma imkânı da ortadan kalkmaktadır (Fuchs ve Arentsen, 2002:533). Birçok ülkenin enerji piyasası, eksik rekabetin bulunduğu piyasa örneklerinden olup 1990'ların başında bu ülkelerin çoğunda enerji piyasasında liberalleşme hareketleri başlamış, ancak günümüzde dahi rekabet istenilen düzeye erişememiştir (IPCC, 2012:44). YE piyasasında eksik rekabetin nedenleri şu şekilde sıralanabilir (Painuly, 2001:79-84);

- Piyasaya girişte uygulanan aşırı kontroller ve dolayısıyla enerji sektörünün yeterince serbestleşmemiş olması,

- Şebeke bağlantısı vb. altyapının ihtiyaçları karşılayacak düzeyde olmaması,
- Ölçek ekonomisinin yalnızca yüksek yatırım seviyelerinde mevcut olması,
- Sermaye piyasaları yeterince gelişmediği için YE yatırımlarına destek olacak mali kurum ve araçların bulunmaması veya yetersiz olması,
- Daha iyi fırsatların bulunması, maliyetlerin geleneksel enerji kaynaklarına kıyasla yüksek olması gibi gerekçelerle özel sektörün YE'ye yatırım yapmaktan kaçınmasıdır.

Yukarıda sayılanlar dışında YE üretim ve dağıtım hatlarının tekel denetiminde olması, YE için kanuni bir çerçeve bulunmaması (Beck ve Martinot, 2004:367), hükümetlerin yeni üreticiler karşısında sektörde var olanların çıkarlarını gözetmesi ve merkezileşmiş olanlara ayrıcalık tanınması gibi gerekçeler de eksik rekabete neden olmaktadır (Mendonça, 2007:xiii-xiv). YE piyasasında eksik rekabetin sebeplerini ortadan kaldırıp piyasanın işleyişinde etkinliği sağlayabilmek görevi, kamuya düşmektedir.

### **2.1.2. Geleneksel Enerjiye Uygulanan Sübvansiyonlar**

Geleneksel enerjiye; vergi teşvikleri, Ar-Ge harcamaları, kiralama/arazi hakkı, atık imhası/sorumluluk sigortası/proje finansmanı gibi sübvansiyonların sunulmasının yanı sıra (Beck ve Martinot, 2004:366) tüketicilere marjinal maliyetin altında bir fiyattan ödeme imkânı sağlanması, ortalama maliyet fiyatlamasının uygulanması ve vergi oranlarının YE'ye kıyasla düşük olması gibi sübvansiyonlar uygulanması piyasa başarısızlıklarına neden olmaktadır (Painuly, 2001:79-82). Geleneksel enerji kaynaklarına uygulanan sübvansiyonlar, bu kaynakların maliyetini ve fiyatını düşürmekte buna bağlı olarak da arz ve talebini, dolayısıyla da insanların geleneksel enerji kaynaklarına olan bağımlılığını artırmaktadır. Diğer taraftan bu kaynaklara uygulanan sübvansiyonların yol açtığı maliyet ve fiyat eşitsizliği nedeniyle, YE kaynaklarının rekabet gücü zayıflamaktadır.

Dünya genelinde fosil enerji kaynaklarına, dışsallıkların fiyatlandırılmaması da dâhil olmak üzere uygulanan desteğin miktarı, 2013 yılında 4,858 trilyon dolar iken 2015 yılında bu tutar 5,302 trilyon dolara ulaşmıştır. Bu desteklerin 2015



yılında gayrisafi yurtiçi hasılaya oranı ise yüzde 6.5 olmuştur (Coady vd., 2015:37). Bazı ülkeler, uygulanmakta olan bu destekleri azaltma veya kaldırma teşebbüsünde bulunsalar dahi geleneksel enerji kaynaklarına yıllardır uygulanmakta olan destekler yerleşik hale geldiği için artık destek olarak algılanmamaktadır (Gouchoe vd., 2002:1).

### **2.1.3. Yenilenebilir Enerjiden Vergi Alınması ve Sübvansiyonların Yetersizliği**

YE teknolojilerine uygulanan ağır vergiler de piyasa başarısızlığına neden olmaktadır. YE'ye makul bir oranda vergi uygulanmadığında veya ekipmanların ithalatı sırasında yüksek oranda bir vergi alındığında, enerji üretim maliyetleri artmaktadır (Painuly, 2001:79-82). YE teknolojilerine uygulanan yüksek vergi oranları, geleneksel enerjiye göre YE teknolojilerinin maliyetinin yüksek olduğu algısını şiddetlendirecek (Beck ve Martinot, 2004:366) ve insanları geleneksel enerjiye yatırım yapma konusunda teşvik etmiş olacaktır.

YE teknolojilerinin kurulumu esnasında yeterli düzeyde teşviklerin bulunmayışı da bu teknolojilerin benimsenmesini engellemektedir (Reddy ve Painuly, 2004:1436). Kurulu olan YE tesislerinde ise sabit işletme maliyetine yönelik mali teşviklerin bulunmayışı küçük ve yerel girişimcilerin ekipmanları için yapacakları bakım ve onarımı güçleştirmektedir (IDFC, 2010:16).

### **2.1.4. Dışsallıklar**

Dışsallık, bir ekonomik birimin gerçekleştirdiği üretim ve tüketim faaliyetlerinin bir başka ekonomik birimin üretim ve tüketim faaliyetleri üzerinde olumlu (pozitif dışsallık) veya olumsuz (negatif dışsallık) etkide bulunması (Gümüş, 2000:67) şeklinde ifade edilebileceği gibi bireylerin, diğer bireylerin faaliyetleri neticesinde ortaya çıkan tali ürün ve hizmetleri herhangi bir bedel ödmeden tüketmesi şeklinde de ifade edilebilir (Brown, 2001:1200). Enerji kaynakları açısından piyasa başarısızlığına neden olan dışsallıklar, geleneksel enerji kaynakları ve YE kaynakları için iki ayrı başlık altında ele alınacaktır.

#### **2.1.4.1. Geleneksel Enerji Kaynaklarının Yayıdığı Negatif Dışsallıklar**

Geleneksel enerji kaynaklarının üretimi ve tüketimi, çevre ve insan sağlığı üzerinde zararlı pek çok etkiyi beraberinde getirmektedir. Bu kaynakların

kullanımının neden olduğu negatif dışsallıklar; küresel ısınma ve neticesinde ortaya çıkan iklim değışikliği, hava, su ve toprak kirliliği, insan sağlığı üzerinde yol açtığı problemler (Gürsoy, 2004:63), sağlığı bozulan insanların iş günü kaybı ve artan sağlık harcamaları, balıkçılığın azalması, ormanların tahribi (Beck ve Martinot, 2004:367), sıkışıklık maliyetleri, maden ocakları ve nükleer santrallerde meydana gelen kazalar (Coady vd., 2015:37), petrol gibi fosil yakıtların taşıdığı arz güvenliği riski şeklinde sıralanabilir (Çıtak ve Kılınç Pala, 2016:79). Sayılan bu dışsallıkların kesin büyüklüğünü tahmin etmek zor olduğu için bu dışsallıklar fiyatlandırılmamaktadır (Gillingham ve Sweeney, 2010:73).

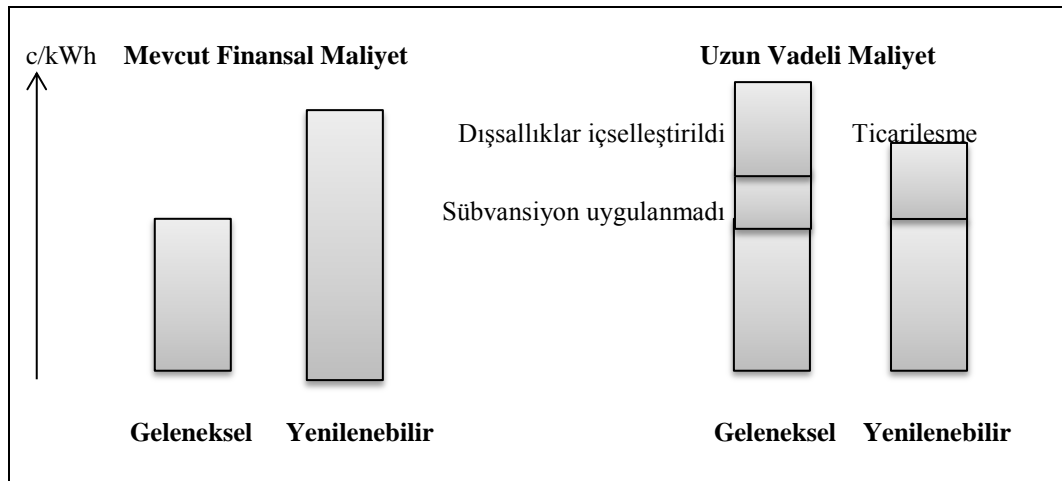
Geleneksel enerji kaynaklarının yaydığı negatif dışsallıkların fiyatlandırılmaması sonucu bu kaynakların maliyeti olması gerekenden daha düşük gerçekleşmekte (Byrnes vd., 2013:714), petrol, kömür gibi fosil yakıtların tüketimi aşırı boyutlara ulaşmakta, geleneksel kaynakların ikamesi olan YE kaynaklarının kullanımının önüne geçilmekte ve çoğu firma dışsallıkları azaltma konusunda teknoloji ve süreç iyileştirmelerine yönelmemektedir (Gillingham ve Sweeney, 2010:73). Piyasa mekanizmasının yeterince iyi işlemediği bu gibi durumlarda, devletin ekonomiye müdahalesi kaçınılmaz hale gelmekte (Fıratöğlu, 2007:1), devlet duruma uygun olduğunu düşündüğu araçlar vasıtasıyla piyasaya müdahalede bulunarak dışsallıkların içselleştirilmesini hedeflemektedir. Negatif dışsallıkların içselleştirilmemesi halinde, geleneksel kaynaklar üstü kapalı bir şekilde sübvansede edilmiş olmaktadır (Owen, 2006:634).

Geleneksel enerji kaynaklarının teşvik edilmesinin önüne geçebilmek amacıyla literatürde yer alan öneriler, yerel karbon ticareti, karbon vergisi, çevre kredisi ve hibedir. Negatif dışsallıkların içselleştirilmesinde önerilerden ilki olan yerel karbon ticaretinde devlet, firmalara mevcut emisyon düzeyinin altında bir düzeyden emisyon permileri de denilen kirletme hakkı vermektedir. Firmalar, bu permileri kullanmadığı zaman veya belirlenen sınırın altında bir düzeyde kullandığı zaman, bu permilere ihtiyaç duyan diğer firmalara permilerini devredebilirler (Savaşan, 2013:223). Karbon ticareti sayesinde fosil yakıtların neden olduğu maliyetler daha eksiksiz bir şekilde ortaya konulmakta, tüketicilerin fosil yakıt kullanımını azaltılmakta ve daha az emisyon yayan firmalar gelir elde etmektedirler (Brown, 2001:1200-1201).

Negatif dışsallıkların içselleştirilmesinde ikinci öneri, karbon vergisi olarak da adlandırılan bir vergi uygulamasıdır. Karbon vergisi, fosil yakıtların kullanımı neticesinde ortaya çıkan karbondioksit salınımından alınan bir vergidir (Al-Abdullah, 1999:5). Karbon ticareti ve karbon vergisinin her ikisi de, sera gazı emisyonlarının azaltılmasını hedefleyen ve piyasanın işleyişinde etkinliği sağlamaya yönelik araçlardır. Karbon ticareti ve karbon vergisinin birbirinden farklı olan yanları ise karbon ticareti miktar esaslı iken karbon vergisinin fiyat esaslı olması ve karbon ticareti toplam emisyon miktarını azaltmayı hedefler iken karbon vergisinin fosil yakıt kullanımı sonucu ortaya çıkan emisyonların marjinal maliyetini vergilendirmeyi hedeflemesidir. Özetle, bu iki politika birbirinin ikamesi değil tamamlayıcıdır (Çiçek ve Çiçek, 2012:115-116).

Negatif dışsallıkların içselleştirilmesinde son öneri ise YE teknolojilerini satın almaya yönelik çevre kredisi ve hibe gibi uygulamalara başvurulmasıdır. Ancak çevre kredisi ve hibelerin, dışsallıkların içselleştirilmesi konusunda doğrudan herhangi bir etkisi yoktur. Bunlar, yalnızca tüketicilerin YE'yi kullanmasını teşvik etmeye yönelik ve oy kaygısı taşıyan hükümetlerin elini rahatlatan araçlardır (Owen, 2006:638-639).

**Şekil 2.1: Enerji Kaynaklarının Mevcut Durumda ve Uzun Vadede Maliyetlerinin Karşılaştırması**



**Kaynak:** Berry, Trent ve Mark Jaccard (2001); "The Renewable Portfolio Standart: Design Considerations And An Implementation Survey," *Energy Policy*, Sayı 29, s. 264.

Şekil 2.1’de, geleneksel enerji ve YE teknolojilerinin maliyetinin mevcut durumu ve uzun vadedeki durumu karşılaştırılmıştır. Şeklin sol tarafı, mevcut durumu göstermektedir. Mevcut durumda, YE teknolojilerinin maliyeti geleneksel

teknolojilerin maliyetinin bir hayli üzerindedir. Bu durumun sebebi dışsallıkların içselleştirilmemiş olması, geleneksel enerji kaynaklarına sübvansiyon uygulanması ve YE kaynaklarının pahalı olduğu algısıdır. Şeklin sağ tarafında ise geleneksel enerji kaynaklarının maliyetinde önemli bir artış olduğu, YE kaynaklarının maliyetinde ise bir miktar azalış olduğu görülmektedir. Geleneksel enerji kaynaklarının maliyetindeki artışın nedeni, dışsallıkların içselleştirilmiş olması ve geleneksel enerji kaynaklarına yönelik sübvansiyonların kaldırılmış olmasıdır. YE kaynaklarının maliyetindeki azalışın nedeni ise ticarileşmedir.

YE teknolojilerinin kısa vadede geleneksel enerjiye kıyasla yüksek olan maliyetleri, alanda uzmanlaşma arttıkça azalmakta ve maliyetlerdeki düşüş yatırımların kar oranı artışını da beraberinde getirmektedir (Expert Group on Renewable Energy, 2005:36-37). Aynı şekilde Ar-Ge yatırımlarının artması da uzun vadede maliyetleri azaltmaktadır. Ancak YE teknolojilerinin son derece yavaş bir şekilde yaygınlaşması, küçük tesislerin dahi kurulmasını güç hale getirebilmektedir (Tsoutsos ve Stamboulis, 2005:757).

#### **2.1.4.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yayıdığı Pozitif Dışsallıklar**

YE kaynaklarına yönelik Ar-Ge yatırımları, pozitif dışsallık yaymaktadır (Expert Group on Renewable Energy, 2005:37). Bu yatırımların pozitif dışsallık yayma gerekçesi, marjinal sosyal faydalarının marjinal özel faydalarından<sup>1</sup> büyük olmasıdır (Byrnes vd., 2013:714). Yani bu tür yatırımların faydasının tamamı yatırımı yapan tarafından içselleştirilememekte, faydanın büyük bir kısmı rakip firmalara ve ekonominin diğer kesimlerine aktarılmaktadır. Bu sebeple firmalar, rekabet edebilir duruma gelene kadar Ar-Ge harcamaları için devletin destek olması gerekmektedir (Brown, 2001:1201).

YE kaynaklarının yaydığı diğer pozitif dışsallıklar; bu konudaki eğitimler ile ortaya çıkan yeni bilgilerin yaydığı olumlu etkiler (Jaffe ve Stavins, 1994:805), geleneksel yakıt kullanımının azalması ile birlikte daha temiz bir hava, geleneksel kaynakların tüketiminin azalması ile yabancı ülke kaynaklarına olan bağımlılığın

---

<sup>1</sup> Bir kişinin ilave bir birim tüketmesi sonucu elde ettiği faydaya marjinal özel fayda denilmekte iken, toplumdaki tüm bireylerin ilave bir birim tüketmesinden elde edilen faydanın toplamına ise marjinal sosyal fayda denilmektedir.

azalması ve enerji güvenliğinin artması şeklinde sıralanabilir (Margolis ve Zuboy, 2006:6). Bilginin nasıl pozitif dışsallık yaydığı konusunu biraz açmak gerekirse, daha önce mevcut olmayan bir bilginin veya buluşun patent ile güvence altına alınması mümkündür, ancak bu güvence belli bir süreyi kapsamakta ve süre bitiminden itibaren diğer insanlar bu bilgiyi kullanmaktan alıkonulamamaktadır. Örneğin ABD’de yeni geliştirilen bir ürün için patent süresi, ortalama yirmi yıldır ve bu yirmi yıllık sürenin sonunda diğer firmalarda bu buluşlardan rahatlıkla faydalanabilmektedir (Gillingham ve Sweeney, 2010:78).

YE kaynaklarının bahsedilen olumlu etkilerinin yanı sıra az da olsa çevreye yaydığı olumsuz etkilerde bulunmaktadır. Bunlar; rüzgâr santrallerinin yarattığı gürültü ve görüntü kirliliği, toprağa verdiği zarar, elektromanyetik etkisi (Fıçııcı, 2008:49), kuşların üreme yerleri ve göç yollarındaki rüzgâr santrallerinin kuş neslini tehlikeye sokması (Telleri’ a, 2009:1782), HES’lerin su altındaki bitkilerden metan gazı ve karbondioksit emisyonu üretmesi, etanol biyoyakıt üretiminin sebep olduğu sera gazı emisyonu vb. şeklinde sıralanabilir (Gillingham ve Sweeney, 2010:73).

**Tablo 2.1: Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması**

Kaynak	Emisyon, Hava Kirliliği, İklim Değişikliği, Atık Oluşumu	Su Kirliliği	Habitat ve Canlı Yaşamına Etki	Görüntü Kirliliği	Gürültü Kirliliği
Fosil	✓	✓	✓	×	✓
Güneş	×	×	×	✓	×
Rüzgâr	×	×	✓	✓	✓
Jeotermal	×	✓	✓	×	✓
Dalga	×	✓	✓	✓	✓
Biyokütle	✓	×	✓	✓	×

**Kaynak:** Öztürk, Hasan Hüseyin (2013); *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Birsen Yayınevi, İstanbul, s. 21.

Biyokütle hariç YE kaynakları, hava kirliliği ve iklim değişikliğine neden olmaz iken, fosil enerji kaynakları hava kirliliği ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. Fosil enerji kaynakları, ayrıca su kirliliğine, gürültü kirliliğine neden olmakta ve canlı yaşamına olumsuz etkileri bulunmaktadır (Tablo 2.1).

### 2.1.5. Asimetrik Enformasyon ve Belirsizlikler

Bilginin, piyasa aktörlerinden birisinde bulunup diğerinde bulunmamasına, asimetrik enformasyon denilmekte ve bir piyasada asimetrik enformasyonun

bulunması piyasa başarısızlığına neden olmaktadır (Savaşan, 2013:251). YE piyasasında da tam bilgi mevcut olmadığı için piyasa başarısızlığı söz konusudur. YE piyasasının etkin bir şekilde işlemesi, ihtiyaç duyulduğu anda herkesin doğru ve uygun bilgilere minimum maliyetle erişmesi koşuluna bağlıdır (O'Brien ve Usher, 2004:5). Ancak bu piyasada, hanehalkları ve küçük firmaların bilgiyi elde etmesi, bir araya getirmesi ve işlemesi zaman ve kaynak gerektirdiği için piyasa etkin değildir (Worrell ve Price, 2001:1228).

Bilgi kaynaklı piyasa başarısızlıkları, asil vekil sorununa da yol açabilmektedir (Jaffe ve Stavins, 1994:805). Asil vekil sorunu, vekil olan kişinin asil adına karar verme yetkisine sahip olduğu ancak asilin menfaatlerini en iyi şekilde gözetmediği durumlarda ortaya çıkmaktadır. Bu duruma, enerji sektöründe yanlış kaynaklara uygulanan teşviklerle etkin olan enerji kaynaklarına yapılacak yatırımların önüne geçilmesi örnek verilebilir. İkinci bir örnek olarak, mühendis, mimar ve müteahhitlerin YE yerine yatırım maliyetlerini minimize edecek olan geleneksel enerjiyi tercih etmesi verilebilir. Oysaki tüketiciler açısından başlangıç maliyetleri yerine kullanım ömrü temelinde maliyetlerin minimum olması daha önemlidir ve bu açıdan YE teknolojileri daha avantajlıdır (Brown, 2001:1199).

YE teknolojileri, hayatımıza çok yeni girdiği için avantajları, potansiyeli, finansman kaynakları, işletme ve bakım maliyetleri gibi pek çok konuda henüz yeterli bilgiye sahip değiliz. Bu gibi konularda yeterli düzeyde bilgiye sahip olunmaması, insanlarda belirsizlik ve risk algısını artırmaktadır (Painuly, 2001:79-82). Artan belirsizlik ve risk algısı insanların YE teknolojilerine yatırım yapmasının önüne geçmekte ve daha güvenilir buldukları geleneksel enerji kaynaklarının kullanımını artırabilmektedir. Kısacası YE teknolojileri konusunda bireylerin yeterli bilgiye sahip olmamaları, onları alternatifler arasında yanlış bir seçim yapmaya sürüklemektedir.

## **2.2. Ekonomik Engeller ve Finansman Engelleri**

YE teknolojileri konusunda ekonomik engellerden ilki, başlangıç yatırım maliyetlerinin yüksek olmasıdır. Ancak YE teknolojilerinin başlangıç aşamasında yüksek olan maliyetleri zamanla azalmakta ve geleneksel enerji teknolojileriyle rekabet edebilecek düzeye inmektedir. YE teknolojilerinin gelişmesinin önündeki diğer ekonomik engeller ise işlem maliyetlerinin yüksek olması ve geleneksel

enerji kaynaklarıyla çalışan santrallerin gelecekteki yakıt fiyat istikrarsızlığı riskinin dikkate alınmamasıdır. YE teknolojilerinin gelişmesinin önündeki finansman engelleri ise sermaye maliyetlerinin yüksekliği ve ihtiyaç duyulan sermaye ve krediye erişimin güç olması şeklinde sıralanabilir (Beck ve Martinot, 2004:366-369).

### **2.2.1.Başlangıç Yatırım Maliyetlerinin ve İşlem Maliyetlerinin Yüksek Olması**

Enerji konusunda maliyet analizi yapılırken, birim enerji üretim maliyetlerine bakılır. Birim enerji üretim maliyetleri, başlangıç yatırım maliyetleri ile işletme maliyetlerini kapsamakta, birim enerji başına düşen maliyeti ifade etmektedir. YE tesislerinin üretime hazırlığı esnasında yapılan makine, bina, arazi alımı veya kiralaması gibi harcamalara başlangıç yatırım maliyeti denilmekte ve birim güç üretmek için katlanılması gereken maliyeti ifade etmektedir. İşletme ve bakım maliyetleri ise enerji üretimi esnasında karşılaşılan maliyetleri ifade etmekte, sabit ve değişken işletme maliyeti şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Sabit işletme maliyeti, santralden yılda bir birim güç üretmek için katlanılması gereken maliyeti ifade etmekte iken değişken işletme maliyeti birim enerji üretimi için katlanılması gereken maliyeti ifade etmektedir (Kaya ve Koç, 2015:64).

Tablo 2.2’de santral türlerine göre başlangıç yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri verilmiştir. Başlangıç yatırım maliyetleri ve sabit işletme maliyetleri güç<sup>2</sup> cinsinden ifade edilmekte iken değişken işletme maliyetleri enerji cinsinden ifade edilmiştir. Bu yüzden tabloda değişken işletme maliyeti, \$/MWh olarak, başlangıç yatırım maliyeti ve sabit işletme maliyeti, \$/kW olarak verilmiştir. Sabit işletme maliyeti santralin yıllık güç üretim maliyetini ifade ettiği için yıla oranlanmıştır.

Tablo 2.2’de dikkat çeken hususlardan ilki rüzgâr, güneş, jeotermal ve HES’lerde değişken işletme maliyetlerinin sıfır olmasıdır. En yüksek başlangıç yatırım maliyeti, deniz üstü rüzgâr enerjisi santrallerinde iken onu sırasıyla nükleer enerji, biyokütle enerji, jeotermal enerji ve güneş enerjisi izlemektedir. Yani başlangıç yatırım maliyetleri açısından kıyaslandığında kara tipi rüzgâr

---

<sup>2</sup> Güç, bir işi yapabilmek için ihtiyaç duyulan enerjinin harcanma hızını ifade eder iken, enerji iş yapabilme kapasitesi olarak ifade edilmektedir. Güç ve zamanı çarptığımızda elde ettiğimiz sonucu bize enerjisi vermektedir.

santralleri ve HES'ler hariç YE santralleri ve nükleer enerji santrallerinin fosil enerji kaynaklı santrallere kıyasla daha pahalı olduğu söylenebilir.

**Tablo 2.2: Santral Türüne Göre Tahmini Başlangıç Yatırım ve İşletme Maliyetleri**

Santral Türü	Başlangıç Yatırım Maliyeti (\$/kW)	İşletme Maliyeti	
		Sabit İşletme Maliyeti (\$/(kW/Yıl))	Değişken İşletme Maliyeti (\$/MWh)
Kömür Yakıtlı Santral*	3,246	37,80	4,47
Doğalgaz Yakıtlı Santral*	917	13,17	3,60
Nükleer Enerji Santrali	5,945	100,28	2,30
Biyokütle Santrali	4,985	110,00	4,20
Kara Tipi Rüzgâr Santrali	1,877	39,70	0,00
Deniz Üstü Rüzgâr Santrali*	6,230	74,00	0,00
FV Güneş Enerjisi Santrali*	3,873	24,69	0,00
Jeotermal Enerji Santrali*	4,362	100,00	0,00
HES*	2,936	14,13	0,00

\*2012 yılı verileridir.

**Kaynak:** EIA (2013); *Updated Capital Cost Estimates For Utility Scale Electricity Generating Plants*, [https://www.eia.gov/outlooks/capitalcost/pdf/updated\\_capcost.pdf](https://www.eia.gov/outlooks/capitalcost/pdf/updated_capcost.pdf), s.6; EIA (2016); *Capital Cost Estimates for Utility Scale Electricity Generating Plants*, [https://www.eia.gov/analysis/studies/powerplants/capitalcost/pdf/capcost\\_assumption.pdf](https://www.eia.gov/analysis/studies/powerplants/capitalcost/pdf/capcost_assumption.pdf), s.7.

YE kaynağı olduğu halde biyokütle enerji santrallerinin değişken işletme maliyetinin yüksek olma nedeni, diğer YE santrallerinde yakıt kullanılmamakta iken biyokütle enerji santrallerinde yakıt kullanılmasıdır. YE santrallerinin, geleneksel enerji santrallerine kıyasla değişken işletme maliyeti yönünden avantajlı durumda olduğu söylenebilir. Sabit işletme maliyetleri açısından karşılaştırdığımızda ise doğal gaz kaynaklı santraller, HES'ler ve güneş enerjisi santrallerinin maliyetleri daha düşüktür (Tablo 2.2).

Kurulum ve şebeke bağlantı maliyetleri gibi çeşitli başlangıç yatırım maliyetlerinin yüksek olması, YE teknolojilerine potansiyel yatırımcılar tarafından yatırım yapılmasını engellemektedir (IPCC, 2012:129). Ancak Tablo 2.3'de görüldüğü üzere, biyokütle hariç YE teknolojilerinin başlangıç yatırım maliyetlerinin yüksekliğine kıyasla işletme maliyetleri düşüktür. Potansiyel yatırımcılar, yalnızca geleneksel enerji teknolojileri ve YE teknolojileri arasındaki başlangıç yatırım maliyeti farkına bakarak hareket ederler ise rasyonel davranmış olmayacak, başlangıç yatırım maliyetlerinin yanında kullanım ömrü boyunca



karşılaşacakları maliyetleri de hesaba dâhil ederler ise rasyonel bir karar vermiş olacaklardır.

**Tablo 2.3: Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinin Maliyetlerinin Karşılaştırması**

Maliyet ve Uygulama Ölçütü	Güneş		Rüzgâr	Hidro	Jeotermal	Biyokütle
	Isıl	FV				
Başlangıç Maliyeti	Düşük	Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek	Yüksek
İşletme Maliyeti	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Orta
Bakım Maliyeti	Düşük	Orta	Orta	Yüksek	Düşük	Yüksek
Atık Maliyeti	Orta	Yüksek	Düşük	Yüksek	Orta	Yüksek

**Kaynak:** Öztürk, Hasan Hüseyin (2013); *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Birsen Yayınevi, İstanbul, s. 16.

Analizlerde dikkate alınması gereken bir diğer husus, işlem maliyetleridir. İşlem maliyetleri, bilginin eksik olması, erişimin zor olmasından kaynaklanan maliyetler ve (Biber, 2010:13) izin alma ile ilgili maliyetleri kapsamaktadır. YE'ye yönelik projelerde izin alma prosedürleri oldukça maliyetlidir ve hâlihazırda yüksek olan başlangıç maliyetlerini daha da arttırmaktadır. Bu projelerin, küçük ölçekli oluşu proje başına düşen işlem maliyetlerini artıran bir diğer unsurdur (IRENA, 2013:5-7). Küçük HES'ler ve güneş FV sistemleri gibi YE üreten tesislerin geleneksel enerji üreten tesislere kıyasla işlem maliyetleri bu nedenle yüksektir. Bilgi kaynaklı maliyetlerden olan hukuki danışmanlık ve mühendislik ücretleri gibi harcamalar, işlem maliyetlerini artırmakta, projenin ekonomik uygulanabilirliğini ise riske atmaktadır (O'Brien ve Usher, 2004:6).

### 2.2.2. Geleneksel Enerji Teknolojilerinin Taşıdığı Yakıt Fiyat İstikrarsızlığı Riski

Ekonomide fiyatlar genel seviyesinde enflasyonist veya deflasyonist dalgalanmaların bulunmamasına, fiyat istikrarı denilmektedir (Ataç, 2004:19). Fiyatlarda istikrarın sağlanamaması, ekonomide risk ve belirsizlikleri artırmakta, geleceğe yönelik güven duygusunu ise ortadan kaldırmaktadır (TCMB, 2013:8). Enerji sektöründe geleneksel enerji kaynaklarının fiyatları siyasi<sup>3</sup> ve ekonomik konjonktürde yaşanan gelişmelerden yoğun olarak etkilenmekte, bu ise risk ve

<sup>3</sup> 1973 Arap-İsrail Savaşı ve 1979 İran Devrimi neticesinde yaşanan petrol krizleri, Körfez Savaşı, Arap Baharı gibi olaylar geçmişte petrol fiyatlarında istikrarsızlığa yol açmışken; Ukrayna-Rusya krizi, Gürcistan-Rusya krizi, ABD'nin İran'a yönelik ambargo uygulaması gibi olaylarda doğalgaz fiyatlarında istikrarsızlığa neden olmuştur.

belirsizlikleri artırarak enerji güvenliği konusunda tartışmaları gündeme getirmektedir (Erdoğan, 2016:16-17).

YE kaynakları ile çalışan santraller ve geleneksel enerji kaynaklarıyla çalışan santralleri karşılaştırdığımız zaman YE kaynakları ile çalışan santrallerin yakıt fiyat istikrarı konusunda geleneksel enerji kaynakları ile çalışan santrallere göre daha avantajlı bir durumda olduğu söylenebilir. Bunun sebebi biyokütle hariç güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi gibi YE kaynaklarının doğada mevcut bulunan ve herkesin ücretsiz kullandığı güneş ve rüzgâr gibi kaynaklardan elde ediliyor olmasıdır. Buna karşılık petrol, kömür gibi fiyatlandırılabilir olan geleneksel enerji kaynakları ise makroekonomik ve siyasi dalgalanmalar karşısında ani iniş ve çıkışlar yaşamakta bu da yakıt fiyatlarını istikrarsız hale getirmektedir.

Geleneksel enerji kaynakları ile çalışan santrallere yatırım yapanlar, geleceğe yönelik yakıt fiyat istikrarsızlığı riski ile karşı karşıya kalmakta ve bu riskin boyutu konusunda bir tahminde bulunamamaktadırlar. Riskin boyutu tahmin edilemediği için yatırımcılar bu riski yatırım planlaması esnasında göz ardı etmektedirler (Beck ve Martinot, 2004:366-367). Yatırımcılar tarafından göz ardı edilen bu risk, YE teknolojilerinin bu konudaki avantajını kullanmasını engellemektedir.

### **2.2.3. Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinin Sermaye Maliyetinin Yüksek Olması**

İşletme varlıklarının finansmanında kullanılan öz kaynaklar ve yabancı kaynakların maliyetine, sermaye maliyeti denilmektedir (Aydın, 2007:255-259). YE projelerinin sermaye maliyeti, geleneksel enerji projelerine kıyasla yüksektir (O'Brien ve Usher, 2004:6). YE piyasası henüz oldukça yeni bir piyasa olup, belirli bir olgunluğa erişmediği için yüksek volatilité ve riski bünyesinde barındırmaktadır. Emekleme döneminde olan bu projeler, ilave bir teknoloji riski taşıdığından finansal kurumlar borç verme esnasında riskleri kredi koşullarına dâhil ederek borç verme maliyetlerini arttırmaktadırlar (Pegels, 2010:4948).

Sermayenin maliyetini yükselten diğer durumlar; bankaların YE teknolojileri konusunda tecrübesiz olması, YE projelerine yönelik desteklerin öngörülememesi (IRENA, 2013:5), faiz oranlarının yüksek olması, sermayenin

yetersiz olması, finans kurumlarının yüksek risk algısı taşıması (yüksek iskonto oranına da neden olmaktadır) vb. şeklinde sıralanabilir. Sermaye maliyetinin bu sebeplerden ötürü yüksek olması hem mevcut firmaların iktisadi olarak ayakta kalmasını güç hale getirmekte (Painuly, 2001:79-83) hem de potansiyel yatırımcıları geleneksel enerji teknolojilerine yatırım yapmaya sevk etmektedir.

Sermaye maliyetinin yüksek olması, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, YE teknolojilerine yatırım yapılmasını önlemektedir. Bu ülkelerde, kurulacak kamu-özel ortaklıkları, gelişmiş ülkelerin sağladığı hibe ve kredi gibi destekler yüksek sermaye maliyetlerinin aşılmasında oldukça etkili yöntemler olarak görülmektedir. YE konusunda bankaların algıladıkları riskleri hafifletmek adına, kamu-özel ortaklıkları yanında başvurulabilecek bir diğer uygulamada sigorta yaptırmaktadır. Örneğin, Hindistan'da YE kaynaklarından olan rüzgâr çiftliklerine, iki ayrı sigorta alternatifi sunulmuştur (Expert Group on Renewable Energy, 2005:37-39). Özellikle YE üreten küçük tesislerde, sorumluluk sigortasına duyulan ihtiyaç bir hayli fazladır (Beck ve Martinot, 2004:369). Yaptırılan sigortalar sayesinde risk algısı azalmakta, maliyetler ise bir miktar artmaktadır.

#### **2.2.4. Sermaye ve Krediyeye Yeterli Düzeyde Erişilememesi**

Enerji yatırımlarının uzun vadeli ve özellikle altyapı gibi yatırımların yüksek maliyetli olmaları nedeniyle finansman konusunda özkaynaklar yetersiz hale gelebilmekte, özel sektör yüksek tutarlarda yabancı kaynağa ihtiyaç duyabilmektedir (Yurdadoğ ve Tosunoğlu, 2017:6-7). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, sermaye piyasalarının iyi bir şekilde işlememesi nedeniyle, YE projeleri sermayeye erişim konusunda zorluklarla karşılaşmaktadır (Expert Group on Renewable Energy, 2005:2).

Özel sektörün yetersiz kaldığı bu gibi durumlarda, kamu kaynaklarıyla finansman önemli bir destek olarak karşımıza çıkmaktadır (Yurdadoğ ve Tosunoğlu, 2017:7). Sermaye desteğinin en güzel örneklerinden biri, Danimarka'da verilmiştir. Danimarka, sermaye desteğini kısa süreli değil uzun yıllara yaygın bir şekilde uygulamıştır. Bu ülkede, rüzgâr türbinleri için sermaye desteği on yıl boyunca kesintisiz bir şekilde uygulanmış ve aşamalı bir şekilde kaldırılmıştır (Painuly, 2001:86).

YE projeleri, tipik olarak küçük ve yeni olan projelerdir. Bu özellikleri neticesinde proje finansmanını garanti altına alacak bir kurum sicilinden de yoksundurlar. Bu durum, kredi verenler açısından algılanan riski artırmakta ve krediyi verenleri geri dönüşü olmayan bir projeyi finanse etme konusunda isteksiz hale getirebilmektedir (IDFC, 2010:15). Ayrıca finans kurumlarının daha yüksek tutarlardaki projelerin finansmanı ile ilgilenmesi de, daha küçük ölçekli olan YE projelerine finansman sağlanmasını zorlaştırmaktadır (Goldman vd., 2005:1).

YE teknolojilerinin kredi erişimi konusunda yaşadığı problemler; merkeze uzak yerlerde hanehalkı bazında mikrokrediyeye erişimin zor olması, YE alım satım sözleşmelerinin uzun süre uygulanıp uygulanmayacağına yönelik bir teminat bulunmadığı için fon bulmanın zor olması ve kredi vadesinin ekipman ömrüne kıyasla çok düşük olması neticesinde sadece kısa vadeli borçlanma imkanının olması şeklinde sıralanabilir (Beck ve Martinot, 2004:369). Küçük ölçekli üreticilerin karşılaştığı bir diğer engelde, teminat bulmanın zor olması ve neticesinde ihtiyaç duyduğu fonu elde edememesidir (Pirlogea, 2011:139).

### **2.3. Teknik Engeller**

YE teknolojilerine yönelik ilk teknik engel, geleneksel şebeke bağlantısının neden olduğu şebeke erişim problemleridir. Hâlihazırdaki geleneksel enerji şebekeleri, YE teknolojilerinin kullanımı ve şebekeye erişimi konusunda problemlere yol açabilmektedir (Gouchoe vd., 2002:1). Geleneksel enerji şebekesinde tek yönlü olan enerji akışı, bugün artık değişime uğramış ve çift yönlü bir hale gelmiştir (Özdemir vd., 2017:500).

YE teknolojilerinin artan bir şekilde kullanımı, dağıtık üretimi de yaygınlaştırmıştır. Dağıtık üretimin yaygınlaşmasıyla beraber enerji arz güvenliği ve enerji kalitesinin korunması hatta iyileştirilmesi amacıyla şebekenin idaresi ve yönetiminde yeni politikalara ihtiyaç duyulmaktadır (Carrasco vd., 2006:1002). Bazı ülkelerde çatı üstü FV sistemleri gibi dağıtık üretimin şebekeye erişimine istikrarı ve ürün kalitesini bozacağı gerekçeleriyle izin verilmemektedir (Barton, 2003:4). Bu gibi gerekçelerle YE teknolojilerinin kullanımının engellenmesi, geleneksel enerjiye olan bağımlılığı artırmaktadır.

İkinci teknik engel, YE kaynaklarından enerji üretimi esnasında anlık iniş-çıkışların yaşanmasıdır (Barton, 2003:4; Biswas vd., 2013:122). Örneğin, muson ikliminin hâkim olduğu bölgelerde güneşlenme süresinin az olduğu dönemlerde üretilen güneş enerjisi talebi karşılayamayıp geleneksel enerjiye bağımlılığa neden olabilmektedir (Sen ve Ganguly, 2017:1175). YE kaynaklarının aralıklı olan üretiminin enerji şebekesine entegrasyonunu sağlamak için enerji depolama sistemleri ideal bir yöntemdir (Pudjianto vd., 2014:1098). Bu sistemler dalgalı bir güç arzına sahip olan YE teknolojilerine esneklik kazandırmakta ve dengeyi sağlayarak enerji şebekesine destek olmaktadır (Özdemir vd., 2017:499).

YE teknolojilerinin kurulum, işletme ve bakımını yapacak olanların sahip olduğu niteliklere teknik beceri denilmektedir (Pirlogea, 2011:137). Enerji konusunda denetim yapılması, cazip proje fırsatlarının tespit edilmesi ve bankaya proje önerilerinin hazırlanması gibi konularda yeterli donanıma sahip personel sayısının eksik olması YE teknolojilerinin gelişmesini güç hale getiren teknik engeller arasında yer almaktadır (IRENA, 2013:9).

Dördüncü teknik engel, alan bulma sıkıntısıdır. Rüzgâr ve güneş enerjisi gibi YE projeleri kurulum için çok geniş alanlara ihtiyaç duymaktadır (Erdoğan, 2016:66). Kırsal alanlarda kurulan rüzgâr enerjisi santrallerinde kurulum alanının, toplam proje alanının yüzde 2'si gibi bir orana tekabül ettiği düşünülürse geriye kalan alanda tarımsal üretimin yapılmasının önünde herhangi bir engel bulunmamaktadır. Dikkat edilmesi gereken nokta, santral kurulacak alanın milli park, arkeolojik kalıntıların bulunduğu sahalar gibi özellikli alanlar olmamasıdır (Peker, 2002:38). YE teknolojilerine yatırım yapacakların yer bulma konusunda yaşadığı bir diğer problem ise mevcut proje alanlarının yerleşik enerji üreticilerinin elinde bulunması ve pahalı olmasıdır (Expert Group on Renewable Energy, 2005:53).

Son teknik engel ise maliyetleri yüksek olduğu için Ar-Ge yatırımlarının yeterli düzeyde olmamasıdır. Ar-Ge yatırımlarının artırılması fiziksel ve bilimsel teknolojik altyapı yatırımlarına bağlı bulunmaktadır. Ancak bu yatırımların büyük ölçekli oluşu özel sektörü bu yatırımlardan uzaklaştırmaktadır. Ar-Ge yatırımlarının yeterli düzeyde yapılabilmesi için devletin teşvik mekanizmaları etkili bir yöntem olacaktır (Foxon ve Pearson, 2008:157). Ar-Ge yatırımlarının

temel özelliği yararlarının uzun vadede görölürken maliyetlerinin kısa vadede karşılanmasıdır (Gillingham ve Sweeney, 2010:73).

#### **2.4. İdari Engeller**

YE konusunda idari engellerden birincisi, kurumların yetersizliğidir. Üretici ve tüketicilerin ihtiyaç duydukları bilgi, bilgiyi elde edebilecekleri ve başkalarıyla paylaşabilecekleri kurumların ya hiç bulunmaması ya da kurumların mevcut olduğu durumda yeterli donanımına sahip olmamaları ve uzmanların bulunmayışı gibi sebeplerle temin edilememektedir. Politika yapıcılar ise YE konusunda profesyoneller ve üreticiler arasında mesleki kuruluşlar gibi işbirliklerinin bulunmayışı ve tüketici kuruluşlarının aktif olmaması nedeniyle YE konusunda karşılaşılan engeller hakkında bilgi sahibi olamamaktadırlar. Ayrıca enerji sektöründe liberalleşme sürecinin hız kazanmasıyla beraber düzenleyici kurumlara olan ihtiyaçta artmıştır (Painuly, 2001:80-87).

İdari engellerden ikincisi ise standartların eksikliğidir. YE üreticilerinin sayısının gün geçtikçe artıyor olması üretilen ürünle ilgili istikrar ve kalitenin sağlanmasına yönelik standartlara duyulan ihtiyacı artırmıştır (Gouchoe vd., 2002:2). Yeni standartlara duyulan ihtiyacın bir diğer sebebi de hâlihazırda bulunan standartların geleneksel enerji kaynaklarından enerji üreten büyük ve merkezi tesislere yönelik olmasıdır (IPCC, 2012:44). Oluşturulacak yeni standartlarla, YE kaynaklarından elde edilen enerjiye duyulan güven de artacaktır (Painuly, 2001:87).

Üçüncü idari engel, kanuni mevzuatın eksikliğidir. Enerji üretim ve dağıtımında kanuni düzenlemeler bulunmuyorsa ve tekelleşme varsa bağımsız enerji üreticileri ürettikleri yenilenebilir enerjinin şirketlere ve üçüncü tarafa satışı konusunda problemlerle karşılaşılabilmektedirler (Beck ve Martinot, 2004:367). Kanuni düzenlemelerin yetersiz olması, prosedürlerin şeffaf olmayışı ve uzun zaman alması, bürokratik engellerin fazlalığı, mevzuatın karmaşıklığı, mevzuatlar arası terminoloji farkı YE teknolojilerine yatırım yapılmasında gecikmelere ve ek maliyete neden olabilmektedir (IRENA, 2013:6-7).

YE teknolojilerine yönelik son idari engel ise bünyesinde barındırdığı çevresel etkilerden dolayı bir ön izine ihtiyaç duyulmasıdır. Bu kapsamda

düzenlenen çevresel etki değerlendirme raporları, küçük ölçekli YE teknolojilerine yönelik yatırımlarda önemli bir sorun haline gelebilmekte, işlemleri yavaşlatıp işlem maliyetlerini artırabilmektedir. Çözüm ise küçük çaplı projelerde prosedürlerin hafifletilmesidir (Expert Group on Renewable Energy, 2005:46). Lisans alma konusunda birden fazla kurumun yetkili olması da yatırım yapacakları olumsuz yönde etkilemektedir (Pirlogea, 2011:137).

## **2.5. Sosyo-Kültürel Engeller**

Sosyo-kültürel engeller, YE teknolojilerine yönelik algı ve kabulü etkileyen, toplumsal ve kişisel değerler ile bağlantılı olan engellerdir (IPCC, 2012:44). İnsanlar, geleneksel enerji teknolojilerinden YE teknolojilerine geçiş sürecinde yaşanan değişime çeşitli gerekçelerle karşı koyabilirler (Reddy ve Painuly, 2004:1437). Enerjinin gündelik hayatımızın ayrılmaz bir parçası haline geldiği günümüz medeniyetinde, YE teknolojilerine geçiş sürecinde karşılaşılabilecek problemler insanları endişelendirmekte ve YE teknolojilerini sosyal kabulden yoksun hale getirebilmektedir. İnsanların bu teknolojilere karşı önyargısının temelinde, karşılaştıkları olumsuz örneklerin ve bu teknolojilere yabancı olmalarının payı bulunmaktadır (Tsoutsos ve Stamboulis, 2005:757).

Geleneksel enerji tesisleri, genellikle insanların yaşadıkları alanlara yakın bölgelerde kurulmaz iken YE santralleri, insanların rahatlıkla görebilecekleri alanlara kurulmaktadır. İnsanların alıştıkları yatay formların aksine dikey biçimde olan ve dairesel olarak hareket eden rüzgâr enerjisi santralleri, insanları psikolojik açıdan olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Ayrıca, rüzgâr enerjisi santralleri görüntü ve gürültü kirliliğine de sebep olmaktadır. Danimarka'da kurulan eski teknoloji küçük ölçekli rüzgâr tarlaları sebep olduğu gürültü gerekçesiyle insanların tepkisini çekmiştir. Rüzgâr türbinleri konusunda Danimarka'da dini açıdan da bir engelle karşılaşılmıştır. Bu ülkede, bir köydeki kiliseden bakıldığında diğerindeki kilisenin görülmesi zorunluluğu rüzgâr santrallerinin kurulumunda sorunlara yol açmıştır (Peker, 2002:37-40).

Kaliforniya San Gorgonio Pass'a kurulan rüzgâr türbinleri, bölgeye turist çeken dağın manzarasını bozduğu gerekçesiyle yoğun bir şekilde eleştirilmiştir. Rüzgâr türbinlerinin dönerken alev alması, kuşların göç yollarına kurulması halinde kuş ölümüne sebep olması gibi olaylar da insanların bu teknolojilere karşı

önyargılı olmasına sebep olmaktadır (IPCC, 2012:208-209). Biyokütle tesislerinde çöp vb. atıkların yakılması sonucu ortaya çıkan atıklar ile depolamanın neden olduğu görüntü kirliliği ve yaydığı koku, toplumun bu teknolojiye karşı çıkmasına neden olmaktadır. Jeotermal enerjide, jeotermal su ve gazın çevreye zarar verme ihtimali bulunmakta, bu etki reenjeksiyon yöntemiyle bertaraf edilmektedir (DPT, 2001:9/5-7).

HES'lerin toplum tarafından benimsenmesinin önündeki engeller, geniş yüzey alanına sahip olan baraj göllerinin iklim mikroklima etkisi yaratması ve buharlaşmayı artırarak etrafındaki tarım arazilerini çoraklaştırması ve arazilerin tuzlanmasına sebep olmasıdır. Ayrıca paraziter hastalıkların artışı, rezervuar alanındaki ağaç ve bitki türlerinin kesilmesi, başlangıçta su kalitesini düşürmesi, insanların bu alanlardan göçe zorlanması, tarihi eserlerin sular altında kalması, biyoçeşitliliği ortadan kaldırması, doğal fay hareketlerini etkilemesi gibi durumlar da bu teknolojiye karşı toplumda olumsuz bir algı yaratmaktadır. Bilinmesi gereken nokta ise çevresel etki yaratan şeyin HES'lerin kendisi değil, barajları olduğu ve küçük santrallerin barajlarında bu türden olumsuzluklara da rastlanmadığıdır. Güneş enerjisinin toplum tarafından kabulünü engelleyen durumlar ise görüntü kirliliği ve geniş alan kullanımınıdır (DPT, 2001:9/5-7).



### **3. YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİNE YÖNELİK TEŞVİKLER VE TEŞVİKLERİN ETKİLERİ**

YE teknolojilerinden enerji üretiminin desteklenmesi ve yatırım yapmak isteyenlerin ilgisini bu alana çekebilmek amacıyla, enerji sektöründe çeşitli teşvikler uygulanmaktadır (Döner, 2018:132). Enerji sektöründe YE teknolojilerine yönelik teşvikler, hem yatırım ve üretim aşamasında hem de tüketim aşamasında uygulanmaktadır. Yani teşviklerden yalnızca yatırımcı ve üreticiler değil aynı zamanda tüketiciler de yararlanmaktadır.

#### **3.1. Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Yönelik Teşvikler**

YE teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşmasına yönelik teşvikler, vergi dışı teşvikler ve vergisel teşvikler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Vergi dışı teşvikler, dünya genelinde YE'nin teşvik edilmesinde temel mekanizmalar olup ikinci grupta yer alan vergisel teşvikler ise ABD ve birkaç ülke dışında tamamlayıcı nitelikte kullanılmaktadır (Çelikkaya, 2017b:54).

##### **3.1.1. Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Yönelik Vergi Dışı Teşvikler**

Vergi dışı teşvikler, Tarife Garantisi (TG), Yenilenebilir Portföy Standardı (YPS), net hesaplama/ölçüm ve ihale sistemi olmak üzere dörde ayrılmaktadır. TG ve YPS, vergi dışı teşvikler grubunda en yoğun şekilde uygulanan teşvik mekanizmalarıdır (Çelikkaya, 2017b:54). TG, fiyat esaslı bir teşvik mekanizması iken YPS miktar esaslı bir teşvik mekanizmasıdır (Schallenberg-Rodriguez, 2017:1422). Net hesaplama/ölçüm ve ihale sistemi, günümüzde kullanımı sınırlı olan teşvik mekanizmalarıdır (Çelikkaya, 2017b:54).

YE teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşmasına yönelik vergi dışı teşviklerden en az bir tanesi, IEA<sup>1</sup>'ya üye 30 ülke ve Ajans ile ilişkili 8 ülke tarafından kullanılmaktadır. Ajansa üye olan ülkelere Avustralya, Kanada, Yunanistan ve ABD ile Ajans ile ilişkisi bulunan Hindistan YE teknolojilerinin teşvikinde TG, YPS, net ölçüm ve ihale sisteminin tamamını uygulamakta iken

---

<sup>1</sup> IEA, 1973 Petrol Krizi sonrası 1974 yılında petrol arzındaki aksaklıkları gidermek amacıyla kurulmuş olup sonrasında kömür, petrol, doğal gaz gibi geleneksel enerji kaynaklarının arz ve talebi, YE teknolojileri, elektrik enerjisi piyasaları, enerji verimliliği, enerjiye erişim gibi enerjiye dair pek çok konuda araştırmalar yapan bir kuruluş haline gelmiştir. Ajans 30 üye ülke ile 8 ilişkili ülke için sürdürülebilir ve güvenilir enerji arzı sağlamaya yönelik politikalar oluşturmaktadır.

Ajansa üye ülkelerden Estonya ve Lüksemburg yalnızca TG'yi, Yeni Zelanda ise yalnızca net ölçüm sistemini uygulamaktadır (Tablo 3.1).

**Tablo 3.1: IEA Üyesi Ülkelerde Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Uygulanan Vergi Dışı Teşvikler, 2018**

IEA Üyesi Ülkeler	TG	YPS	YES	Net Ölçüm	İhale Sistemi
ABD	●	●*	●	●*	◆
Almanya	☐ <sup>2</sup>		☐		○
Avustralya	●	☐	☐	●	◆
Avusturya	☐		☐		
Belçika		●	☐	●	☐
Birleşik Krallık	☐ <sup>1</sup>	☐	☐		○
Çek Cumhuriyeti	☐		☐		
Danimarka	☐		☐	☐	☐
Estonya	☐				
Finlandiya	☐		☐		
Fransa	☐		☐		○
Hollanda	☐ <sup>1</sup>		☐	☐	○
İspanya	☐ <sup>3</sup>		☐		○
İsveç	☐	☐	☐		
İsviçre	☐		☐		
İrlanda	☐		☐		☐
İtalya	☐			☐	☐
Japonya	☐		☐		○
Kanada	●*	●		●	◆
Kore		☐	☐	☐	
Lüksemburg	☐*				
Macaristan	☐				☐ <sup>1</sup>
Meksika				☐	○
Norveç		☐	☐		☐
Polonya	☐	☐	☐		○
Portekiz	☐ <sup>2</sup>	☐	☐		
Slovakya Cumhuriyeti	☐		☐		
Yeni Zelanda				●	
Yunanistan	☐	☐	☐	☐*	☐
Türkiye	☐				○
<b>IEA İLE İLİŞKİLİ ÜLKELER</b>					
Brezilya				☐	☐
Çin Halk Cumhuriyeti	☐*	☐			☐
Endonezya	☐*	☐			☐
Fas				☐	☐
Güney Afrika		☐			☐ <sup>1</sup>
Hindistan	●*	☐	☐	●*	○
Singapur				☐	☐
Tayland	☐				

☐:Ulusal Düzeyde TG Uygulaması ●:Bölgesel/Eyalet Düzeyinde TG Uygulaması ◆:2017 yılında yapılan bölgesel/eyalet düzeyinde ihale ○:2017 yılında yapılan ulusal ihale \*:Revize

<sup>1</sup>: Yenilenebilir ısıtma ve /veya soğutma teknolojilerini içerir. <sup>2</sup>: FIT desteği büyük ölçekli enerji santralleri için kaldırıldı. <sup>3</sup>: İspanya, 2012 yılında yeni projelere FIT desteğini kaldırdı. Daha önce FIT desteği almaya hak kazanan projelere yönelik teşvikler revize edilmeye devam ediyor.

**Kaynak:** REN21 (2018); *Renewables 2018 Global Status Report*, [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015\\_Onlinebook\\_low1.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf), (Erişim Tarihi: 01.09.2018), s. 64-67.

Ajans ile ilişkili olan ülkelerden Tayland'da, YE teknolojilerinin kullanımının teşvikinde yalnızca TG'den yararlanılmaktadır. 2018 yılında,

Kanada, Almanya, Lüksemburg, Birleşik Krallık, Çin ve Endonezya TG’de, Yunanistan net ölçümde Hindistan ise hem TG hem de net ölçümde bir revizyon gerçekleştirmiştir. ABD ise 2018 yılında YPS ile net ölçümde bir revizyon gerçekleştirmiştir (Tablo 3.1).

Ajans üyesi ülkelerin en yoğun şekilde kullandığı teşvik aracı, TG’dir. Ajans üyesi 30 ülkeden 25’inde ve Ajansa bağlı 8 ülkeden 4’ünde TG uygulanmaktadır. İkinci temel teşvik aracı olan YPS, 15 ülkede uygulanmakta olup bu ülkelerden 11 tanesi YPS’nin yanı sıra Yenilenebilir Enerji Sertifikaları (YES)’ndan yararlanmaktadır. Net ölçüm, 38 ülkeden 15’inde uygulanmakta iken ihale sistemi 38 ülkeden 26’sında uygulanmaktadır (Tablo 3.1).

### **3.1.1.1. Tarife Garantisi**

TG, enerji üretiminde YE teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşması amacıyla (Cory vd., 2009:2) uygulanan teknoloji ve kurulu kapasiteye bağlı olarak farklılaşan düzeylerde ödemelerin yapıldığı (Mendonça, 2007:2-9), uzun vadeli (Rickerson ve Grace, 2007:1), geliri artırmaya yönelik (Çelikkaya, 2017a:2), arz yönlü bir teşvik politikasıdır (Cory vd., 2009:2). TG yerine, YE ödemeleri, tarife yasaları, standart teklif sözleşmeleri ve gelişmiş yenilenebilir tarifeler gibi çeşitli isimlerde kullanılmaktadır (Couture ve Cory, 2009:2). TG kapsamında yapılacak olan ödemelerin finansmanında, ağırlıklı olarak elektrik tüketimi gerçekleştiren mükelleflere başvurulmaktadır (Fouquet ve Johansson, 2008:4080).

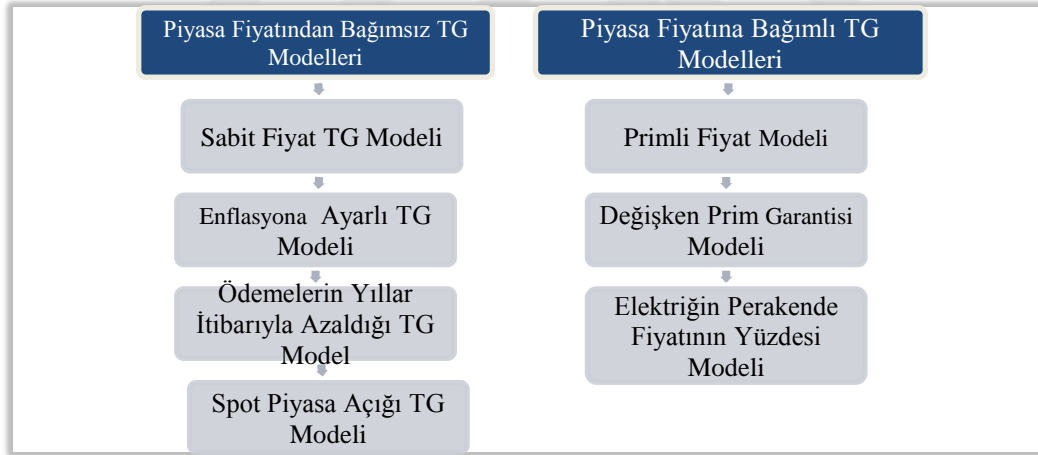
TG kapsamında yapılan satın alım sözleşmeleri, 10 yıldan 25 yıla kadar değişen uzun bir süreyi kapsamakta, ödemeler üretilen elektriğin kWh’sine göre maliyetleri en iyi yansıtacak şekilde tasarlanmaktadır (Couture ve Cory, 2009:2; Cory vd., 2009:2). TG kapsamında yapılan ödemelerin, tutarı ile süresi arasında ters yönlü bir ilişki mevcut olup kimi ülkeler 10 yıllık bir sözleşme süresi için nispeten daha yüksek bir TG sunarken kimi ülkeler, 25 yıl gibi uzun bir süre için daha düşük bir TG sunmaktadır (Jenner vd., 2013:386). TG’nin uygulandığı süre uzadıkça, yatırım güvenliği arttığı için, uzun süreli TG sözleşmeleri en etkin tasarımlar olarak kabul edilmektedir (Mendonça, 2007:9).

TG, ilk olarak 1978 yılında ABD’de *Public Utility Regulatory Policies Act* (PURPA) kapsamında uygulanmıştır. Avrupa’da ise, Almanya’da 1990 yılı aralık

ayında kanunlaşan *Germany's Electricity Feed-in Law* ulusal düzeyde TG uygulamasının ilk örneği olmuştur. Almanya'yı 1992 yılında Danimarka ve 1997 yılında İspanya izlemiştir (COMESA, 2017:10-11). 2018 yılında, 84 ülkede TG uygulanmıştır (REN21, 2018:64-67). YE teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşması amacıyla teşvik aracı olarak TG'yi uygulayan ülkelerin büyük bir bölümü, günümüzde Avrupa'da yer almaktadır (Sijm, 2002:5; Connor vd., 2013:8).

TG, Avrupa'da ulusal düzeyde uygulandığı ilk ülke olan Almanya'da, günümüzde de önemini korumaktadır. Almanya'da, okyanus/deniz kökenli YE teknolojisi hariç, tüm YE teknolojileri için teknoloji türü ve kurulu kapasiteye bağlı olarak değişen düzeylerde TG uygulanmaktadır. Jeotermal enerji için TG ödemesi, 25,20 sent/kWh ile diğer teknolojilerin bir hayli üzerindedir (KPMG, 2016: 32-33).

**Tablo 3.2: Tarife Garantisi Modelleri**



**Kaynak:** (Couture ve Gagnon, 2010)'dan esinlenerek tarafimca oluşturulmuştur.

TG modelleri, TG kapsamında YE üreticilerine yapılacak olan ödemeye karar verilirken enerji piyasasındaki fiyatların bir etkisinin bulunup bulunmamasına göre iki gruba ayrılmaktadır. İlk grupta, piyasa fiyatından bağımsız TG modelleri yer alırken ikinci grupta, piyasa fiyatına bağımlı TG modelleri yer almaktadır (Couture ve Gagnon, 2010:956; Stennett, 2010:4).

### 3.1.1.1.1. Piyasa Fiyatından Bağımsız Tarife Garantisi Modelleri

Piyasa fiyatından bağımsız TG modellerinde, YE üreticilerine yapılacak olan ödemeye karar verilirken enerji piyasasındaki fiyatların (perakende enerji

fiyatı-spot piyasa fiyatı) bu karara herhangi bir etkisi bulunmamaktadır (Couture ve Gagnon, 2010:956). Piyasa fiyatından bağımsız TG modelleri sabit fiyat modelleri olarak da adlandırılmaktadır (Couture vd., 2010:21). Piyasa fiyatından bağımsız TG modellerinin piyasayla entegrasyonu daha zor olmakla birlikte, bu modeller bünyesinde daha az yatırım riski barındırmaktadır (Held vd., 2014:38-42; Dijk vd., 2003:27). Piyasa kaynaklı riskleri bünyesinde daha az barındırıyor olması nedeniyle, bu modeller gelişimini henüz tamamlamamış olan YE teknolojileri kullanan enerji üreticileri ile ticari olmayan küçük ölçekli YE üreticilerinin teşvik edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Held vd., 2014:38).

Piyasa fiyatından bağımsız TG modelleri, sabit fiyat TG modeli, enflasyona ayarlı TG modeli, ödemelerin yıllar itibarıyla azaldığı TG modeli ve spot piyasa açığı TG modeli olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır (Couture ve Gagnon, 2010:956; Stennett, 2010:4).

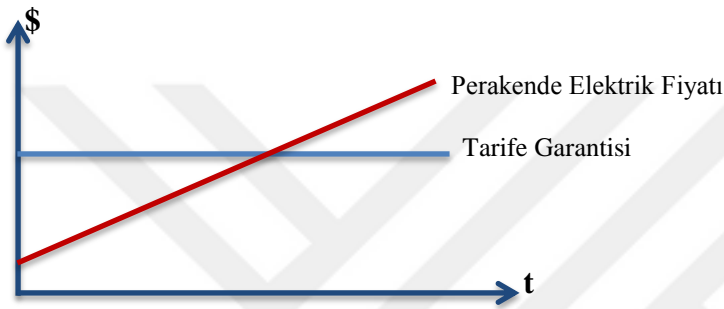
#### **3.1.1.1.1. Sabit Fiyat Tarife Garantisi Modeli**

Sabit Fiyat Tarife Garantisi (SFTG) modeli, kullanımı en yaygın olan TG modelidir. SFTG modelinde, YE'den üretilen elektrik için elektriğin perakende satış fiyatından bağımsız olarak sabit ve minimum düzeyde bir fiyat belirlenmekte ve bu fiyat sözleşme süresi boyunca uygulanmaktadır. TG tutarının, perakende satış fiyatından bağımsız olarak belirlenmesi geleneksel yakıt fiyatlarındaki dalgalanmaların TG tutarını etkilemesinin önüne geçmektedir (Couture ve Gagnon, 2010:956).

SFTG modelinin gerçek anlamda bir teşvik olarak adlandırılabilmesi, belirlenen TG tutarının YE üreticilerinin elektrik enerjisi üretimi esnasında katlandıkları maliyeti karşılayıp üreticilerin belirli bir oranda kar elde edebilmesi koşuluna dayanmaktadır (Acar vd., 2015:14). TG tutarı, her bir YE teknolojisi için maliyet dikkate alınarak münferit olarak belirlenmektedir. Örneğin, karasal rüzgâr enerjisi teknolojilerinden elektrik üretimi esnasında katlanılan maliyet, güneş FV teknolojilerinden elektrik üretimi esnasında katlanılan maliyetten daha düşük olduğu için SFTG tutarının güneş FV teknolojisi için, karasal rüzgâr enerjisi teknolojilerinden daha yüksek olması beklenmektedir (Couture ve Gagnon, 2010: 956-957).

Şekil 3.1’de görüldüğü üzere SFTG, zaman (t) içerisinde değişim göstermemekte, dolar (\$) cinsinden sabit bir tutarda ödeme yapılmaktadır. Perakende fiyat ise, yıllar itibarıyla artış eğilimi göstermektedir. TG, ilk yıllarda perakende fiyatın üzerinde bir seyir izlerken, ilerleyen yıllarda ilk olarak perakende satış fiyatı ile eşitlenmekte ardından perakende fiyat TG’yi aşmaktadır. Perakende fiyatta yaşanan yükseliş karşısında TG’nin sabit kalması, enflasyona ayarlı olmaması, YE üreticilerinin TG kapsamında elde ettikleri reel gelirlerinde bir azalışa sebep olmakta ve model bu konuda eleştiri almaktadır.

### Şekil 3.1: Sabit Fiyat Tarife Garantisi Modeli



**Kaynak:** Couture, Toby ve Yves Gagnon (2010); “An Analysis Of Feed-In Tariff Remuneration Models: Implications For Renewable Energy,” *Energy Policy*, Cilt 38, Sayı 2, s.957.

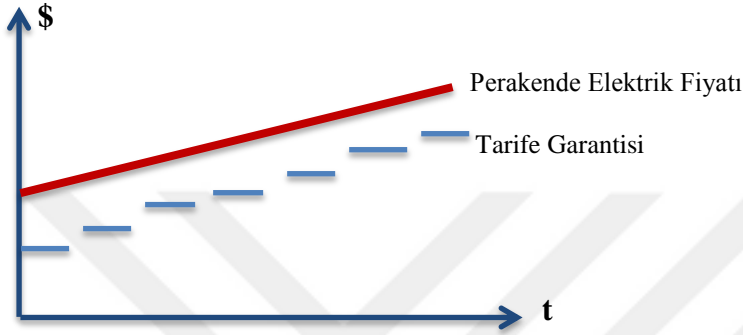
SFTG modelinin, diğer modellerden birtakım üstün yanları bulunmaktadır. İlk olarak, modelin uygulanışı hayli kolaydır. Modelin uygulanmasındaki kolaylık, kamu açısından yönetim maliyetlerini düşürmektedir (Deloitte, 2011:3). İkinci olarak, model kapsamında yapılan ödemelerin YE teknolojilerinin maliyetini karşılayacak düzeyde oluşu ve/veya uygulanacak TG’nin teknolojinin operasyonel ömrüne denk oluşu potansiyel üreticiler açısından yatırım ortamının daha güvenilir hissedilmesini ve gelir akışının sürekli olmasını sağlamaktadır (Couture ve Gagnon, 2010:957).

#### 3.1.1.1.2. Enflasyona Ayarlı Tarife Garantisi Modeli

Tam veya kısmi olarak enflasyona ayarlı TG modelinde, YE üreticilerine yapılan TG ödemelerinin reel değerinin korunabilmesi için enflasyon ayarlamasına başvurulmaktadır. İlave bir koruma niteliğinde olan enflasyon ayarlaması, YE teknolojilerine yatırım yapanlara daha yüksek bir reel gelir güvencesi sunmaktadır (Couture ve Gagnon, 2010:957-958). Bu modelde TG, perakende fiyatın altında ancak perakende fiyattaki artışa paralel bir seyir izlemektedir (Şekil 3.2).

Enflasyona ayarlı TG modelinin uygulanmaya başlandığı yıllarda, TG ödemelerinin daha düşük olması, politik açıdan uygulanabilirliğini artırmakla birlikte ilerleyen yıllarda enflasyona paralel olarak TG ödemelerinin artış göstermesi, ödemelerin finansmanını üstlenen mükelleflerin üzerindeki yükü artırmaktadır. Model, enflasyonun görece yüksek olduğu ülkelerde uygulanması halinde daha etkili sonuçlar sunmaktadır (Couture ve Gagnon, 2010:957-958).

### Şekil 3.2: Tam veya Kısmi Enflasyona Ayarlı Tarife Garantisi Modeli



**Kaynak:** Couture, Toby ve Yves Gagnon (2010); “An Analysis Of Feed-In Tariff Remuneration Models: Implications For Renewable Energy,” *Energy Policy*, Cilt 38, Sayı 2, s.957.

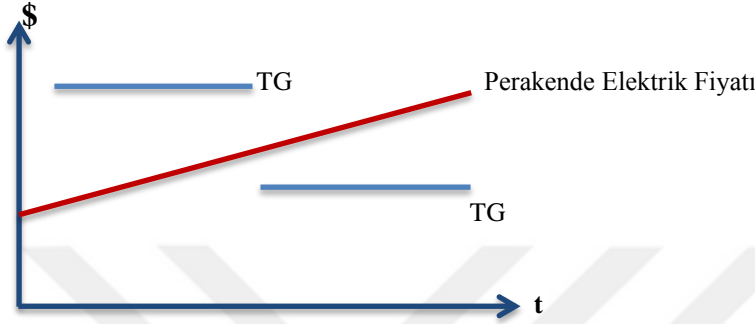
Model çerçevesinde ülkeler enflasyon ayarlamasını farklı biçimlerde düzenlemektedirler. İspanya, 661/2007 sayılı Kraliyet Kararnamesi kapsamında TÜFE ve kömür fiyatlarındaki dalgalanmalara bağlı olarak bir yıllık veya yılın dört çeyreği için ayrı ayrı enflasyon ayarlamasına başvuruyordu. Fransa, her bir YE teknolojisi için yüzde 40 ile yüzde 100 arasında değişen oranlarda enflasyon ayarlaması yapmaktaydı. İrlanda, YE teknolojilerinin tümü için yüzde 100 oranında enflasyon ayarlaması yapmakta iken Ontario (Kanada), rüzgâr, biyokütle ve hidroelektrik teknolojileri için 20 yıl devam edecek satın alım sözleşmesi kapsamında her yıl yüzde 20 oranında bir enflasyon ayarlaması yapmaktaydı (Couture ve Gagnon, 2010:957-958).

#### 3.1.1.1.3. Ödemelerin Yıllar İtibarıyla Azaldığı Tarife Garantisi Modeli

Ödemelerin Yıllar İtibarıyla Azaldığı Tarife Garantisi (ÖYİATG) modeline göre, YE teknolojileri kullanan üreticilere ilk yıllarda daha yüksek tutarlarda TG ödemesi yapılmakta iken ilerleyen yıllarda YE teknolojileri kullanan üreticilere ödenen tutarlar azalmaktadır. Bu modelin Minnesota (ABD)’da uygulanan örneğinde, 20 yıl devam edecek olan TG ödemelerinin ilk 10 yılı için daha yüksek, kalan 10 yılı için ise daha düşük bir ödeme yapılması planlanmıştır

(Couture ve Gagnon, 2010:958). Fransa’da ise TG kapsamında yapılacak ödemelerin tutarı, kıyı rüzgâr enerjisi santrallerinde ilk 10 yıl 0,082 Euro/kWh iken son 5 yıl 0,028 ile 0,082 Euro/kWh arasındadır. Açık deniz rüzgâr türbinlerinde TG tutarı, ilk 10 yıl 0,13 Euro/kWh iken son 10 yıl 0,03-0,13 Euro/kWh arasındadır (KPMG, 2016: 27-28).

### Şekil 3.3: Ödemelerin Yıllar İtibarıyla Azaldığı Tarife Garantisi Modeli



**Kaynak:** Couture, Toby ve Yves Gagnon (2010); “An Analysis Of Feed-In Tariff Remuneration Models: Implications For Renewable Energy,” *Energy Policy*, Cilt 38, Sayı 2, s.958.

Şekil 3.3’de görüldüğü üzere TG ödemeleri, YE teknolojileri kullanarak enerji üretiminin gerçekleştirildiği ilk yıllarda perakende fiyatın üzerinde bir seyir izlemekteyken, ilerleyen yıllarda perakende fiyat artış göstermekte, TG ödemeleri azalarak perakende fiyatın altında kalmaktadır. İlk yıllarda daha yüksek tutardan ödeme yapılması, YE teknolojilerinin yüksek olan başlangıç maliyetlerinin karşılanmasında ve gerekli olan öğrenme süresinin temininde oldukça önemli bir rol üstlenmektedir. TG ödemeleri, üretimin ilerleyen yıllarında ise maliyetlerdeki düşüş ve birim enerji üretimindeki artışa bağlı olarak azaltılmaktadır (Deloitte, 2011:3).

ÖYİATG modeli ile SFTG modelinde üreticilere ödenen tutarlar aynıdır. ÖYİATG modelinde, YE teknolojilerine yatırım yapanlar ilk yıllarda daha fazla gelir elde ettiği için kredi sağlayanlara ve sermaye temin edenlere olan borçlarını kısa vadede ödeyebilmekte ve yüksek oranlarda faiz ödeme yükümlülüğünden kurtulmaktadırlar. SFTG modelinde ise, YE teknolojilerine yatırım yapanlar modelin uygulandığı süre boyunca aynı geliri elde ettiği için, yatırımcı borçlarını uzun vadede ödemekte ve ödediği faiz tutarı ödemelerin yıllar itibarıyla azaldığı modele göre yükselmektedir. Her iki modelde, ödenen tutar aynı olmakla birlikte ÖYİATG modelinde kâr daha yüksek olabilmektedir. Modelin zayıf yanı ise

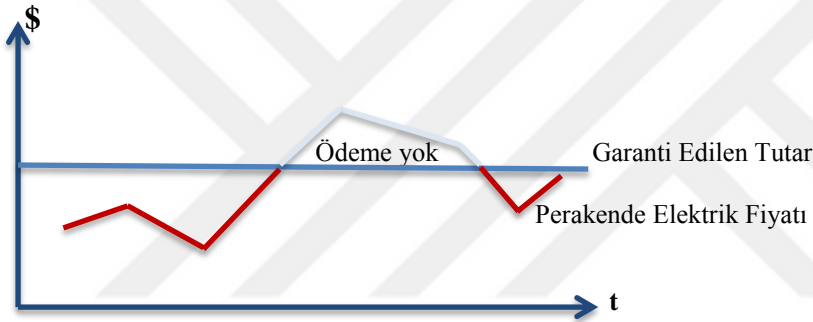


uygulanmaya başlandığı yıllarda daha yüksek tutarlarda ödeme yapılması, maliyetlerin yüksek olduğu algısı yaratmakta ve bu durum politik açıdan baskıyı artırmaktadır (Couture ve Gagnon, 2010:958).

#### 3.1.1.1.4. Spot Piyasa Açığı Tarife Garantisi Modeli

Spot Piyasa Açığı Tarife Garantisi (SPATG) modelinde, YE üreticilerine ödenecek tutar belirlenirken garanti edilen tutar ile perakende elektrik fiyatı arasındaki farka bakılmaktadır. Perakende elektrik fiyatı, garanti edilen tutardan daha az ise YE üreticisine aradaki fark kadar TG ödemesi yapılmaktadır. Perakende elektrik fiyatı, garanti edilen tutara eşit veya garanti edilen tutarın üzerinde ise herhangi bir TG ödemesi yapılmamaktadır (Şekil 3.4).

Şekil 3.4: Spot Piyasa Açığı Tarife Garantisi Modeli



**Kaynak:** Couture, Toby ve Yves Gagnon (2010); “An Analysis Of Feed-In Tariff Remuneration Models: Implications For Renewable Energy,” *Energy Policy*, Cilt 38, Sayı 2, s.959.

Bir örneği Hollanda’da uygulanan modelin, piyasa fiyatına bağımlı bir TG modeli olarak adlandırılmamasının nedeni önceden garanti edilmiş bir tutarın söz konusu olmasıdır. Modeli, piyasa fiyatından bağımsız diğer TG modellerinden ayıran yanı ise, YE teknolojileri kullanarak elektrik üretenleri rekabetçi piyasalara daha rahat entegre etmesidir. SPATG modelinin eleştirildiği nokta ise daha önceden garanti edilen tutar ile perakende elektrik fiyatı arasındaki farkın finansmanında devlet tahsisatına başvurulmasıdır. Finansmanın bu şekilde karşılanmasının vergi mükelleflerinin yükünü artıracığı savunulmaktadır (Couture ve Gagnon, 2010:959-960).

#### 3.1.1.2. Piyasa Fiyatına Bağımlı Tarife Garantisi Modelleri

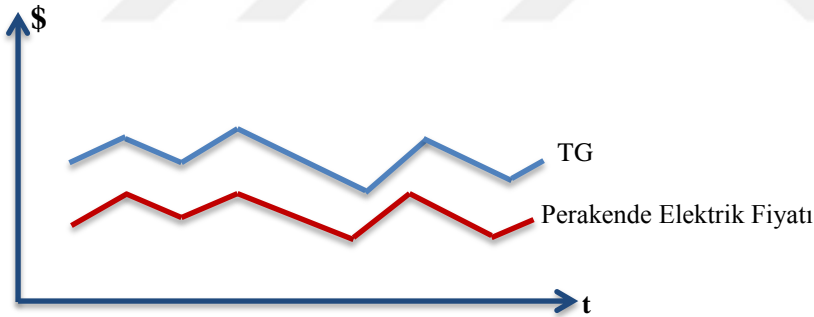
Piyasa fiyatına bağımlı TG modellerinde, enerji piyasasındaki fiyatlara bağlı olarak YE üreticilerine yapılacak olan ödemeye karar verilmektedir (Couture ve

Gagnon, 2010:956). Piyasa fiyatına bağımlı TG modelleri, primli fiyat modelleri olarak da adlandırılmaktadır (Couture vd., 2010:21). Bu modellerin piyasa ile entegrasyonu, piyasa fiyatından bağımsız TG modellerine kıyasla daha rahat olmakla beraber, piyasa fiyatından bağımsız modellere göre daha fazla yatırım riskini bünyesinde barındırmaktadır (Held vd., 2014:38-42). Piyasa fiyatına bağımlı TG modelleri, primli fiyat TG modeli, değişken prim garantisi modeli ve elektriğin perakende fiyatının yüzdesi modeli olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Couture ve Gagnon, 2010:956; Stennett, 2010:4).

### 3.1.1.2.1. Primli Fiyat Tarife Garantisi Modeli

Primli Fiyat Tarife Garantisi (PFTG) modeli, piyasa fiyatına bağımlı tarife garantisi modelleri arasında uygulanması en kolay olanıdır. PFTG modelinde, YE üreticilerine perakende elektrik fiyatının üzerinde ve sabit bir prim oranı sunulmaktadır (Stennett, 2010:14). Şekil 3.5’de görüldüğü üzere TG, perakende elektrik fiyatının üzerinde ve perakende elektrik fiyatına paralel bir seyir izlemektedir.

Şekil 3.5: Primli Fiyat Tarife Garantisi Modeli



**Kaynak:** Couture, Toby ve Yves Gagnon (2010); “An Analysis Of Feed-In Tariff Remuneration Models: Implications For Renewable Energy,” *Energy Policy*, Cilt 38, Sayı 2, s.960.

Perakende elektrik fiyatı arttığı zaman, YE üreticisi artan perakende elektrik fiyatı ve sabit primin toplamı olan TG’yi almaktadır. Bu durumda, YE üreticisinin elde ettiği gelir artmaktadır. Perakende elektrik fiyatı azaldığında ise ödenen prim tutarı değişmemekle birlikte perakende elektrik fiyatı azaldığı için YE üreticisinin elde ettiği gelir azalmaktadır (Couture vd., 2010:50).

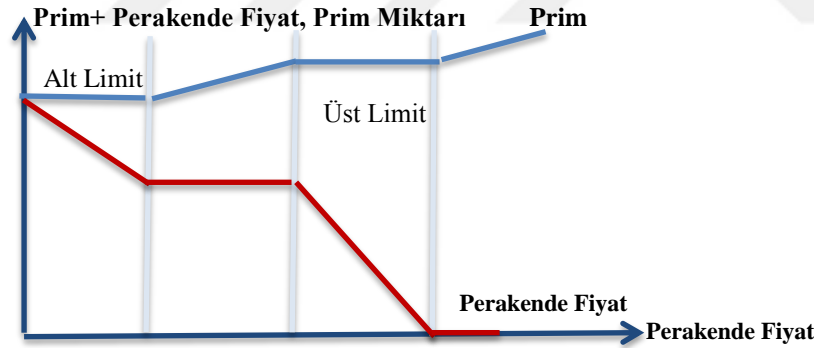
PFTG modeli ile SFTG modelinin birbirinden ayrıldığı nokta, SFTG modelinde YE üreticisine ödenecek tutarın tamamı önceden belirli iken PFTG modelinde yalnızca piyasa fiyatının üzerine ilave edilecek primin tutarı önceden

belirlenmektedir (Deloitte, 2011:4). PFTG modelinde prim tespit edilirken YE'nin sosyal ve çevresel özellikleri dikkate alınabileceği gibi YE teknolojilerinin maliyetleri de dikkate alınabilmektedir (Couture vd., 2010:50). PFTG modeli, genellikle deregüle edilmemiş enerji piyasalarında rekabetin gelişimine katkıda bulunmak amacıyla uygulanmaktadır. PFTG modelinin zayıf yanı, yatırımcılar açısından geleceğe dönük öngörünün zayıflaması neticesinde yatırım riskini artırmasıdır (Stennett, 2010:14).

### 3.1.1.2.2. Değişken Prim Garantisi Modeli

Değişken Prim Garantisi (DPG) modeli, PFTG modelinin gelişmiş bir halidir (Stennett, 2010:4). DPG modelinde, perakende elektrik fiyatının bir fonksiyonu olarak belirlenen primin bir alt ve üst limiti mevcut olup perakende elektrik fiyatı ile prim arasında ters yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Perakende elektrik fiyatında bir artış söz konusu ise takip eden dönemde YE üreticilerine ödenen prim azalmakta, perakende elektrik fiyatında bir azalış söz konusu ise takip eden dönemde YE üreticilerine ödenen prim artmaktadır (Şekil 3.6).

Şekil 3.6: Değişken Prim Garantisi Modeli



**Kaynak:** Couture, Toby ve Yves Gagnon (2010); "An Analysis Of Feed-In Tariff Remuneration Models: Implications For Renewable Energy," *Energy Policy*, Cilt 38, Sayı 2, s.960.

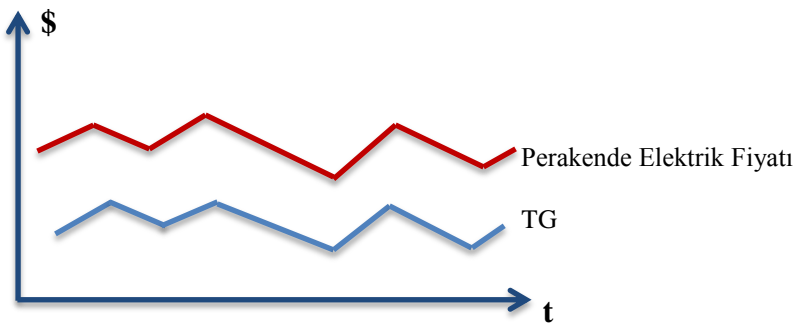
DPG modelinde, bir alt limit belirlenme nedeni YE üreticilerine minimum bir fiyat garantisi sunularak yatırım risklerini hafifletmektir (Deloitte, 2011:4). Bir üst limit belirlenme nedeni ise YE üreticilerinin elde edebileceği aşırı kârı minimuma indirmektir (Stennett, 2010:14). Ayrıca belirlenen üst prim sayesinde perakende elektrik fiyatlarının yüksek olduğu dönemlerde primi finanse edeceklerin üzerindeki yük hafifletilmektedir (Deloitte, 2011:4).

DPG kapsamında yapılacak olan ödemeler, YE teknolojilerinin maliyetini doğru bir şekilde yansıtmaktadır. DPG modelinin bir örneği İspanya’da (661/2007 sayılı İspanya Kraliyet Kararnamesi), güneş FV hariç, YE teknolojilerinin tümü için uygulanmıştır. İspanya’da uygulanan DPG modelinde bir alt limit ve bir de üst limit tespit edilmiş ve prim piyasa fiyatının bir fonksiyonu olarak dalgalanmıştır. Modelde prim ödemesi primin sıfır olduğu yani YE üreticisinin perakende elektrik fiyatını aldığı noktaya kadar kademeli olarak azaltılmıştır (Couture vd., 2010:53).

### 3.1.1.2.3. Elektriğin Perakende Fiyatının Yüzdesi Modeli

Elektriğin Perakende Fiyatının Yüzdesi (EPFY) modeli, elektriğin perakende fiyatının belli bir yüzdesine dayalı olarak hesaplanan bir TG modelidir. Modelde YE üreticilerinin elde edeceği gelir, YE teknolojilerinin maliyeti yerine geleneksel enerji kaynaklarından üretilen elektriğin perakende fiyatına bağlı olarak belirlenmektedir (Couture ve Gagnon, 2010:961). EPFY modeli, günümüzde uygulanmakta olan bir model olmamakla birlikte Avrupa’da ulusal düzeydeki TG uygulamalarının ilk örnekleri bu model çerçevesinde verilmiştir. Uygulandığı dönemde Avrupa ülkelerinde genellikle elektriğin perakende fiyatının yüzde 100’ünden daha az bir oranda ödeme yapılmıştır (Butler ve Neuhoff, 2008:1855). Model, 1991 ve 2000 yılları arasında Almanya’da uygulanmıştır. Ödenecek TG, bir önceki yılın perakende elektrik fiyatının yüzde 90’ı şeklinde belirlenmiştir (Couture vd., 2010:19).

### Şekil 3.7: Elektriğin Perakende Fiyatının Yüzdesi Modeli



**Kaynak:** Couture, Toby ve Yves Gagnon (2010); “An Analysis Of Feed-In Tariff Remuneration Models: Implications For Renewable Energy,” *Energy Policy*, Cilt 38, Sayı 2, s.961.

TG, elektriğin perakende fiyatına bağlı olarak belirlendiğinden perakende fiyatta yaşanan bir artış TG ödemelerini de artırmakta, perakende fiyatlarda

yaşanan bir düşüş ise TG ödemelerini de azaltmaktadır. EPFY modeli ile PFTG modelinin her ikisi de perakende fiyata bağlı olup her iki modelde de prim ile perakende fiyat aynı yönlü bir seyir izlemektedir. Ancak PFTG modelinde prim, perakende fiyatın üzerinde bir seyir izlemekte iken EPFY modelinde prim, perakende fiyatın altında bir seyir izlemektedir (Şekil 3.7).

### **3.1.1.3. Yenilenebilir Portföy Standardı**

YPS, 1990'ların sonlarında ABD'de elektrik enerjisi piyasasının yeniden yapılandırılmasının bir parçası olarak YE kaynaklarının kullanımının teşviki amacıyla (Carley vd., 2018:754-755), popüler hale gelmiş diğerlerine nispeten daha yeni bir politika aracıdır (Lyon ve Yin, 2010:132; Wiser vd., 2011:3894). YPS'nin tasarımı, ülkeden ülkeye/eyaletten eyalete farklılık göstermekle birlikte (Wiser vd., 2007:1), genel itibarıyla elektrik enerjisi üreticilerinin çeşitli enerji kaynakları kullanarak oluşturmuş oldukları üretim portföylerinde belirli bir miktarda YE kaynakları bulunmasını zorunlu kılan politika aracı şeklinde tanımlanabilir (Wiser ve Langniss, 2001:1; Beck ve Martinot, 2004:372; Menz ve Vachon, 2006:1789; Rabe, 2007:10; Davies, 2009:84; Lyon ve Yin, 2010:131; Yin ve Powers, 2010:1140; Tanaka ve Chen, 2013:187; Zhang vd., 2018:426).

YE standardı, kota sistemi ve yenilenebilir yükümlülüğü gibi çeşitli isimlerle de anılan (Wiser vd., 2011:3894) YPS, kısa vadeli finansal maliyetler yerine çevre kirliliği, enerjide dışa bağımlılık gibi uzun vadeli sosyal maliyetlere odaklanan, YE kaynakları kullananlara garantili bir piyasa payı sunan (Jaccard, 2004:413), miktar esaslı bir politika aracıdır (Wiser vd., 2011:3894). YPS, 15 ile 20 yıl arasında değişen uzun bir süre boyunca uygulanmaktadır (Johnson, 2011:1). YPS kapsamında gerçekleştirilen elektrik enerjisi üretiminde, YE kaynaklarının hangi oranda portföye dâhil olacağı genellikle toplam elektrik satışlarının yüzdesi biçiminde ifade edilmektedir (Jaccard, 2004:413).

YPS, başlangıç yıllarında genellikle üretilen elektriğin yüzde 1'inin YE kaynaklarından karşılanması koşuluna dayanmaktadır (Johnson, 2011:1). İlerleyen yıllarda ise YPS kapsamında yerine getirilmesi gereken yükümlülükler yıldan yıla artış göstermektedir (Yin ve Powers, 2010:1140). Örneğin, Massachusetts eyaletinde, YPS'nin uygulanmaya başlandığı yıl için elektriğin yüzde 1'inin YE kaynaklarından karşılanması yükümlülüğü her yıl kademeli olarak yüzde 1,5

oranında artırılarak 2020 yılına gelindiğinde üretilen elektriğin yüzde 15'inin YE kaynaklarından karşılanması kararlaştırılmıştır (Johnson, 2011:1).

YPS, ilk olarak 1983 yılında ABD'nin Iowa eyaletinde Alternative Energy Production Law kapsamında YE kaynaklarından 105 MW'lık elektrik enerjisi üretimi için iki şirkete uygulanmıştır (Lyon ve Yin, 2010:132). Iowa'nın ardından 1994 yılında Minnesota (ABD)'da, YPS uygulanmaya başlanmıştır (Nogee vd., 2007:35). ABD, günümüzde de, YPS'nin en yaygın uygulandığı ülkedir (Wiser vd., 2011:3894).

YE kaynaklarının teşvik edilmesinde YPS'ye başvurulmasının çeşitli gerekçeleri bulunmaktadır. YPS ilk olarak, TG'ye oranla politika yapıcılar üzerindeki finansman baskısını hafifletmektedir. Çünkü YPS'de, elektrik enerjisi üreticilerine doğrudan bir ödeme söz konusu olmayıp bir yükümlülüğün yerine getirilmesi koşuluna dayanmaktadır (Zhang vd., 2018:426-427). İkinci olarak, YE teknolojilerinin rekabetçi elektrik enerjisi piyasasına entegre bir şekilde teşvik edilmesini sağlamaktadır. Bu sebeple, piyasa temelli bir teşvik mekanizmasıdır. Üçüncü olarak, yürürlüğe girdikten sonra politika yapıcıların yalnızca denetleme ve yükümlülüğünü yerine getirmeyenleri cezalandırma gibi idari sorumlulukları bulunmaktadır (Rader ve Hempling, 2001:1-2). Son olarak, politika yapıcıların belirlediği yükümlülükleri yerine getirmeye çalışan elektrik enerjisi üreticileri, zamanla YE teknolojilerini geliştirerek en düşük maliyet ile en yüksek üretimi gerçekleştirmeyi hedefleyeceklerdir (Wiser vd., 2007:3).

YPS, pek çok avantaja sahip olmakla birlikte bazı noktalarda eleştirilerde almaktadır. YPS'nin eleştiri aldığı noktalardan ilki, bir gelir güvencesi sunmamasıdır. YE üreticilerine, YPS kapsamında bir satın alım garantisi sunulmakla birlikte satın alınacak elektriğin fiyatı tamamen piyasa koşullarında belirlenmektedir. Bu ise elektrik fiyatlarında yaşanan dalgalanmaya bağlı olarak elektrik enerjisi üreticilerinin elde edeceği gelirin de değişmesine yol açmaktadır (Çelikkaya, 2017b:68). Piyasa temelli bir teşvik mekanizması olan YPS'nin eleştiri aldığı noktalardan ikincisi, rekabete dayalı olarak YE kaynaklarının zengin olarak bulunduğu bölgelerde YE üretiminin yoğunlaşmasına neden olmasıdır (Mezher vd., 2012: 317).

YPS'nin eleştirisi aldığı noktalardan üçüncüsü, her bir YE teknolojisi için yerine getirilecek olan yükümlülüğün ayrı ayrı belirleniyor olmamasıdır (Çelikkaya, 2017b:68). Tüm YE teknolojilerini kapsayan tek bir yükümlülük belirlenmesi, bünyesinde düşük risk ve düşük maliyet barındıran teknolojilerin diğerlerine oranla daha fazla gelişmesine neden olmaktadır (Jenner vd., 2013:385-386). Örneğin ABD'de, 1990'ların sonu ile 2009 yılları arasında eyalet düzeyinde uygulanan YPS bünyesinde düşük risk barındıran rüzgar enerjisi teknolojisinin kurulu kapasitesini hızla artırıp, YE teknolojileri arasındaki payını yüzde 94'e yükseltirken kalan yüzde 6'lık pay biyokütle, jeotermal ve güneş enerji teknolojileri arasında dağılım göstermiştir (Wiser vd., 2011:3896).

YPS'ye yönelik son eleştiri, YE teknolojilerinden elektrik enerjisi üretiminin çevresel koşullardan etkilenmesi noktasındadır. Hava koşullarındaki dalgalanmaya bağlı olarak, elektrik enerjisi üretimi de artma veya azalma yönünde eğilim göstermektedir. Bu durum, elektrik enerjisi üreticilerinin YPS kapsamında yerine getirmesi gereken yükümlülüğü yerine getirememesine neden olabilir. Bu soruna yönelik ilk çözüm önerisi, bir hesap dengeleme mekanizması kurmaktır. Hesap dengeleme mekanizması, elektrik enerjisi üreticilerinin yerine getirmesi beklenen YE yükümlülüğünü zamanında yerine getirememesi halinde, elektrik enerjisi üreticisine ilave bir süre tanınması ve üreticilerin bu sürenin sonunda yükümlülüğünü yerine getirmesi şeklinde işleyen mekanizmaya verilen addır. Bu uygulamaya bir örnek Avustralya'da verilmiş olup, yükümlülüğünü yerine getiremeyen elektrik enerjisi üreticilerine üç yıllık bir ilave süre tanınmıştır (Jaccard, 2004:417).

Hesap dengeleme mekanizmasına alternatif bir diğer çözüm önerisi, emisyon ticareti sistemine benzer bir yapıda olan YES'lerdir (Tanaka ve Chen, 2013:187). Ticari yeşil sertifika, yeşil etiket veya YE kredileri gibi çeşitli isimlerle de anılan YES (Wiser vd., 2007:2-3), YE teknolojilerinden üretilen her bir birim elektrik için oluşturulan finansal ürüne verilen addır (Rader ve Norgaard, 1996:43; Johnson, 2011:6-7). YPS, genellikle bir uyum denetleme mekanizması olan YES ile beraber uygulanmaktadır (Wiser vd., 2007:2-3).

YES'lerin kullanımı, YPS'nin uygulanmasını çeşitli açılardan kolaylaştırmaktadır. İlk olarak, YE yükümlülüklerinin yerine getirilip

getirilmediğinin denetlenmesini kolaylaştırır. İkinci olarak, YE yükümlülüğünü yerine getiremeyen üreticiler ile YE yükümlülüğünü yerine getirebilen üreticiler arasındaki ticareti kolaylaştırır (Voogt vd., 2000:69). Son olarak YES'ler, elektrik enerjisi üreticilerinin iletim ve dağıtım maliyetlerini düşürerek elektrik enerjisi üreticilerinin YPS'ye uyum sağlamalarını kolaylaştırabilir (Cory ve Swezey, 2007:3).

YES'ler, iki şekilde temin edilebilmektedir. İlk olarak, elektrik enerjisi üreticileri elektrik enerjisi üretimini YE kaynaklarından gerçekleştirerek kendi sertifikalarını kendileri üretebilirler veya sertifikayı ikincil piyasalardan temin edebilirler. İkincil piyasalardan YES temininde süreç, şu şekilde işlemektedir: Elektrik enerjisi üreticilerinden bir tanesi yükümlülüğünden daha fazla oranda YE kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirmekte ve sahip olduğu fazla YES'leri, YE hedefine ulaşamayan bir diğer elektrik enerjisi üreticisine satmaktadır (Tanaka ve Chen, 2013:187). YES'ler üzerinden gerçekleştirilen bu alım satım işlemleri, YE kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirenlere ilave bir gelir imkânı yaratmaktadır (Mir-Artigues ve Río, 2014:3). Bu sertifikaların tekrarlanan alım satımlarının önüne geçmek amacıyla her bir sertifika numaralandırılmaktadır (Öztürk ve Kalaycı, 2010:5).

Elektrik enerjisi üreticisi, yerine getirmesi gereken YE yükümlülüğünün tamamını yerine getiremiyorsa gerçekleşen YE üretimi ile yerine getirmesi gereken yükümlülük arasındaki fark kadar bir cezaya çarptırılır (Johnson, 2011:1). Dikkat edilmesi gereken husus, YE yükümlülüğünü yerine getiremeyen üreticilere kesilecek ceza tutarının, YES'lerin piyasa fiyatından daha yüksek olmasıdır. Aksi halde üreticiler için YE teknolojilerinden elektrik üretimi cazip bir seçenek olmayacaktır (Voogt vd., 2000:70).

#### **3.1.1.4. Net Ölçüm**

Tüketim birimleri tarafından gerçekleştirilen enerji üretimine, dağıtık üretim denilmektedir. Konutlarda YE teknolojilerinden enerji üretiminin yaygın hale gelmesiyle birlikte, dağıtık üretimi gerçekleştiren bu birimlere yönelik bir teşvike olan ihtiyaçta kaçınılmaz hale gelmiştir. Net ölçüm, dağıtık üretimin teşvik edilmesinde dolaylı bir etkiye sahip olan (Eid vd., 2014:245-246) bir muhasebe ve telafi aracıdır (Schelly vd., 2017:11). Net ölçümün tek başına uygulanması, güneş



ve rüzgâr gibi YE teknolojilerinin geliştirilmesi için yeterli olmayıp daha donanımlı bir teşvik programına geçiş sürecinde kullanılacak (Gipe, 2006:34-35) tamamlayıcı bir politika aracı olarak kabul görmektedir. Net ölçüm, elektrik hizmeti sunanlar ile dağıtık üretim birimleri arasındaki çift yönlü enerji akışına dayanan bir teşvik mekanizması şeklinde tanımlanabilir (Gipe, 2006:13).

Geleneksel şebeke bağlantıları tek yönlü olup, sayaç elektrik hizmeti sunan kurumlardan dağıtık üretim birimlerine doğru tek yönlü olarak çalışmaktadır. Tek yönlü sayaç, yalnızca şebekeden tüketilen elektriği kaydetmekte ve dağıtık birimlerin ürettiği elektriği şebekeye satmasına engel olmaktadır. Elektrik hizmeti sunanlar ile dağıtık üretim birimleri arasındaki karşılıklı enerji akışının izlenebilmesi için çift yönlü bir sayaca ihtiyaç duyulmaktadır (Eid vd., 2014:246).

Çift yönlü sayacın işleyişini güneş FV teknolojisi kullanarak elektrik üretimi gerçekleştiren konut sahibi bir kişinin günlük hayatından bir kesiti ele alarak açıklayalım: Güneş FV teknolojisi kullanan bu kişi, sabah erken saatlerde uyanıp kahvaltı yapmak için çay ve tost makinesini kullandığı zaman elektrik tüketimi gerçekleştirdiği için sayaç ileri doğru hareket etmektedir. Güneşin doğmasıyla birlikte FV teknolojisi, elektrik üretimi gerçekleştirmeye başlayacak ve elektrik üretimi gerçekleştirdiği için sayaç bu kez geriye doğru hareket edecektir. Gün sonunda, sayacın gün içerisinde gerçekleştirdiği geri ve ileri hareketlerin arasındaki farka bakılarak net elektrik tüketimi belirlenecektir (Poullikkas vd., 2013: 976).

Fatura döneminde, dağıtık üretim birimlerinin üretim ve tüketimi karşılaştırılır (Del Carpio-Huayllas vd., 2012:4). Dağıtık üretim birimleri tarafından gerçekleştirilen elektrik üretimi, tüketimi aşarsa aşan bölümü şebekeye aktarılmakta ve elektrik hizmeti sunan kurumlar banka görevi görmektedirler. Ters durumda tüketim, üretimi aştığında şebekeden elektrik hizmeti alınmaktadır (Gipe, 2006:13). PURPA<sup>2</sup> Kısım 210'a göre, elektrik hizmetinden yararlanan müşterilerden elektrik üretimi gerçekleştirenler ürettikleri enerjinin fazla olan kısmını şebekeye satmaları halinde karşılığında perakende satış bedelini elde

---

<sup>2</sup> PURPA, ABD'de 1978 yılında yürürlüğe giren bir ulusal enerji yasasıdır. Yasa ile yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaşması hedeflenmiştir. Kanun, 1973 Petrol Krizi'ne cevap olarak 1979 Petrol Krizi'nden bir yıl önce hazırlanmıştır.

etmektedirler. Yani üretim tüketimi aşıyorsa YE üreticisine perakende fiyattan ödeme yapılmaktadır (Stoutenborough ve Beverlin, 2008:1232). Tüketicinin tüketimi aşması halinde ise YE üreticisi tüketilen enerji ile üretilen enerji arasındaki farkı elektrik hizmeti sunanlara ödemektedir (Del Carpio-Huayllas vd., 2012:4).

YE üreticisi, yalnızca enerji üretim maliyetlerine katlanmakta iken ürettiği elektriği net ölçüm kapsamında şebekeye aktardığı anda enerji üretim maliyetlerinin yanı sıra iletim ve dağıtım maliyetleri ile kârı da kapsayan perakende fiyatı elde etmektedir (Wan ve Green, 1998:2). Yani net ölçüm, dağıtık üretim birimlerinin ürettikleri elektrik için katlandıkları maliyetin üzerinde bir gelir elde etmelerini sağlayarak (Dernbach, 2011:614) dağıtık üreticilere perakende fiyat ile enerji üretim maliyeti arasındaki fark kadar bir sübvansiyon elde etme imkânı sağlamaktadır (Wan ve Green, 1998:2).

Net ölçümün finansmanını, elektrik hizmeti sunanlar karşılamaktadır. Elektrik hizmeti sunanlar, enerji üretim maliyetinin yanı sıra iletim ve dağıtım maliyetlerini de üstlenmektedirler (Brown ve Lund, 2013:30). YE üreticisine ödemeler, MW başına yapılmaktadır (Stoutenborough ve Beverlin, 2008:1231). Net ölçüm, diğer teşviklere kıyasla bünyesinde bazı üstünlükler barındırmaktadır. Net ölçümün diğer teşviklerden üstün olan yanları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Enerji üretimi esnasında yaşanan anlık iniş çıkışlardan YE üreticilerini koruması,
- Desteğin asla sona ermemesi,
- Doğrudan tüketici yatırımlarını teşvik etmesi (Wan, 1996:v),
- Dağıtık üretim birimleri açısından YE teknolojilerinin kurulması ve işletilmesinin ekonomik hale gelmesi, dağıtık üretim birimlerinin piyasaya katılım imkânı elde etmesi (Dernbach, 2011:633),
- YE üreticisinin ürettiği elektriği perakende fiyattan satmasını sağlayarak, elektrik hizmeti sunan kurumların haksız avantaj elde ettiği algısını yok etmesi ve böylece devletin sosyal bir adaletsizliği ortadan kaldırmasına yardımcı olması (Stoutenborough ve Beverlin, 2008:1233),

- Kamu fonuna ihtiyaç duyulmaması (Dernbach, 2011:615), bu sebeple kemer sıkma dönemlerinde devletlerin bedelsiz teşvikleri son derece cazip bulması (Stoutenborough ve Beverlin, 2008:1233),
- Düşük maliyetli ve kolay yönetilebilir olması (Wan, 1996:v),
- YE üreticisini şebekeye daha fazla enerji satmak için enerji tüketimini azaltma konusunda motive etmesidir (Yamamoto, 2012:2680).

Net ölçüm, ABD’de birçok eyalette 1996 yılında uygulanmaya başlamış olup (Martinot vd., 2005:3), günümüzde Kuzey Amerika’da yaygın olarak kullanılmaktadır. Net ölçüm, Avrupa’da yaygın olarak kullanılan bir politika aracı değildir (Gipe, 2006:13). Tayland, gelişmekte olan ülkeler arasında net ölçüm politikasını uygulayan ilk ülke olmuştur. Tayland, 2002 yılında net ölçüm politikası uygulamaya başlamıştır (Tükenmez ve Demireli, 2012:3). Net ölçüm, günümüzde ulusal veya bölgesel düzeyde IEA üyesi 15 ülkede uygulanmakta olup (REN21, 2018:64-67) uygulaması ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir (Dufol-López ve Bernal-Agustín, 2015:684).

### **3.1.1.5. İhale (Teklif) Sistemi**

Yapılması planlanan bir YE projesi için, hükümet veya yetkili olan bir kuruluş tarafından (Jager ve Rathmann, 2008:39) belirli bir yatırım kapasitesi veya üretim miktarı için ihale çağrısı yapılır (Haas vd., 2011:1011-1015). Hazırlanan ihale şartnamesindeki koşullara uygun olan YE yatırımcıları, ihaleye katılarak tekliflerini sunarlar. Sunulan teklifler incelenerek, yatırımı kWh başına en düşük fiyatla gerçekleştirmeyi taahhüt eden yatırımcılar ile ihaleyi düzenleyen kurum arasında enerji satın alım sözleşmesi imzalanır. Yapılacak yatırımın karşılığı olarak, ihaleyi kazanan YE yatırımcısına sözleşme süresi boyunca devam edecek olan bir fiyat garantisi sunulur (Winkler, 2005:32). YE yatırımcısına sunulacak fiyat garantisi, ihalenin sonucuna bağlı olarak belirlenmektedir (CEER, 2018:9).

İhale çağrısının belirli bir yatırım kapasitesi için yapılması durumunda, ihaleye başlamadan önce yatırım kapasitesinin ne kadar olacağı tespit edilir. İhale sonuçlandığında, en düşük teklifi sunarak ihaleyi kazanan YE yatırımcısına yatırıma yönelik hibe de dâhil olmak üzere bir dizi cazip destek sunulur. İhale çağrısının belirli bir üretim düzeyi için yapılması durumunda ise süreç aynı

şekilde işlemekle birlikte, sunulacak desteğin zamanı farklılık göstermektedir. Şöyle ki, ihale çağrısı belirli bir yatırım kapasitesi için yapılmış ise ihaleyi kazananlara ödeme, yatırımın başında yapılır iken ihale çağrısı belli bir üretim düzeyi için yapılmış ise ödeme üretim sürecine yayılarak uzun yıllar boyunca devam eder (Haas vd., 2011:1015-1016).

Miktar odaklı (Haas vd., 2011:1015) ve tamamlayıcı bir teşvik mekanizması olan ihale sisteminin (Kitzing vd., 2012:195) temel amacı, YE teknolojileri için minimum maliyetli teşvik düzeyinin belirlenmesidir (CEER, 2018:9; Jager ve Rathmann, 2008:128). İhale sistemiyle, rekabetçi bir seçim sürecine dayalı olarak yatırım maliyetleri minimize edilmekte ve karşılığında YE yatırımcılarını teşvik etmek için cazip birtakım teklifler sunulmaktadır. İhale sistemine, genellikle büyük ölçekli YE yatırımlarında başvurulmakta, yatırımcılar 20-25 yıl gibi uzun bir zaman dilimi için bir fiyat garantisi elde etmektedirler (TR 83 Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu, 2012:8). İhale sistemi, diğer teşviklere kıyasla bünyesinde birtakım üstünlükler barındırmaktadır. İhale sisteminin üstün yanları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Piyasanın ihtiyaç duyduğu teşvik miktarının tespit edilmesinde, önemli bir rol oynaması (Jager ve Rathmann, 2008:vi) ve gereğinden fazla teşvik uygulanmasının önüne geçilerek yetkili kurumların kamu harcamaları üzerinde kontrol gücünü artırması (Menanteau vd., 2003:807),
- Rekabeti artırması neticesinde yatırım maliyetlerinin zaman içerisinde azalması (Wiser vd., 2002:7) ve karşılığında ihaleyi kazananların sabit bir gelir elde ediyor olması (Jager ve Rathmann, 2008:vi),
- YE teknolojileri için reklam görevi görerek yatırımcıların ilgisini bu alana çekmede başarılı olmasıdır (TR 83 Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu, 2012:8).

İhale sistemi, bünyesinde bazı üstünlükler barındırmakla birlikte bu sistemin zayıf yanları da bulunmaktadır. Bunlardan ilki ve en önemlisi, ihaleyi kazanan YE yatırımcılarının ihalede teklif ettikleri fiyatlarla projeyi gerçekleştirmelerinin güç hale gelmesi neticesinde yatırımların yarıda bırakılması veya yatırıma hiç başlanmamasıdır. İhale sisteminin diğer bir zayıf yanı, ihale sürecinde teklif edilen fiyat garantilerinin, projenin gerçekleşmesi aşamasında enflasyon nedeniyle

maliyetleri karşılayamayacak olması (Jager ve Rathmann, 2008:39-40) neticesinde uzun vadede kârın ortadan kalkmasıdır (Lewis ve Wiser, 2007:1854).

İhaleyi kazanan YE yatırımcılarının projeyi tamamlamama riskine karşı alınabilecek önlemlerden ilki, mali ve fiziksel ön yeterliliklerdir. Mali ön yeterlilik, ihaleye teklif verenlerin ihale öncesi veya ihaleyi kazandığı aşamada yatırması gereken bir teminattır. YE yatırımcısının ihale kapsamında, elde edeceği sabit gelirin yetkili kurumlar tarafından ödenmemesi halinde veya yatırımcı projeyi gerçekleştirdiği anda yatırdığı teminatı tekrar alır. Fiziksel ön yeterlilik ise, teklif sahiplerinin ihaleye katılmak için yerine getirmeleri gereken fizibilite çalışması gibi projeye özgü gereksinimlerdir. Fiziksel ön yeterlilikler konusunda karşılaşılan en temel sorun, bu yeterlilikleri ihaleye katılacak olan herkesin yerine getirmesi koşuludur. İhaleyi kazanamayanlar için bu kapsamda yapılan harcamalar batık maliyettir (Kreiss vd., 2017:512-513).

Alınabilecek önlemlerden ikincisi, cezadır. İhaleyi kazandığı halde projeyi gerçekleştirmeyenlere uygulanacak ceza, caydırıcı nitelikte olmalıdır. Ancak bu durum özellikle küçük ölçekli yatırımcıların ihale sürecine katılım isteğini ortadan kaldırarak ihale katılımcıları arasındaki rekabeti azaltmaktadır (Rio ve Linares, 2014:53-54). Fiziksel ve mali ön yeterliliğin aksine ceza, ihalenin kazanılmasının ardından uygulanmaktadır. Yani teklif veren açısından ceza, gelecekte karşılaşma riski olan bir gider kalemi iken fiziksel ve mali ön yeterlilikler, geçmişte katlanılan bir giderin geri kazanılmaması riskini içermektedir (Kreiss vd., 2017:512-513).

İhale sistemi, 1990'lı yıllarda Fransa, İrlanda, İskoçya, Danimarka, Birleşik Krallık ve ABD'de uygulanmıştır. Birleşik Krallık'ta uygulanan NFFO (Non-Fossil Fuel Obligation) ihale sisteminin en bilinen örneği olup, İskoçya'da da benzer bir sistem uygulanmıştır (Haas vd., 2011:1020). Birleşik Krallık'ta uygulanan ihale sistemi, her bir YE teknolojisinin kW başına fiyatını düşürmüştür. Örneğin rüzgâr enerjisinin ortalama fiyatı, 5 yıl içerisinde 18 sent/kW'den 4,5 sent/kW'ye inmiştir (Wiser vd., 2002:7).

Birleşik Krallık ve İrlanda'da ihaleye girenlerin bir kısmı, yatırımları gerçekleştirmediği için ihale sistemi uygulanmaya başladıktan bir süre sonra YE

yatırımlarında önemli bir artış yaşanmadığı gözlemlenmiştir (Jager ve Rathmann, 2008:40). NFFO-1’de ihaleyi kazanan projelerden yüzde 95’i devreye alınmış iken, NFFO-2’de yüzde 37’si, NFFO-3’de yüzde 47’si, NFFO-4’te yüzde 19’u ve NFFO-5’te yüzde 5’i devreye alınmıştır (Wiser vd., 2002:7).

Danimarka, ihale sistemini kıyıdağı rüzgâr çiftlikleri için uygularken, Fransa rüzgâr enerjisinin yanı sıra biyokütle enerji için ihale sistemini uygulamıştır. Ancak pek çok Avrupa ülkesi, 2001 ile 2002 yılları arasında yeterince etkin olmadığı gerekçesiyle ihale sistemini terk etmiştir (Haas vd., 2011:1020). AB’ye üye devletlerde ihale sistemi, 2014 yılında kabul edilen *Çevre Koruma ve Enerjiye Devlet Yardımları Hakkında AB Kılavuzu* (EU Guidelines on State Aid for Environmental Protection and Energy) kapsamında 2017’den itibaren tekrar uygulanmaya başlanmıştır (CEER, 2018:10). İhale sistemi, 2018 yılı itibarıyla IEA üyesi 19 ülke ile IEA ile ilişkili 7 ülkede uygulanmıştır (REN21, 2018:64-67).

TG ve ihale sisteminin, birbiri ile benzer ve birbirlerinden ayrıldıkları yanları bulunmaktadır. TG ve ihale sisteminin her ikisi de, elektrik satın alım sözleşmesiyle yatırımcının riskini en aza indirmekte ve proje güvenli bir şekilde finanse edilmektedir (Wiser vd., 2002:14). Her iki teşvik mekanizması da, uzun yıllar boyunca devam etmekte (Río ve Linares, 2014:43) ve ikisinden birisinin uygulanması halinde hibeye daha az ihtiyaç duyulmaktadır (Abdmouleh vd., 2015:253).

İhale sisteminin, TG’den farklı olduğu bazı noktalar da bulunmaktadır. İhale sisteminde teşvikin uygulanacağı bireyler rekabetçi bir süreç sonunda belirlenmektedir (Wiser vd., 2002:5-6). TG uygulanmaya başlandığında yalnızca ödenecek fiyat belirli iken, ihale sisteminde hem fiyat hem miktar dolayısıyla da maliyet bilinmektedir. İhale sisteminde, kapasite kontrolü TG’ye kıyasla daha kolaydır. İhale sistemi, asimetrik enformasyon sorunuyla TG’den daha rahat bir şekilde başa çıkabilmektedir (Río ve Linares, 2014:43). TG, basit bir işleyişe sahip iken ihale sistemi daha karmaşık bir yapıya sahiptir (Wiser vd., 2002:14).

### **3.1.2. Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Yönelik Vergi Teşvikleri**

YE teknolojilerine yönelik vergi teşvikleri, gelir ve harcamalar üzerinden alınan vergilere yönelik teşvikler emlak vergisi indirimi, iadesi ve istisnası olmak üzere üç başlıkta ele alınabilir. Bu teşvikler, doğrudan vergi teşvikleri olarak adlandırılmaktadır. YE teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşmasına yönelik doğrudan vergi teşviklerin yanında, dolaylı bir teşvik de mevcuttur. Geleneksel enerji kaynakları üzerinden alınacak bir vergi, YE teknolojilerinin kullanımını dolaylı yollardan artırmaktadır (Çelikkaya, 2017b:70-75). YE teknolojilerine yönelik vergi teşvikleri, bu teknolojilerin maliyetlerini düşürmektedir (Marata vd., 2010:482).

#### **3.1.2.1. Gelir Üzerinden Alınan Vergilerdeki Teşvikler**

YE üreticisi olan gerçek ve tüzel kişilerin, ürettikleri enerjinin karşılığında elde ettikleri gelir üzerinden alınan vergilere yönelik teşvikler; yatırım vergi teşvikleri, üretim vergi teşvikleri, hızlandırılmış amortisman, Ar-Ge vergi indirimleri ve vergi tatilleridir (Clement vd., 2005:6-15).

##### **3.1.2.1.1. Yatırım Vergi Teşvikleri**

YE teknolojilerinden enerji üretmek için ihtiyaç duyulan arazi, ekipman, demirbaş gibi sermaye harcamalarına yönelik gelir, kurumlar vergisi indirimleri ve vergi kredilerine Yatırım Vergi Teşvikleri (YVT) denilmektedir. Bu teşvikler, ekipmanların alım maliyetlerine ilave olarak kurulum maliyetlerini de kapsamaktadır. Gelir, kurumlar vergisi indirimleri, vergiye tabi geliri azaltırken, vergi kredileri verginin doğrudan mahsubuna dayanmaktadır (Clement vd., 2005:6-8).

Tablo 3.3’de görüldüğü üzere YVT’den yararlanmak isteyenlere yatırım büyüklükleri için alt ve üst limitler uygulanabilmektedir. YVT; Belçika, Çek Cumhuriyeti, Fransa, Hollanda ve Portekiz’de YE teknolojilerinin tamamına uygulanmakta iken Avusturya, İrlanda, İspanya, Kanada ve Yunanistan’da ise hedeflere göre değişiklik göstermekle birlikte güneş, jeotermal, biyokütle gibi başlangıç maliyetlerinin yüksek olduğu teknolojilere uygulanmaktadır. Belçika’da vergilendirme dönemi içerisinde enerji verimliliğine yönelik kurulacak tesislerin

yatırım değerlerinin yüzde 13,5'i bir defaya mahsus olmak üzere kurumlar vergisinden indirilebilmektedir (KPMG., 2016:16).

**Tablo 3.3: Yatırım Vergi Teşviki Uygulayan IEA Üyesi Ülkeler**

Ülke	Vergi Kredisi/ Vergi İndirimi	Yüzde (%)	Yenilenebilir Enerji Teknolojisi
ABD <sup>*/**</sup>	Vergi Kredisi Vergi Kredisi	10 En fazla yüzde 30	Güneş, Jeotermal Tamamı
Avusturya <sup>**</sup>	Vergi İndirimi	En fazla yüzde 25	Güneş, Biyokütle
Belçika	Vergi İndirimi	13,5	Tamamı
Çek Cumhuriyeti <sup>*/**</sup>	Vergi İndirimi Vergi İndirimi	- En fazla yüzde 100	Tamamı (1 MW altı hidro) Tamamı
Fransa <sup>*/**</sup>	Vergi Kredisi Vergi Kredisi	15 15	Tamamı Tamamı
Hollanda <sup>*</sup>	Vergi İndirimi	13	Tamamı
İrlanda <sup>*</sup>	Vergi İndirimi	18	Rüzgâr, Hidro, Güneş, Biyokütle
İspanya <sup>*/**</sup>	Vergi İndirimi Vergi Kredisi	10 10	Güneş, Biyokütle Güneş, Biyokütle
Kanada <sup>*</sup>	Vergi İndirimi	100	Rüzgâr, Hidro, FV
Portekiz <sup>**</sup>	Vergi Kredisi	En fazla yüzde 30	Tamamı
Yunanistan <sup>**</sup>	Vergi Kredisi	En fazla yüzde 75	Güneş

\*: Büyük Ölçekli Uygulamalar, \*\*: Müşteri Uygulamaları

**Kaynak:** Clement, David, Matthew Lehman, Jan Hamrin ve Ryan Wiser (2005); *International Tax Incentives For Renewable Energy: Lessons For Public Policy*, [https://resource-solutions.org/wp-content/uploads/2015/08/IntPolicy-Renewable\\_Tax\\_Incentives.pdf](https://resource-solutions.org/wp-content/uploads/2015/08/IntPolicy-Renewable_Tax_Incentives.pdf), (Erişim Tarihi: 15.04.2019), s. 7-8.

Belçika dışında kurumlar vergisine yönelik YVT'nin uygulandığı diğer ülkeler Yunanistan, Çek Cumhuriyeti ve İspanya'dır (Cansino vd., 2010:6003). ABD'de de YVT, uzun zamandır uygulanmakta olup, 1980'lerde Kaliforniya'da rüzgâr enerjisine uygulanan YVT, eyalette verimsiz bölgelerde dahi çok sayıda türbin kurulmasına neden olmuştur (Clement vd., 2005:7). Japonya'da uygulanan YVT, bir ön koşula dayanmaktadır. Ülkede YVT, TG için onay alan güneş ve rüzgâr enerjisi teknolojilerine yönelik ekipmanları temin edip, bunları 1 yıl içerisinde işletmeye alan tesislere uygulanmaktadır (KPMG, 2016:44).

Başlangıç yatırım maliyetlerinin yüksek olduğu, sermaye yoğun güneş FV gibi YE teknolojilerinin kurulumu esnasında YVT oldukça önemlidir (WRI, 2008:1). Bu teşvikler, genellikle konut sahipleri gibi küçük ölçekli YE yatırımcılarına uygulanmaktadır. YVT, YE teknolojilerinin kurulumunu teşvik etmekle birlikte enerji üretimi konusunda herhangi bir etkisinin bulunmayışı bu teşviklerin sıklıkla eleştiri aldığı bir noktadır (Clement vd., 2005:7).



### 3.1.2.1.2. Üretim Vergi Teşvikleri

Üretim Vergi Teşvikleri (ÜVT), YE teknolojilerinden üretilen elektriğin satışından elde edilen gelir için kWh başına belirlenen bir oranda uygulanan gelir vergisi ve kurumlar vergisi indirimleri veya vergi kredilerine denilmektedir. ÜVT açısından yatırımların büyüklüğünden ziyade üretimin verimli olması önem arz etmektedir. ÜVT, özellikle büyük ölçekli YE tesislerinin desteklenmesinde etkili olmaktadır (Clement vd., 2005:9).

**Tablo 3.4: Üretim Vergi Teşviki Uygulayan IEA Üyesi Ülkeler**

Ülke	Kilovat Saat Başına Miktar	Yenilenebilir Enerji Teknolojileri
Finlandiya	€ 0,69	Rüzgâr, Hidro, Biyokütle
İsveç	SEK 0,181	Rüzgâr
ABD	\$ 0,015	Güneş, Rüzgâr, Biyokütle,

€:Euro SEK: İsveç Kronu \$: Dolar

**Kaynak:** Clement, David, Matthew Lehman, Jan Hamrin ve Ryan Wisser (2005); *International Tax Incentives For Renewable Energy: Lessons For Public Policy*, <https://resource-solutions.org/wp-content/uploads/2015/08/IntPolicy-Renewable Tax Incentives.pdf>, (Erişim Tarihi: 15.04.2019), s. 9.

YE teknolojilerinden enerji üretiminin artırılmasında ÜVT'ye başvuran ülkeler, Finlandiya, İsveç ve ABD'dir (Tablo 3.4). ABD, 1992 yılında yürürlüğe giren *Enerji Politikası Kanunu* ile enflasyona endeksli ÜVT uygulamış olup, 1999 yılında sona ermiştir. 1999 yılından sonra kredi, düzenli aralıklarla uzatılmıştır (Barradale, 2010:7699). ÜVT, rüzgâr, jeotermal ve bazı biyokütle tesisleri için 2,3 sent/kWh iken, HES'ler, bazı biyokütle tesisleri ve dalga enerjisi tesisleri için 1,1 sent/kWh olarak belirlenmiştir (KPMG, 2016:73). Krediler, 2017 yılından itibaren azaltılmaya başlamıştır. IEA verilerine göre 2017 yılında başlayan projeler için kredi yüzde 20 oranında azaltılırken, 2018 yılında başlayan projeler için yüzde 40, 2019 yılında başlayan projeler için yüzde 60 oranında azaltılmıştır.

2018 yılı itibarıyla IEA üyesi 15 ülkede, YVT veya ÜVT uygulanmaktadır. Bu ülkeler; ABD, Almanya, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Fransa, Hollanda, İspanya, İsveç, İtalya, Kanada, Kore, Yunanistan ve Meksika'dır. IEA üyesi olan Avustralya, Yeni Zelanda, Estonya, İrlanda, Lüksemburg ve Türkiye gibi ülkelerde YE teknolojilerinin kullanımının

yaygınlaşmasına yönelik YVT veya ÜVT uygulaması bulunmamaktadır (Tablo 3.5).

**Tablo 3.5: Yatırım ve Üretim Vergi Kredisi Uygulayan IEA Üyesi Ülkeler**

IEA Üyesi Ülkeler	Yatırım/Üretim Vergi Kredisi	IEA Üyesi Ülkeler	Yatırım/Üretim Vergi Kredisi
ABD	✓	İrlanda	×
Almanya	✓	İtalya	✓
Avustralya	×	Japonya	×
Avusturya	✓	Kanada	✓
Belçika	✓	Kore	✓
Birleşik Krallık	×	Lüksemburg	×
Çek Cumhuriyeti	✓	Macaristan	×
Danimarka	✓	Meksika	✓
Estonya	×	Norveç	×
Finlandiya	×	Polonya	×
Fransa	✓	Portekiz	×
Hollanda	✓	Slovakya Cumhuriyeti	×
İspanya	✓	Yeni Zelanda	×
İsveç	✓	Yunanistan	✓
İsviçre	×	Türkiye	×
<b>IEA İle İlişkili Ülkeler</b>			
Brezilya	✓	Güney Afrika	×
Çin	✓	Hindistan	✓
Endonezya	✓	Singapur	×
Fas	×	Tayland	×

✓: YVT/ÜVT uygulanmaktadır.

×: YVT/ÜVT uygulanmamaktadır.

**Kaynak:** REN21 (2018); *Renewables 2018 Global Status Report*, [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015-Onlinebook\\_low1.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015-Onlinebook_low1.pdf), (Erişim Tarihi: 01.09.2018), s. 64-67.

2018 yılı itibarıyla IEA ile ilişkili 4 ülke, YVT veya ÜVT uygulamaktadır. Bu ülkeler; Brezilya, Çin, Endonezya ve Hindistan'dır. IEA ile ilişkili Fas ve Singapur'da YE teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşmasına yönelik YVT veya ÜVT uygulaması bulunmamaktadır (Tablo 3.5). IEA üyesi 11 ülke ve IEA ile ilişkili 4 ülke, hem vergi kredisi hem vergi indirimi uygulamaktadır (REN21, 2018:64-67).

### 3.1.2.1.3. Hızlandırılmış Amortisman

YE yatırımcılarının enerji üretiminde kullanacakları ekipmanları normalde izin verilen sürelerden daha kısa bir sürede amortismanına tabi tutmasına hızlandırılmış amortisman denilmektedir. Amortisman, bir gider kalemi olduğu için hızlandırılmış amortisman gelir vergisi hesaplamalarında matrahı düşürmekte, vergi miktarını azaltmaktadır. Enerji santrallerinin amortisman süresi, ortalama olarak, yirmi ile otuz yıl arasında değişmekle birlikte hızlandırılmış amortismanına

tabi tutulan YE santrallerinde amortisman süresi 15 yıla kadar inmektedir. Hindistan'da amortisman süresi, 1 yıla kadar indirilerek hızlandırılmış amortisman konusunda en çarpıcı örnek ortaya konulmuştur (Clement vd., 2005:13).

IEA üyesi ülkelerde hızlandırılmış amortisman uygulayan ülkeler olarak Kanada, Hindistan, Meksika, Hollanda, Güney Afrika (KPMG, 2016:19-61) ABD, Belçika, Fransa, İrlanda, Lüksemburg ve Portekiz verilebilir (Clement vd., 2005:13). Kanada'da 23 Şubat 2005 tarihinden sonra ve 2020 yılından önce satın alınan birtakım YE ekipmanları için hızlandırılmış amortisman oranı, yüzde 50'dir. Hindistan'da, gelir vergisi kanununa dayalı olarak güneş ve rüzgar gibi YE teknolojilerine net aktif değer in yüzde 80'i oranında bir hızlandırılmış amortisman uygulanmaktadır. Meksika'da, YE üretmek amacıyla alınan ekipmanlar için amortisman süresi on iki ay olarak belirlenmiştir (KPMG, 2016:19-45).

Hızlandırılmış amortisman, başlangıç yatırım maliyetlerinin yüksek olduğu YE teknolojilerinin teşvikinde etkili bir araçtır. Yatırımın ilk yıllarında elde edilen geliri vergiden muhafaza ediyor olması yatırım kararı alınmasında kullanılan net bugünkü değer hesaplamalarında olumlu bir etkiye sahiptir (Clement vd., 2005:13).

#### **3.1.2.1.4. Ar-Ge Vergi İndirimleri**

Ar-Ge vergi indirimi uygulamasında YE teknolojilerine yönelik Ar-Ge harcamaları gelir vergisi matrahından indirilmektedir. Ar-Ge vergi indirimi, gelişmiş ülkelerde 1980'lerin başından itibaren önemli bir teşvik mekanizması olarak değerlendirilmekle birlikte zaman içerisinde önemini yitirmiştir. YE üreticileri tarafından yapılan Ar-Ge harcamalarının tamamı matrahtan indirilerek, YE teknolojilerinin gelişiminin desteklenmesi amaçlanmıştır (Çelikkaya, 2017b:71).

Güney Kore, yalnızca YE teknolojilerine Ar-Ge vergi indirimi uygulamıştır. Kanada, Fransa, Japonya, Birleşik Krallık ve ABD ise Ar-Ge vergi indirimini tüm sektörlerle uygulamıştır (Clement vd., 2005:13). Ar-Ge vergi indiriminin, tüm sektörlerle uygulandığı Avustralya'da teşvik in yüzdesi YE üreticisi olan şirketin cirosuna bağlı olarak belirlenmiştir. Ar-Ge harcamalarına Çin'de yüzde 150

oranında kurumlar vergisi indirimi; Fransa'da 100 milyon Euro'yu aşmayan harcamalar için yüzde 30, 100 milyon Euro'yu aşan harcamalar için yüzde 5 oranında vergi indirimi; İrlanda ve İspanya'da yüzde 25 oranında vergi indirimi; Norveç'te KOBİ'ler için yüzde 20, büyük boy işletmeler için yüzde 18 oranında vergi indirimi uygulanmaktadır. İspanya'da vergi indirimi sonraki 18 vergi yılına devredilmektedir. Birleşik Krallık'ta ise Ar-Ge harcamaları için vergi indirim oranı ilk yıl yüzde 100'dür (KPMG, 2016:13-69).

### 3.1.2.1.5. Vergi Tatili

Vergi tatili uygulamasında mükellefler, Gelir Vergisi (GV), Katma Değer Vergisi (KDV), Emlak Vergisi (EV) vb. vergilerden belirli bir zamanı kapsayacak şekilde muaf tutulmaktadır. Vergi tatili, genellikle yatırımın ilk yıllarında uygulanmakta olup muafiyetin sona ermesiyle YE üreticisi, normal vergi oranları üzerinden vergilendirilmektedir. Vergi tatilleri, başlangıç maliyetleri konusunda üreticinin üzerindeki yükü hafifletmeyi amaçlamaktadır (Clement vd., 2005:15).

**Tablo 3.6: Vergi Tatili Uygulayan IEA Üyesi Ülkeler**

Ülke	Vergi	Süre	Yenilenebilir Enerji Teknolojisi
Çek Cumhuriyeti	Gelir, Emlak	5 yıl	Küçük hidro
Hindistan	Gelir	5 yıl	Rüzgâr, Biyokütle
Filipinler*	Gelir	7 yıl	Küçük hidro, diğer teknolojiler
Ontario (Kanada)	Kurumlar, Emlak	10 yıl	Tamamı

\*: Filipinler IEA üyesi bir ülke değildir.

**Kaynak:** Clement, David, Matthew Lehman, Jan Hamrin ve Ryan Wiser (2005); *International Tax Incentives For Renewable Energy: Lessons For Public Policy*, [https://resource-solutions.org/wp-content/uploads/2015/08/IntPolicy-Renewable\\_Tax\\_Incentives.pdf](https://resource-solutions.org/wp-content/uploads/2015/08/IntPolicy-Renewable_Tax_Incentives.pdf), (Erişim Tarihi: 15.04.2019), s. 15.

Vergi tatili, Çek Cumhuriyeti, Hindistan, Filipinler ve Ontario (Kanada)'da uygulanmıştır. Çek Cumhuriyeti'nde vergi tatili, küçük HES'ler için GV ve EV'ye 5 yıl süreyle uygulanmıştır. Hindistan ve Filipinlerde vergi tatili, GV'ye, Hindistan'da 5 yıl için rüzgâr ve biyokütle, Filipinler'de ise 7 yıl küçük HES'ler ve diğer teknolojilere uygulanmıştır. Ontario (Kanada)'da, YE teknolojilerinin tümü için 10 yıl süreyle Kurumlar Vergisi (KV) ve EV'ye vergi tatili uygulanmıştır (Tablo 3.6).

### **3.1.2.2. Harcamalar Üzerinden Alınan Vergilerdeki Teşvikler**

YE üreticilerinin harcamaları üzerinden alınan vergiler KDV, Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) ve ithalat (gümrük) vergisidir (Şenyüz vd., 2016:245). Devlet, YE teknolojilerinin kullanımını teşvik etmek amacıyla bu vergilerin tamamı veya bir kısmını mükelleften belirli bir süre için tahsil etmekten vazgeçebilir.

#### **3.1.2.2.1. KDV İndirimleri**

KDV indirimi uygulamasında, YE üreticilerinin yarattığı katma değer yüzde 100'e kadar vergi indirimine tabi tutulmaktadır (Clement vd., 2005:10). KDV indirimi, üretilen enerjinin yanı sıra enerji üretimi için ihtiyaç duyulan ekipmanların teminine uygulanabilmektedir (Connor vd., 2013:10). Uygulamada, ağırlıklı olarak, makine ve teçhizat alımlarına KDV indirimi uygulanmaktadır (Çelikkaya, 2017b:73). KDV indirimi, YE teknolojilerinin rakip teknolojiler ile karşılaştırmalı maliyetlerini düşürerek YE üretimine ekonomik açıdan bir avantaj sağlamaktadır (Connor vd., 2013:10).

KDV indirimi, Fransa, İtalya ve Portekiz'de uygulanmıştır. Fransa'da KDV indirimi, YE teknolojilerinden enerji üretmek için kurulum aşamasında veya mevcut teknolojilerin iyileştirilmesi için ihtiyaç duyulan temel teçhizatların alınması aşamasında, yüzde 5,5 oranında uygulanmıştır. İtalya'da, rüzgâr ve güneş enerjisi teknolojilerini kullanarak üretilen enerjinin satışının yanı sıra YE dağıtım hatlarına yapılan yatırımlara yönelik bir KDV indirimi söz konusudur. KDV oranı normalde yüzde 20 iken indirimli KDV oranı yüzde 10'dur. Portekiz'de ise, YE üreticileri genel KDV oranı olan yüzde 21 yerine yüzde 12 oranından ödeme yapmıştır (Cansino vd., 2010:6004).

Vergi iadesi, indirimli KDV kadar yaygın olmamakla birlikte Çin gibi bazı ülkelerde YE teknolojileri için uygulanmaktadır (KPMG, 2016:22). Vergi iadesi uygulayan ülkelerde YE teknolojileri için KDV oranı değişmemekle birlikte bu teknolojileri kullanan üreticilere sonrasında vergi iadesi yapılmaktadır (Clement vd., 2005:10).

#### **3.1.2.2.2. ÖTV İstisnası**

ÖTV istisnası, YE teknolojilerinden üretilen elektriğe bu teknolojilerin çevre dostu olması gerekçesiyle birçok Avrupa ülkesinde uygulanmaktadır

(Çelikkaya, 2017b:74). YE teknolojilerine ÖTV istisnası uygulayan ülkeler, Almanya, Danimarka, Romanya, Slovakya, İsveç ve Polonya'dır. Almanya'da, 1999 yılından itibaren yürürlükte olan elektrik vergisinden YE teknolojileri istisna edilmiştir. Slovakya Cumhuriyeti'nde, YE teknolojilerinden üretilen elektrik 609/2007 sayılı Kanun çerçevesinde ÖTV'den istisna edilmiştir. Danimarka'da ÖTV istisnası, tüm YE teknolojileri için geçerli değildir. ÖTV'den istisna olan teknolojiler rüzgâr ve güneş enerjisi ile HES'lerdir (Cansino vd., 2010:6004-6005). ABD'de ÖTV istisnası, rüzgar ve güneş enerjisi ekipmanlarını kapsamaktadır (Clement vd., 2005:12).

### **3.1.2.2.3. İthalat (Gümrük) Vergisi İndirimleri**

YE üretiminde ihtiyaç duyulan ekipmanların gümrük vergisinin indirilmesi veya belirli bir süre için tamamen kaldırılması şeklinde uygulanan teşviklerdir (Çelikkaya, 2017b:75). İthalat vergisi indirimleri, ithalatçı ülke kendi ekipmanlarını üretecek teknik bilgi ve kapasiteye ulaşana kadar geçen süreçte önem arz etmektedir. Yani YE teknolojilerinin bir ülkede gelişim gösterdiği ilk aşamalarda ithalat vergisi indirimleri oldukça etkili bir teşvik mekanizmasıdır (Clement vd., 2005:13).

YE teknolojilerine yönelik ithalat vergisi indiriminin uygulandığı IEA üyesi ülkeler; Çin, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya ve Hindistan'dır. Çin'de ithalat vergisi indirimi, rüzgâr, FV ve biyokütleye uygulanmıştır. Rüzgâr enerjisi santrallerinde kullanılan türbinler için indirim oranı yüzde 65 iken diğer parçalar için indirim oranı yüzde 82'dir. Güneş enerjisi ekipmanları için ithalat vergisi indirim oranı ise yüzde 30'dur. Çek Cumhuriyeti'nde tüm YE teknolojileri için yüzde 100'e kadar ulaşan ithalat vergisi indirimi uygulanmıştır. Hindistan'da ise rüzgar türbini parçaları için değişen oranlarda ithalat vergisi indirimi uygulanmıştır (Clement vd., 2005:13).

### **3.1.2.3. Emlak Vergisi İndirim/İade/İstisnası**

EV; bina, arazi ve arsalar üzerinden alınan bir servet vergisidir (Şenyüz vd., 2016:381). YE üretiminde ihtiyaç duyulan bina, arazi ve arsalar üzerinden alınacak EV'e yönelik indirim, iade ve istisnalar YE üreticileri üzerindeki yükü bir miktar hafifletmektedir. Güneş ve rüzgâr enerjisi teknolojileri gibi sermaye

yoğun YE teknolojilerine uygulanan EV teşvikleri bu teknolojilerin geleneksel enerji teknolojileri ile rekabet etmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Clement vd., 2005:9).

EV istisnası ve indirimi, ağırlıklı olarak Avrupa ülkelerinde uygulanmakta iken vergi iadesi Asya ülkelerinde uygulanmaktadır. ABD, vergi indirimi, vergi iadesi ve vergi istisnasının her üçünün de aynı anda uygulandığı tek ülkedir (Çelikkaya, 2017b:71-72). EV istisnası uygulayan ülkeler, Bulgaristan ve Kanada'dır. Bulgaristan'da EV istisnası, konutlarda YE teknolojilerinin kullanımını yaygın hale getirmek için uygulanmıştır. Kanada'da konutlar için EV mülkün piyasa fiyatına bakılarak tespit edilmekte olup YE teknolojileri kullananlara EV istisnası uygulanmaktadır (Shazmin vd., 2016:539).

EV indirimi uygulayan ülkeler, İtalya, İspanya ve Romanya'dır. İtalya'da, belediye tarafından tahsil edilen EV, mülkün değerinin yüzde 0,4'ü ile 0,7'si arasında değişen bir oranda uygulanmaktadır. 2008 yılı itibarıyla konutlarda elektrik veya ısı üretmek amacıyla YE teknolojileri kuranlara yüzde 0,4'ün altında bir oranda EV uygulanmaya başlanmıştır (Cansino vd., 2010:6003). İspanya'da EV, mülkün değerine göre kentlerde yüzde 0,4 ile 1,10 arasında değişmekte iken; kırsal alanlarda yüzde 0,3 ile 0,9 arasında değişmektedir. Isı veya elektrik enerjisi üretmek amacıyla güneş enerjisi teknolojisi kuran konut sahiplerine EV'in yüzde 50'si oranında bir vergi indirimi uygulanmıştır. EV'in yüzde 0,5 ile 0,25 arasında değiştiği Romanya'da ise, YE teknolojilerinden bir tanesini kullanan binalara EV'den yüzde 50 indirim uygulanmaktadır (Shazmin vd., 2016:538).

EV iadesinin uygulandığı ülkeler, Hindistan ve Malezya'dır. Hindistan'da Madhya Pradesh, Maharashtra, Gujarat, Andhra Pradesh ve Batı Bengal eyaletlerinde ısıtma amaçlı güneş enerjisi teknolojilerine yüzde 5 ile yüzde 10 arasında değişen oranlarda ve toplamda 500 Hindistan Rupisi EV iadesi uygulanmaktadır. Malezya'da vergi iadesi teşviki, Selangor eyaleti Petaling Jaya kentinde 2011 yılından itibaren uygulanmıştır. Teşvikin miktarı, 500 Malezya Ringiti veya EV'in yüzde 100'ü alternatiflerinden düşük olanı şeklinde ifade edilmiştir (Shazmin vd., 2016:544).

ABD'nin 50 eyaletinden 32'sinde EV teşviki uygulanmaktadır. EV istisnası<sup>3</sup>, eyaletlerde en sık uygulanan teşvik olup 32 eyaletin 28'inde mevcuttur. EV istisnası Hawaii'de 25 yıl gibi uzun bir süre boyunca uygulanmaktadır. Ülkede, EV iadesi iki eyalette uygulanmakta olup iadenin uygulandığı eyaletler Colorado ve Maryland'dir. Maryland'de EV iadesi, güneş ve jeotermal teknolojiler için 5 yıllığına uygulanmaktadır. EV indiriminin uygulandığı eyaletler ise Nevada, New York, Kuzey Carolina, Güney Dakota ve Tennessee'dir (Shazmin vd., 2016:538-543).

#### **3.1.2.4. Geleneksel Enerji Kaynaklarından Vergi Alınması**

Çevre kirliliğinin önlenmesi, vergilerin sosyal fonksiyonları arasında yer almaktadır. Çevre kirliliğinin neden olduğu negatif dışsallıkların içselleştirilmesi noktasında fiyat mekanizmasından yararlanılmaktadır (Öz, 2012:102). Bazı ülkeler dışsallıkların içselleştirilmesi amacıyla negatif dışsallık yayan firmalardan fosil yakıt vergisi veya karbon vergisi<sup>4</sup> olarak adlandırılan bir vergi almaktadırlar (Çelikkaya, 2017b:75).

Karbon vergisi, küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olan karbondioksit emisyonunu kontrol etmek amacıyla uygulanmaktadır. Geleneksel enerji kaynakları çevreye yoğun miktarda karbondioksit salınımı gerçekleştirdiği için, karbon vergisinin odak noktasını bu yakıtlar oluşturmaktadır (Ekins, 1999: 44-45). Geleneksel enerji teknolojileri üzerine konulacak vergi, emisyon miktarına bağlı olarak değişebileceği gibi tüketilen yakıt birimine bakılarak sabit bir oranda da alınabilir. YE teknolojilerine uygulanan vergi teşvikleri kadar doğrudan bir etkisi bulunmamakla birlikte bu teknolojilerin rekabet halinde bulunduğu geleneksel enerji kaynakları üzerine konulan bir vergi de dolaylı olarak YE teknolojilerinin gelişimine katkıda bulunacaktır (Clement vd., 2005:16).

---

<sup>3</sup> EV istisnası uygulayan ABD eyaletleri; Alaska, Arizona, Kaliforniya, Connecticut, Florida, Hawaii, Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Louisiana, Massachusetts, Missouri, Montana, New Hampshire, New Jersey, New Mexico, Ohio, Oregon, Rhode Island, Vermont, Teksas, Virginia, Wisconsin, Kuzey Dakota, Colorado, Maryland, Nevada, New York, Kuzey Carolina, Güney Dakota ve Tennessee'dir (Shazmin vd., 2016: 538-543).

<sup>4</sup> Karbon vergisi Pigoucu bir vergidir. Pigoucu vergi çevreyi kirleten firmaların neden oldukları sosyal maliyetin firmalar tarafından içselleştirilmesi amacıyla uygulanmaktadır (Savaşan, 2013:203).



AB üyesi ülkeler, geleneksel yakıtların vergilendirilmesi konusunda öncülük etmektedirler. 1997 yılında imzalanan Kyoto Protokolü çerçevesinde küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle mücadele amacıyla petrol ve türevleri üzerine vergi koyan ülkeler; Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, Almanya, Macaristan, Yeni Zelanda, Norveç, İspanya, İsveç ve Birleşik Krallık'tır. Danimarka, Kyoto Protokolü öncesinde bir karbondioksit vergisi uygulamıştır (Clement vd., 2005: 16). Birleşik Krallık'ta, 01.04.2011 tarihinden bu yana *Climate Change Levy* (CCL) adı verilen bir karbon vergisi uygulanmaktadır. Hollanda'da ise, *Regular Energy Tax* veya *Ecotax* adı verilen karbon vergisi 1997 yılından bu yana uygulanmaktadır (Cansino vd., 2010:6005-6006).

### **3.2. Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Yönelik Teşviklerin Etkileri**

YE'nin teşvikine yönelik literatür incelendiği zaman karşımıza vergi dışı teşvikler ve vergisel teşvikler olmak üzere iki ayrı teşvik grubu çıkmaktadır. Literatürde ağırlıklı olarak vergi dışı teşviklere odaklanılmıştır (Çelikkaya, 2017b:54).

#### **3.2.1. Vergi Dışı Teşviklerin Etkilerine İlişkin Akademik Çalışmalar**

Vergi dışı teşvikler, TG, YPS, net ölçüm, ihale sistemi, hibe ve kredilerden oluşmaktadır (Çelikkaya, 2017b:54). Literatür, TG ve YPS'nin tasarımı, etkinliği ve iki politikanın birbiri ile karşılaştırmasına odaklanmış olup, çalışmalar genellikle örnek olay analizi şeklinde yapılmıştır. Literatüre göre, YE teknolojilerine yönelik yatırımları artırma konusunda TG etkili bir teşvik mekanizması olup bu teşvik mekanizmasının diğer mekanizmalardan üstün olan yanları;

- YE yatırım maliyetlerini azaltıyor olması,
- İdari maliyetlerin düşük olması,
- Kredi desteği bulmayı kolaylaştırması,
- Ulusal ve uluslararası sermayeyi bu yatırımlara yönlendirmesi,
- SFTG modeli ve ÖYİATG modelinin tüketiciler üzerindeki finansman yükünü hafifletiyor olması,
- SFTG modelinin uzun vadeli gelir güvencesi sunması,

- PFTG modelinin piyasaya entegrasyonu kolaylaştırması ve elektriğin perakende fiyatının yükseldiği dönemlerde yatırımcıların gelirini artırıyor olması,
- YE teknolojilerinin geleneksel enerji teknolojileri ile rekabet gücünü artırarak YE teknolojilerine yönelik yatırımları artırması şeklinde sıralanabilir. TG'nin zayıf olan yanı ise sunduğu gelir güvencesi ile yatırımcıları teknoloji ve süreç iyileştirmelerinden uzaklaştırıyor olmasıdır.

Tablo 3.7'de TG'ye ilişkin çalışmaların örnekleme, yöntemi, amacı ve bulguları özetlenmiştir. Mabee vd. (2012), Schallenberg Rodriguez ve Haas (2012), Rickerson vd. (2013) ve Leepa ve Unfried (2013) tarafından yapılan çalışmalar TG tasarımı konusuna odaklanmış olup, ilk üçü çalışmalarında örnek olay analizi yöntemine başvururken Leepa ve Unfried (2013) zaman serisi analizi yapmışlardır. Mabee vd. (2012), Ontario ve Almanya için TG tasarımlarını incelerken, Schallenberg Rodriguez ve Haas (2012) İspanya'daki sabit ve primli TG modellerini, Rickerson vd. (2013) Tanzanya için KET-TG'yi incelemişlerdir. Leepa ve Unfried (2013) ise yaptıkları çalışmada sabit, doğrusal olarak azalan ve FV panel fiyatlarındaki değişikliklerle ilgili TG olmak üzere üç alternatif TG tasarımı ele almışlardır.

Tablo 3.7'de yer almamakla birlikte Lesser ve Su (2008) ile Couture ve Gagnon (2010)'da TG'nin tasarımı konusunu ele almışlardır. Lesser ve Su (2008), kapasite ve piyasaya dayalı iki parçalı TG önerirken, Couture ve Gagnon (2010) piyasa fiyatından bağımsız dört TG modeli ile piyasa fiyatına bağımlı üç TG modeli önermişlerdir. Piyasa fiyatından bağımsız TG modelleri SFTG modeli, enflasyona ayarlı TG modeli, ÖYİATG modeli ve SPATG modelidir. Piyasa fiyatına bağımlı TG modelleri ise PFTG modeli, DPG modeli ve EPFY modelidir.

Rigter ve Vidican (2010), Çin için yaptıkları örnek olay analizinde TG'nin maliyetleri düşürdüğü sonucuna varırken, Alagappan vd. (2011) piyasa yapısı, TG mevcudiyeti, iletim planlaması ve iletim ara bağlantı maliyetleri farklı on dört ekonomi için tanımlayıcı istatistikler kullanarak gerçekleştirdikleri analizde yüksek TG'nin YE kapasite gelişiminde yüksek maliyetli ancak, etkin bir yol olduğu sonucuna varmışlardır. Proença ve St. Aubyn (2013) ise Portekiz için

hesaplanabilir genel denge modeli kullanarak yaptıkları analizde TG'nin etkili ve maliyet etkin bir teşvik olduğu sonucuna varmışlardır (Tablo 3.7).

TG'nin YE teknolojileri bazında etkinliğini ele alan çalışmalar Jenner (2012) ve Jenner vd. (2013) tarafından sabit etkiler regresyon modeli kullanılarak 26 AB ülkesi için yapılmıştır. Jenner (2012), 1990-2010 dönemi için TG'nin biyokütle, jeotermal, güneş FV'den elektrik üretimini etkin bir şekilde desteklediği, ancak karasal rüzgârdan elektrik üretiminde aynı durumun söz konusu olmadığı sonucuna varmıştır. Jenner vd. (2013) ise 1992-2008 dönemi için yaptıkları çalışmada TG'nin hem FV hem de karasal rüzgâr enerjisi kurulumunda etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

**Tablo 3.7: Tarife Garantisine Yönelik Çalışmalar**

Çalışmayı Yapan-Yapıldığı Tarih	Çalışmanın Örnekleme ve Yöntemi	Çalışmanın Amacı ve Sonucu
Gan vd. (2007)	Almanya, Hollanda, İsveç ve ABD  Örnek Olay Analizi	YE'den elektrik üretimi için uygulanan politikalar karşılaştırılmıştır.
		Almanya istikrarlı bir politikayla başarıyı yakalarken, Hollanda ve İsveç'te istikrarsız politikalar nedeniyle gelişim yavaş olmuş, ABD'de ise politikalar eyalet düzeyinde uygulanmıştır. TG'yi düşük idari maliyeti nedeniyle yatırımcı ve üreticiler için cazip bir politika olarak görmüş ve politika araçlarının sayısındaki artışın yönetim maliyetlerini artıracakını ifade etmişlerdir.
Rigter ve Vidican (2010)	Çin  Örnek Olay Analizi	Çin'in konut ve küçük ölçekli FV tesisi kurulumunda TG ile maliyet ilişkisi ele alınmıştır.
		Çin'de TG uygulamasıyla 2005'ten itibaren maliyetler hızla düşmüştür. Teknolojide yaşanan gelişmelerin FV için maliyetleri zaman içerisinde düşürmesi beklenmektedir.
Alagappan vd. (2011)	Kanada, Bazı ABD Eyaletleri, Avrupa Ülkeleri  2010  Tanımlayıcı İstatistikler	Piyasa yapısı, TG mevcudiyeti, iletim planlaması ve iletim ara bağlantı maliyetlerinin farklı olduğu 14 ekonomide YE kapasite gelişimi incelenmiştir.
		YE kapasite gelişiminde yüksek maliyetli ancak etkin olan formül yüksek TG, kolay iletim erişimi, düşük iletim ücretleri biçimindedir.  Piyasanın yeniden yapılandırılmasının kapasite gelişiminde temel etmen olmadığı görülmüştür.

**Tablo 3.7: Tarife Garantisine Yönelik Çalışmalar (Devam)**

<b>Çalışmayı Yapan-Yapıldığı Tarih</b>	<b>Çalışmanın Örnekleme ve Yöntemi</b>	<b>Çalışmanın Amacı ve Sonucu</b>
Jenner (2012)	26 AB Ülkesi  1990-2010  Sabit Etkiler Regresyon Modeli	TG'nin biyokütle, jeotermal, güneş FV ve karasal rüzgârdan yıllık elektrik üretimi konusunda etkin bir politika olup olmadığı ele alınmıştır.
		TG biyokütle, jeotermal ve güneş FV'den elektrik üretimini etkin bir şekilde desteklerken karasal rüzgârdan elektrik üretimiyle arasında bir ilişki bulunamamıştır.
Mabee vd. (2012)	Ontario (Kanada) ve Almanya  Örnek Olay Analizi	Ontario ve Almanya'da tasarlanan TG modelleri mukayese edilmiştir.
		İki TG'de YE teknolojilerinin çoğunda benzer oranlarda uygulanmıştır. Farkları; Almanya'nın yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretim portföyünün Ontario'ya kıyasla daha dengeli olması, Almanya'da FV enerjisine sağlanan desteğin Ontario'ya sağlanan desteğin altında olması, Ontario'da destekleyici/tamamlayıcı politika bulunmaması, Almanya'nın TG'sinin proje ölçeğinde daha fazla farklılaşmaya başlamasıdır.
Schallenberg Rodriguez ve Haas (2012)	İspanya  Örnek Olay Analizi	İspanya'da aynı anda uygulanmakta olan SFTG ve PFTG'nin karşılaştırması yapılmıştır.
		SFTG'nin tüketiciler üzerinde doğrudan yükünün daha az olduğu ve yatırımcılar açısından daha güvenilir bulunduğunu ifade etmişlerdir.  PFTG'nin ise elektrik piyasasına entegre bir sistem olduğunu ancak elektrik fiyatlarının İspanya'da 2005 ve 2006'da olduğu gibi hızlı bir şekilde yükseldiği dönemlerde ödemelerin yüksek düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun önüne geçmek için prim sistemine bir alt ve üst limit uygulanmıştır.  Geçiş dönemi haricinde iki politikanın idari ve toplumsal maliyetleri nedeniyle birlikte uygulanmaması savunulmuştur.
Rickerson vd. (2013)	Tanzanya  Örnek Olay Analizi	Küresel Enerji Transferi Tarife Garantisi (KET-TG) adı verilen mekanizma ile gelişmekte olan ülkelerde yüksek olan YE potansiyeli için küresel desteği keşfeden politika Tanzanya örneği için incelenmiştir.
		KET-TG; YE gelişimini destekleme, enerjiye erişim imkânını artırma, düşük karbonlu üretim portföyünü genişletme, ulusal ve uluslararası sermayeyi bu yatırımları yapmaya yönlendirme, kredi desteği bulmayı kolaylaştırma konularında etkili olacaktır.  KET-TG'nin çeşitli kanallardan yönetilmesi ve finanse edilmesi şeklinde esnek bir uygulama amaçlanmıştır.

**Tablo 3.7: Tarife Garantisine Yönelik Çalışmalar (Devam)**

<b>Çalışmayı Yapan-Yapıldığı Tarih</b>	<b>Çalışmanın Örnekleme ve Yöntemi</b>	<b>Çalışmanın Amacı ve Sonucu</b>
Jenner vd. (2013)	26 AB Ülkesi 1992-2008 Sabit Etkiler Regresyon Modeli	FV ve karasal rüzgâr enerjisi kapasite gelişiminde TG'nin etkinliği ele alınmıştır.
		FV ve karasal rüzgâr enerjisi kapasite gelişiminde TG'nin etkili olduğu görülmüştür.
Leepa ve Unfried (2013)	Almanya 01.01.2009 30.01.2011 Arası Dönem İçin Haftalık Veriler Zaman Serisi Analizi	Sabit, doğrusal olarak azalan ve FV panel fiyatlarındaki değişikliklerle ilgili TG olmak üzere üç alternatif TG tasarlamışlar ve TG'lerin yatırım davranışları üzerindeki etkisini analiz etmişlerdir.
		SFTG potansiyel yatırımcılara uzun vadeli planlama güvenliği sağlarken, ÖYİATG tüketicinin yükünü hafifletmektedir. Panel fiyatına bağlı olan ise her iki durumu da garanti etmektedir. ÖYİATG ve panel fiyatlarına bağlı olan model FV kurulum hedeflerini karşılayacak kadar yatırım hacmi yaratmaktadır.
Proença ve St. Aubyn (2013)	Portekiz Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	Portekiz'in 2010 için yüzde 45 YE hedefine TG uygulayarak erişip erişemediği ve TG'nin çevresel etkileri ele alınmıştır.
		TG YE'den elektrik üretimini artırmış ve Portekiz'in 2010 hedefine erişmesi için etkili ve maliyet etkin bir yol olmuştur. Çevresel açıdan ise yüksek karbonlu fosil yakıt teknolojilerinin yerini alan yenilenebilir teknolojiler karbondioksit emisyonunu azaltmıştır.
Gültekin ve Uğur (2019)	OECD Ülkeleri 2000-2015 Panel Veri Analizi	OECD ülkelerindeki YE tüketiminin makroekonomik belirleyicilerini rüzgâr enerjisi teknolojisi için analiz etmişlerdir.
		Avustralya, Fransa, Japonya ve Türkiye için hükümet etkinliğinden rüzgâr enerjisine doğru anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca Avustralya, Kanada, Türkiye, Danimarka ve Almanya için kişi başına enerji tüketiminin anlamlı bir belirleyici olduğu tespit edilmiştir. Hükümet etkinliği ve kişi başına enerji tüketiminin Türkiye için anlamlı bir belirleyici olması etkili ve istikrarlı politikaların başarılı bir sonuç elde etmede önemli dinamikler olduğunu ortaya koymuştur. Türkiye'nin net ölçüm, YES gibi vergi dışı teşvikler ile yatırım ve üretim vergi kredisi gibi vergisel teşvikleri bir an önce uygulaması önerilmiştir.

YPS'nin zayıf yanı, uygulandığı dönemde elektrik fiyatlarının bir miktar yükseliyor olmasıdır. YE teknolojilerine yönelik yatırımları artırma konusunda YPS, etkili bir teşvik mekanizması olup bu teşvik mekanizmasının diğer mekanizmalardan üstün olan yanları aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Üreticiler arasındaki rekabeti artırıyor olması,
- Maliyetleri düşürme konusunda üreticileri teşvik etmesi,
- Üreticilere alternatif YE teknolojileri arasında seçim yapma imkânı sunmasının mekanizmayı esnek hale getirmesi,
- Hükümetlerin idari ve finansal maliyetlerinin az olması

Tablo 3.8'de YPS'ye ilişkin literatür, örneklem, yöntem, amaç ve bulgular yönünden ele alınmıştır. Berry ve Jaccard (2001), örnek olay analizi ile anket uyguladıkları çalışmalarında YPS'nin tasarım farklılıkları, avantajları ve ilave bir politikaya ihtiyaç duyulup duyulmadığı konularını incelemişlerdir. Morthorst (2000) ise Danimarka'da yeşil sertifika piyasasının yapısını incelemek için örnek olay analizi yapmıştır.

Langniss ve Wiser (2003), Carley (2009), Yin ve Powers (2010) ve Joshi (2017) YPS'nin etkinliği konusunda ABD eyaletleri için çalışma yapmışlardır. Bu çalışmalardan Langniss ve Wiser (2003) dışındakiler sabit etkiler regresyon modeli kullanmışlardır. Langniss ve Wiser (2003)'in yöntem olarak örnek olay analizinden yararlandıkları çalışmada YPS'nin Teksas'ta YE kapasitesini artırdığı bulgusunu elde etmişlerdir. Carley (2009) YPS'nin YE üretim yüzdesini toplam enerji üretimi içerisinde önemli ölçüde değiştirmedığı bulgusunu elde ederken, Yin ve Powers (2010), farklı tasarım özellikleri için geliştirdikleri etkinlik ölçütünü kullanmaları halinde YPS'nin yenilenebilir elektrik üretimini olumlu yönde etkilediğini ifade etmişlerdir. Joshi (2017), YPS'nin toplam YE kapasitesini artırdığı, kaynak bazında güneş ve rüzgârı pozitif yönlü etkilediğini ancak biyokütle ve jeotermal için sonuçların anlamsız çıktığını tespit etmiştir (Tablo 3.8).

Espey (2001), örnek olay analizine dayalı çalışmasında YPS'nin piyasa katılımcıları üzerindeki etkisini ele alırken, Huang vd. (2007), lojistik modele dayalı çalışmada YPS'nin benimsenmesini etkileyen faktörleri ele almışlardır.

Palmer ve Burtraw (2005) ile Kydes (2007) çalışmalarında aşağıdan yukarıya enerji modelinden yararlanmışlardır. Palmer ve Burtraw (2005), YPS'nin elektrik fiyatını artırırken karbon emisyonunu azalttığını tespit etmiş ve yüzde 15 ve altındaki hedefler için YPS maliyetinin düşük, yüzde 20 ve daha yukarısındaki hedefler için oldukça yüksek olduğunu saptamışlardır. Kydes (2007) ise ABD enerji piyasalarının 2020 yılı için yüzde 20 hidro olmayan YPS hedefinin gerçekleşmesinin etkilerini ele almıştır (Tablo 3.8).

**Tablo 3.8: Yenilenebilir Portföy Standardına Yönelik Çalışmalar**

Çalışmayı Yapan-Yapıldığı Tarih	Çalışmanın Örnekleme ve Yöntemi	Çalışmanın Amacı ve Sonucu
Morthorst (2000)	Danimarka Örnek Olay Analizi	Danimarka'daki yeşil sertifika piyasası incelenmiştir.
		Piyasa ulusal düzeyde uygulanmakta ve özellikle rüzgâr açısından fiyatlar değişkenlik göstermektedir.
Espey (2001)	Bazı ABD Eyaletleri, Hollanda, Danimarka ve Birleşik Krallık Örnek Olay Analizi	YPS'nin piyasa katılımcıları üzerindeki etkisi ele alınmıştır. Üreticiler ve yenilenebilir teknoloji geliştiricileri için rekabet artmakta, alternatifler arasında seçim yapma imkânı bulunmaktadır. Hükümetler açısından harcamalar azalmaktadır. Uluslararası kuruluşlar açısından ise YPS kapsamında uygulanan ulusal ticaret sistemi uluslararası emisyon ticareti sistemine zemin hazırlamaktadır.
Berry ve Jaccard (2001)	Avustralya, Bazı ABD Eyaletleri ve Avrupa Ülkeleri Örnek Olay Analizi ve Saha Araştırması Veri Toplama Yöntemi Olan Anket	YPS'nin tasarımı ve uygulanması ele alınmıştır. ABD ve Avustralya'ya kıyasla Avrupa'da YPS'nin uygulanmasında hükümetin rolü daha fazladır. YPS ağırlıklı olarak üreticiye yönelik bir teşvik olup birtakım farklı destekleyici politikalarla beraber uygulanmalıdır. YPS'nin avantajları maliyetleri düşürme konusunda sürekli bir teşvik sağlaması, çevresel açıdan olumlu etkiler ile hükümetin idari ve finansal açıdan yükümlülüklerini hafifletmesidir.

**Tablo 3.8: Yenilenebilir Portföy Standardına Yönelik Çalışmalar (Devam)**

Çalışmayı Yapan-Yapıldığı Tarih	Çalışmanın Örnekleme ve Yöntemi	Çalışmanın Amacı ve Sonucu
Langniss ve Wisser (2003)	Teksas Örnek Olay Analizi	Teksas'ta YPS'nin YE'ye etkisi ele alınmıştır.
		YPS'nin YE kaynaklarının geliştirilmesinde teşvik edici bir rolü olduğu, hatta 2001 yılı sonunda ilk YPS hedefinin 915 MW rüzgâr kapasitesi aşıldığı gözlemlenmiştir. İyi tasarlanmış bir YPS'nin minimum maliyetli, esnek ve etkili bir destek mekanizması olacağı sonucuna varılmıştır.
Palmer ve Burtraw (2005)	ABD Eyaletleri Aşağıdan Yukarıya Enerji Modeli	YPS politika farklılıkları modellenmiş ve YPS politikalarının elektrik fiyatları, kaynak dağılım portföyleri ve karbon emisyonu üzerindeki etkileri ele alınmıştır.
		YPS elektrik fiyatlarını yükseltirken karbon emisyonunu azaltmıştır. Yüzde 15 ve altındaki hedefler için YPS maliyeti düşüken yüzde 20 ve daha yukarısındaki hedefler için oldukça yüksek bulunmuştur.
Ringel (2006)	AB Ülkeleri Örnek Olay Analizi	YE kullanımını teşvik etmek için uygulanan TG ve yeşil sertifika modelleri ele alınmıştır.
		TG ve yeşil sertifika modelleri YE üretim payını artırmıştır. TG'den yeşil sertifika modeline doğru bir geçiş tespit edilmiştir.
Kydes (2007)	ABD Aşağıdan Yukarıya Enerji Modeli	ABD enerji piyasalarında 2020 yılı için belirlenmiş yüzde 20 hidro olmayan YPS hedefinin gerçekleşmesi halindeki etkileri ele alınmıştır.
		2020'ye kadar uygulanacak politika neticesinde YE üretim teknolojisinin yaygınlaşacağı, azot oksit emisyonlarının yüzde 6, civanın yüzde 4, karbondioksit salınımının da yaklaşık yüzde 16.5 azalacağı, elektrik fiyatlarının yaklaşık yüzde 3 artacağı, elektrik sektörüne maliyetin 35-60 milyar dolar arasında artabileceği tahmin edilmiştir.
Huang vd. (2007)	ABD Eyaletleri Lojistik Model	YPS'nin benimsenmesini etkileyen faktörler araştırılmıştır.
		Siyasi parti egemenliği, gayrisafî hâsıla, nüfus büyüme oranı ve takip edilen eğitimin YPS'nin benimsenmesinde pozitif etkileri olduğu tespit edilmiştir. Doğal kaynak harcamalarının ise eyaletlerin YPS'yi benimsemesinde negatif etkisi olduğu görülmüştür.



**Tablo 3.8: Yenilenebilir Portföy Standardına Yönelik Çalışmalar (Devam)**

Çalışmayı Yapan-Yapıldığı Tarih	Çalışmanın Örnekleme ve Yöntemi	Çalışmanın Amacı ve Sonucu
Butler ve Neuhoff (2008)	İngiltere ve Almanya Örnek Olay Analizi	TG ve yenilenebilir yükümlülük sertifikası mekanizmaları karşılaştırılmıştır.
		TG'nin rüzgâr enerjisi geliştirmede yenilenebilir yükümlülük sertifikasından daha etkili olduğu ve Almanya'nın İngiltere kadar iyi bir rüzgâr kaynağına sahip olması durumunda, Almanya'nın daha fazla santrale sahip olabileceği sonucuna varılmıştır.
Carley (2009)	48 ABD Eyaleti 1998-2006 Sabit Etkiler Regresyon Modeli	YPS uygulaması neticesinde eyalet YE üretim yüzdesinin toplam enerji üretiminde herhangi bir değişim yaratıp yaratmadığı ele alınmıştır.
		YPS uygulaması neticesinde YE üretim yüzdesinin toplam enerji üretim karması içerisinde önemli bir paya sahip olmadığı görülmüştür.
Yin ve Powers (2010)	50 ABD Eyaleti 1993-2006 Sabit Etkiler Regresyon Modeli	YPS için farklı tasarım özelliklerini kapsayacak şekilde geliştirdikleri yeni etkinlik ölçütünü kullanarak, YPS ve yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi ilişkisini analiz etmişlerdir.
		Yeni ölçütün kullanılması halinde YPS'nin, eyaletlerin yenilenebilir elektrik üretimi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu, yeni ölçütün kullanılmaması halindeyse elde edilen sonucun maskelendiğini ifade etmişlerdir.
Tamás vd. (2010)	Birleşik Krallık Örnek Olay Analizi	TG şemaları ve ticareti yapılabilir yeşil sertifika şemaları incelenmiştir.
		Piyasalarda mükemmel rekabet varsa TG ve sertifika fiyatının aynı olacağı, piyasalar kusurlu olduğundaysa farklı olacağı ifade edilmiştir. YE arzını desteklemek ve teşvik etmek için sertifika programları piyasa mekanizmasına güvenirken, TG kamu desteğine güvenmektedir. Ayrıca TG'nin olumsuz yanının çevresel hasarın maliyetinin üstlenilmemesi olduğu belirtilmiştir.
Dong (2012)	53 Ülke 2005-2009 Sabit Etkiler Regresyon Modeli	Rüzgâr kapasitesinin geliştirilmesinde TG ve YPS'nin etkinliği ele alınmıştır.
		Rüzgâr kapasitesini TG'nin YPS'ye göre yaklaşık 1.800 MW'lık bir büyüklükte, daha fazla artırdığı sonucuna varılmıştır. Zaman değişkeninin göz önüne alınması halinde fark 2.000 MW'a kadar çıkmıştır.

**Tablo 3.8: Yenilenebilir Portföy Standardına Yönelik Çalışmalar (Devam)**

Çalışmayı Yapan-Yapıldığı Tarih	Çalışmanın Örnekleme ve Yöntemi	Çalışmanın Amacı ve Sonucu
Brolund ve Lundmark (2013)	14 OECD Ülkesi 1978-2009 Negatif Binominal Model	Çeşitli YE politikalarının biyoenerji alanındaki yenilikleri etkileyip etkilemediği ele alınmıştır.
		TG ve belirli yatırım destek programlarının biyoenerjiye yönelik inovasyonda anlamlı ve olumlu bir etkiye sahip olduğu, YE kotalarının ise önemli bir etkiye sahip olmadığı sonucuna varılmıştır.
Joshi (2017)	47 ABD Eyaleti 1990-2014 Sabit Etkiler Regresyon Modeli	YPS'nin YE kapasite gelişimi üzerindeki etkisini incelemiştir.
		YPS toplam yenilenebilir kapasiteyi 194 MW artırmıştır. YE kaynakları için sonuçlar birbirinden farklı çıkmıştır. YPS güneş ve rüzgâr kapasitesini pozitif yönlü etkilerken, biyokütle ve jeotermal için sonuçlar istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır.

TG'ye ilişkin çalışmalar, genellikle AB ülkeleri için yapılmış iken YPS'ye ilişkin çalışmaların, genellikle ABD eyaletlerine odaklanmış olduğu göze çarpmaktadır. Bu durumun sebebi TG, AB üyesi ülkelerde temel teşvik politikası (Çelikkaya, 2017a:5) iken YPS'nin ABD eyaletlerinde yoğun bir şekilde uygulanmasıdır. Tablo 3.8'de, TG ve YPS'yi karşılaştıran çalışmalar Ringel (2006), Butler ve Neuhoff (2008), Tamás vd. (2010), Dong (2012) ve Brolund ve Lundmark (2013) tarafından yapılmıştır. Ringel (2006), hem TG hem de yeşil sertifikanın YE üretimini artırdığını ve TG'den yeşil sertifikaya doğru bir geçişin olduğunu ifade ederken Butler ve Neuhoff (2008) ve Dong (2012), rüzgâr kapasitesini geliştirmede TG'nin YPS'den daha iyi olduğu sonucuna varmışlardır. Brolund ve Lundmark (2013) ise TG'nin biyokütleyle yönelik inovasyonda etkili olduğu ancak YE kotalarının önemli bir etkisi olmadığını tespit etmişlerdir.

### 3.2.2. Vergi Teşviklerinin ve Diğer Teşviklerin Etkilerine İlişkin Akademik Çalışmalar

Vergi teşvikleri, vergi dışı teşviklere tamamlayıcı bir nitelik taşımaktadır (Çelikkaya, 2017b:54). Literatüre göre YE teknolojilerine yönelik yatırımları artırma konusunda vergi teşvikleri, etkili mekanizmalardır. Tablo 3.19'da vergi teşviklerine ilişkin literatür örneklem, yöntem, amaç ve bulgular yönünden ele

alınmıştır. Kahn ve Goldman (1987), Barradale (2008), Pablo-Romero vd. (2013) ve Abolhosseini ve Heshmati (2014) çalışmalarında örnek olay analizinden yararlanmışlardır.

Kahn ve Goldman (1987), enerji vergi kredilerinin kaldırılmasının rüzgâr türbini, küçük hidro, jeotermal ve odun ateşli elektriği olumsuz yönde etkileyeceği sonucuna varırken, Barradale (2008), federal vergi teşviklerinin kısa vadeli yenileme ve sona ermesiyle bağlantılı rüzgâr yatırımlarının patlama ve duraklama döngüsü izlediğini, Abolhosseini ve Heshmati (2014) ise YE teknolojilerinin teşvikinde vergi kredilerinin küçük yatırımcılara sağladığı nakit temin nedeniyle etkili olduğu bulgusunu elde etmişlerdir. Hassett ve Metcalf (1995), yaptıkları panel veri analizinde vergi fiyatındaki yüzde 10'luk bir değişimin yatırım yapma olasılığını yüzde 24 artırdığı sonucuna varmışlardır (Tablo 3.9).

**Tablo 3.9: Vergi Teşvikine Yönelik Çalışmalar**

Çalışmayı Yapan-Yapıldığı Tarih	Çalışmanın Örnekleme ve Yöntemi	Çalışmanın Amacı ve Sonucu
Kahn ve Goldman (1987)	ABD Örnek Olay Analizi	YE ve kojenerasyon projesinin (elektrik ve ısı enerjisinin birlikte üretilmesi) ABD federal vergi kanunlarındaki değişikliklere özellikle de 1985'te Başkan Reagan tarafından önerilen reforma duyarlılığı incelenmiştir.
		Enerji vergi kredilerinin kaldırılmasıyla rüzgâr türbinleri ve küçük hidro en çarpıcı şekilde etkilenirken jeotermal ve odun ateşli elektrikte de yüksek getiri ortadan kalkmıştır. Ayrıca iç verim oranı düşmüş ve sermaye yoğunluğu daha düşük olan kojenerasyon projeleri bu durumdan en az hasarla kurtulmuştur.
Hassett ve Metcalf (1995)	ABD 1979-1981 Panel Veri Analizi	Konut koruma yatırımlarını teşvik etmek için hükümet vergi politikalarının etkisini ölçmüşlerdir.
		Enerji yatırımı için vergi fiyatında yüzde 10'luk bir değişim, yatırım yapma olasılığında yüzde 24'lük bir artışa yol açmıştır.
Barradale (2008)	ABD Stratejik Müzakereler Modeli ve Örnek Olay Analizi	Federal vergi teşviklerine yönelik yenilenme belirsizliğinin, rüzgâr santrali yatırımlarına etkisi ele alınmıştır.
		Federal vergi teşviklerinin kısa vadeli yenileme ve sona erme döngüsüyle bağlantılı olarak rüzgâr yatırımları patlama ve duraklama döngüsü izlemektedir.

**Tablo 3.9: Vergi Teşvikine Yönelik Çalışmalar (Devam)**

Çalışmayı Yapan-Yapıldığı Tarih	Çalışmanın Örnekleme ve Yöntemi	Çalışmanın Amacı ve Sonucu
Lehmann (2013)	Elektrik Sektörü Kısmi Denge Modeli	TG ve emisyon vergisi politikaları ele alınmıştır.
		Optimal düzeyde bir vergi oranı pigovian seviyenin altında, fosil yakıtlar arasında farklılaşan ve teknolojiler olgunlaştıkça sürekli olarak uyarlanan bir yapıya sahip olmalıdır. Bir iklim politika karması, gelir nötr TG ile etkin bir şekilde dizayn edilecektir. TG’de, tarife elektrik fiyatı değiştiğinde uyarlanmalıdır.
Pablo-Romero vd. (2013)	İspanya Örnek Olay Analizi	Düşük sıcaklıklı güneş termal enerjisinin teşvik edilmesine yönelik politikalar incelenmiştir.
		İnşaatlarda güneş enerjisi kullanımını mecburi kılan kanuni düzenlemeler, vergi teşvikleri, hibeler ve uygun finansman yöntemleri gibi teşvikler yetersiz kalmış, farklı uyarılara ihtiyaç duyulmuştur. Ayrıca bu teşvikler sisteme ulusal düzeyde bir karışıklık getirmiştir.
Crago ve Chernyakhovskiy (2014)	12 ABD Eyaleti ve Kolombiya Bölgesi 2005-2012 Panel Veri Çalışması	Konut FV enerjisinin kapasitesini artırma konusunda eyalet teşvik politikalarının etkinliği araştırılmıştır.
		Vergi teşvikleri ve indirimleri, güneşe özgü standartlar, nakit indirimler ve kredi finansmanı programları konut FV kapasitesini artırmada etkiliyken, YPS’nin ise kapasite artışı sağlayabilmesi için güneşe özgü standartlar ile beraber uygulanması gerekmiştir.
Abolhosseini ve Heshmati (2014)	AB Örnek Olay Analizi	YE teknolojilerinin teşvikine yönelik politikaları incelemişlerdir.
		TG ve YPS karşılaştırmasında düşük riskli olan politika TG iken, piyasa odaklı olan YPS’dir. YE belirli bir seviyeye erişene kadar TG daha etkin iken, belli bir seviyeye eriştikten sonra YPS daha etkindir. Avrupa’da TG sistemi kurulduğu için YPS gelişmemiştir. Vergi kredileriyle küçük yatırımcılara nakit temini sağladığı için etkili bulunmuştur.
Vasseur (2016)	ABD Eyaletleri 1970-2012 Poisson Regresyon Analizi	YE üretimini teşvik etmek için uygulanan vergi teşvikleri ve düzenleyici emirler ele alınmıştır.
		Vergi teşvikleri ve düzenleyici emirler birbiriyle ilgisiz politikalar değildir. Bir türden politikanın benimsenmesi diğerinin benimsenme olasılığını azaltmamıştır. Benimsenen her bir vergi teşviki için düzenleyici emir benimseyen eyalet sayısıysa hayli fazladır.

Crago ve Chernyakhovskiy (2014), yaptıkları panel veri analizinde vergi teşviklerinin konut FV kapasitesini artırmada etkili olduğu sonucuna varırken Pablo-Romero vd. (2013), vergi teşviklerinin düşük sıcaklıklı güneş enerjisini yeterince teşvik edemediğini saptamışlardır. Lehmann (2013), elektrik sektöründe kısmi denge modeli kullandığı analizde TG ve emisyon vergisini ele alırken Vasseur (2016), Poisson regresyon analizinden yararlandığı çalışmada vergi teşvikleri ve düzenleyici emirleri ele almıştır (Tablo 3.9).

**Tablo 3.10: Diğer Teşviklere Yönelik Çalışmalar**

Çalışmayı Yapan - Yapıldığı Tarih	Çalışmanın Örnekleme ve Yöntemi	Çalışmanın Amacı ve Sonucu
Menanteau vd. (2003)	Almanya, İspanya, Danimarka, Birleşik Krallık, İrlanda, Fransa Örnek Olay Analizi	Fiyat temelli yaklaşımlar (TG) ve ihale sistemi kurulu kapasite açısından karşılaştırılmıştır.
		Kurulu kapasiteler açısından TG sistemi ihale sisteminden daha verimli bulunmuştur. Ancak TG'nin üreticilere belli bir fiyatı garanti etmesi yeniliği teşvik etmemiştir.
Menz ve Vachon (2006)	39 ABD Eyaleti 1998-2003 OLS Yöntemi	Rüzgâr enerjisinin teşvik edilmesinde belli politikaların etkisi analiz edilmiştir.
		YPS ve zorunlu YE seçenekleri rüzgâr enerjisinin gelişimi üzerinde pozitif, rekabetçi elektrik piyasaları ve gönüllü YE seçenekleri negatif yönlü bir etki yaratmıştır. Kamu yararına fonların ise istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi tespit edilememiştir.
Marques vd. (2010)	24 Avrupa Ülkesi 1990-2006 Sabit Etkiler Regresyon Modeli	EU2001 politikasındaki, politik ve sosyo-ekonomik bazı faktörlerin toplam birincil enerji kaynağı içerisinde YE'nin payına etkisini incelemiştir.
		Fosil yakıt endüstrisi lobisinin negatif bir itici güç olduğu, enerji bağımlılığı, enerji tüketimi, EU2001 Direktifinin ise pozitif bir itici güç olduğu ifade edilmiştir.
Shrimali ve Kniefel (2011)	50 ABD Eyaleti 1991-2007 Sabit Etkiler Regresyon Modeli	YE kaynaklarına yönelik eyalet politikalarının etkisi ele alınmıştır.
		YPS'nin kombine YE, rüzgâr ve biyokütle üzerindeki etkisi negatif; jeotermal ve güneş içinse etkisi pozitif bulunmuştur. Temiz enerji fonları ve zorunlu yeşil enerji politikalarının ise YE türlerinin yayılımını artırdığı tespit edilmiştir.

**Tablo 3.10: Diğer Teşviklere Yönelik Çalışmalar**

<b>Çalışmayı Yapan - Yapıldığı Tarih</b>	<b>Çalışmanın Örnekleme ve Yöntemi</b>	<b>Çalışmanın Amacı ve Sonucu</b>
Delmas ve Montes-Sancho (2011)	48 Eyalette 650 Elektrik Şirketi 1998-2007 Logit ve Tobit Model	YPS ve zorunlu yeşil enerji seçeneklerinin YE kapasitesi üzerindeki etkisi ve doğal kaynak varlığıyla politikaların etkinliği arasındaki ilişki incelenmiştir.
		YPS'nin yenilenebilir kapasite üzerinde etkisinin negatif, zorunlu YE'nin ise pozitif olduğu ve doğal kaynak varlığıyla politika etkinliği arasında ters yönlü bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir.
Prasad ve Munch (2012)	39 ABD Eyaleti 1997-2008 Sabit Etkiler Regresyon Modeli	Kamu yararı fonlarının uygulanmasının karbon emisyonu üzerindeki etkisini test etmişlerdir.
		Kamu yararı fonlarının uygulanması karbon emisyonunda önemli bir düşüşü de beraberinde getirmiştir.
Shrimali vd. (2012)	50 Eyalet 1990-2010 Sabit Etkiler Regresyon Modeli	YPS ve YE ile ilgili diğer bazı politikaların YE gelişimine etkisi analiz edilmiştir.
		YPS uygulaması ve net ölçüm ile YE gelişimi arasında negatif yönlü bir ilişki varken kamu yararı fonlarının istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi tespit edilememiştir.
Bolkesjø vd. (2014)	Birleşik Krallık İspanya, Almanya Fransa, İtalya 1990-2012 Sabit Etkiler Regresyon Modeli	İhale sistemi, TG ve YPS politikalarının karasal rüzgâr, güneş FV ve biyoenerji üretimi üzerindeki etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır.
		Yüksek TG, düşük maliyetler FV ve karasal rüzgâr enerjisinin üretimini önemli ölçüde artırmıştır. YPS biyoenerji üretiminin gelişmesinde pozitif bir etkiye sahiptir. İhale sistemi ise karasal rüzgâr enerjisi üretimi üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir.
Polzin vd. (2015)	Çeşitli OECD Ülkeleri 2000-2011 Panel Veri Çalışması	YE teknolojilerinin yayılmasında çeşitli politika araçlarının etkisini incelemişlerdir.
		Gelişimi tamamlanmamış teknolojiler için TG politikasının daha etkili olduğunu, gelişimini tamamlamış teknolojiler için YPS ve ticari izin sistemlerinin daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Uzun vadeli strateji planlama çerçevesi ise geleneksel yatırımcıları çekme konusunda etkili bir politikadır.

Tablo 3.10'da diğer teşvik türlerine ilişkin literatür örneklem, yöntem, amaç ve bulgular yönünden ele alınmıştır. Menz ve Vachon (2006), OLS yöntemiyle yaptıkları çalışmada YPS ve zorunlu YE seçeneklerinin rüzgâr enerjisi gelişimini pozitif yönde etkilediği, kamu yararına fonların istatistiksel olarak anlamlı bir

etkisinin olmadığı bulgusunu elde ederken Shrimali ve Kniefel (2011), sabit etkiler regresyon modeli kullanarak YPS'nin rüzgâr ve biyokütle üzerindeki etkisini negatif, jeotermal ve güneş üzerindeki etkisini pozitif bulmuşlardır. YE fonları ve zorunlu YE'nin ise YE türlerinin yayılımını artırdığı bulgusunu elde etmişlerdir.

Delmas ve Montes-Sancho (2011)'da logit ve tobit model kullanarak gerçekleştirdikleri analizde YPS ve zorunlu YE seçeneklerini ele almış ve YPS'nin yenilenebilir kapasitesi üzerinde etkisini negatif, zorunlu YE'nin etkisini ise pozitif bulmuştur. Shrimali vd. (2012) sabit etkiler regresyon modeli kullandıkları çalışmada YPS ve net ölçüm ile YE gelişimi arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu, kamu yararına fonlar ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadığı sonucuna varmışlardır. Prasad ve Munch (2012) ve Bolkesjø vd. (2014) çalışmalarında, sabit etkiler regresyon modelinden yararlanmışlardır. Bolkesjø vd. (2014), ihale sisteminin rüzgâr enerjisi üretiminde pozitif etkili olduğu sonucuna varırken Prasad ve Munch (2012), kamu yararına fonların karbon emisyonunu önemli ölçüde azalttığı sonucuna varmışlardır (Tablo 3.10).

#### **4. TÜRKİYE’NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİNE UYGULANAN TEŞVİKLER**

Sanayileşme ve nüfus artışına paralel olarak Türkiye’nin enerji ihtiyacı, her geçen yıl artış göstermekte ve bu ihtiyacın karşılanmasında ağırlıklı olarak fosil enerji kaynaklarına başvurulmaktadır (Akyüz, 2015:495). OECD üyesi ülkeler içerisinde Çin’den sonra enerji talebinin en hızlı artış gösterdiği ülke olan Türkiye (Karagöl vd., 2016:6), fosil enerji kaynakları yönünden zengin bir ülke olmayıp bu kaynakları ithalat yoluyla temin etmektedir (Akyüz, 2015:495).

Enerji ithalatında yıldan yıla yaşanan artış, ödemeler dengesini olumsuz olarak etkilemekte ve artan ithalat faturası dış ticaret dengesini negatif yönde etkileyen en önemli kalem haline gelmektedir (Demirtaş, 2013:8). Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) verilerine göre, 2019 yılı nisan ayı itibarıyla Türkiye’nin son beş yıllık cari işlemler hesabı ortalama 3.541 milyon ABD doları açık vermiştir. Türkiye’nin enerji hariç cari işlemler hesabı ise aynı dönem için 1.046 milyon ABD doları açık vermiştir.

Türkiye, enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü doğal gaz ve petrol ithalatından bir miktarını da taşkömürü ithalatından karşılamaktadır. Bu durum, Türkiye’yi petrol ve doğal gaz fiyatlarında yaşanan dalgalanmalara karşı kırılgan hale getirmekte (Demirtaş, 2013:7-8) ve ülkenin ekonomik ve siyasi anlamda yabancı ülkelere karşı bağımsız olarak hareket etmesini engellemektedir (Akyüz, 2015:497).

Türkiye’nin fosil enerji kaynakları yönünden zengin ülkelere komşu olması, ülke açısından bir avantaj olarak görülse de, Ortadoğu’da yaşanan siyasi istikrarsızlıklar, Rusya’nın enerji kaynaklarını siyasi amaçları için araç olarak kullanması ve Hazar Bölgesi’nde Rusya’nın etkisinin hala sürüyor olması gibi pek çok gerekçe Türkiye açısından bir dezavantaj oluşturmaktadır. Enerjinin zamanında, sürekli olarak, kaliteli, çevre dostu ve ekonomik bir şekilde tüketiciye iletilmesi anlamına gelen enerji arz güvenliği yaşanan tüm bu gelişmelerden olumsuz yönde etkilenmektedir (Erdoğan, 2016:19-33).

Fosil enerji kaynaklarının kullanımı, çevre açısından da birtakım olumsuzluklara neden olmaktadır (Akyüz, 2015:495). Türkiye’nin 2007 yılında



273 milyon ton olan karbondioksit emisyon salınımı, 2017 yılında 410,9 milyon tona ulaşmıştır (BP, 2018a:49). Karbondioksit emisyon salınımında yaşanan bu denli önemli artış, çevre sorunlarına karşı duyarlılığın her geçen yıl artış gösterdiği ülkede tepkilere neden olmaktadır. Enerjinin üretim, iletim ve tüketim aşamalarının her birinde karşılaşılan çevre sorunları fosil enerji kaynakları yerine YE kaynaklarının kullanımını sıklıkla gündeme getirmektedir. Türkiye'nin fosil enerji kaynaklarının sınırlı olması ve yakın zamanda tükenecek olması da, bu kaynaklar karşısında YE kaynaklarının önemini artırmaktadır (Kadioğlu ve Tellioglu, 1996:55).

Fosil enerji kaynaklarının, cari açığı artıran en önemli kalem olması, ülkeyi ekonomik ve siyasi açıdan yabancı ülkelere bağımlı hale getirmesi, enerji arz güvenliğini tehlikeye sokması, çevreye verdiği zarar ve ömrünün sınırlı olması gibi pek çok gerekçe Türkiye'yi yeni kaynak arayışına itmiştir. YE kaynaklarının, fosil enerji kaynaklarına kıyasla daha çevre dostu olması, yerli kaynak kullanımının cari açığı azaltması, enerji üretim portföyünde kaynak çeşitliliği yaratması, enerji arz güvenliğini artırması ve Türkiye'nin YE potansiyelinin yüksek olması gibi gerekçelerle bu kaynakların önemi gün geçtikçe artmaktadır (Akyüz, 2015:495). YE teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşması, yeni iş olanaklarının yaratılmasına da yardımcı olmaktadır (Öztürk, 2013:15).

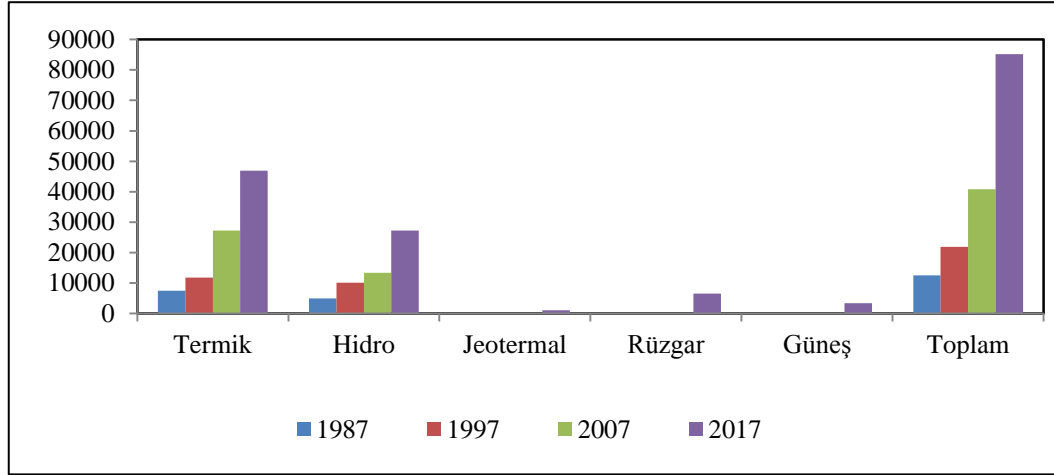
#### **4.1. Türkiye'nin Enerji Görünümü**

Türkiye'nin toplam kurulu enerji kapasitesi, 1987 yılında 12.495 MW iken 2017 yılında 72.705 MW artarak 85.200 MW'a ulaşmıştır. 2017 yılında, toplam kurulu kapasitenin 46.926 MW'lık kısmı termik santrallere ait iken yaklaşık 38.274 MW'lık kısmı YE santrallerine aittir. Yani kurulu kapasitenin yüzde 50'sinden fazlası termik santrallere aittir. 1987 yılında YE'nin toplam kurulu kapasitesi yaklaşık 5.021 MW, 1997 yılında 10.120 MW, 2007 yılında 13.564 MW ve 2017 yılında 38.274 MW'dir. YE teknolojilerinin kurulu kapasitesi son 10 yıl içerisinde önemli bir artış göstermiştir (Grafik 4.1).

1987 yılından 2017 yılına kadar olan süreçte, YE teknolojileri arasında kurulu kapasite bakımından en yüksek paya sahip olanı hidro enerjidir. 2017 yılında rüzgâr enerjisi kurulu kapasitesi, 6.516 MW, güneş enerjisi kurulu kapasitesi ise yaklaşık 3.421 MW'dir. Jeotermal enerjinin kurulu kapasitesi 1987

ve 1997 yıllarında 17.5 MW iken 2017 yılına gelindiğinde yaklaşık 1.064 MW'a ulaşmıştır (Grafik 4.1).

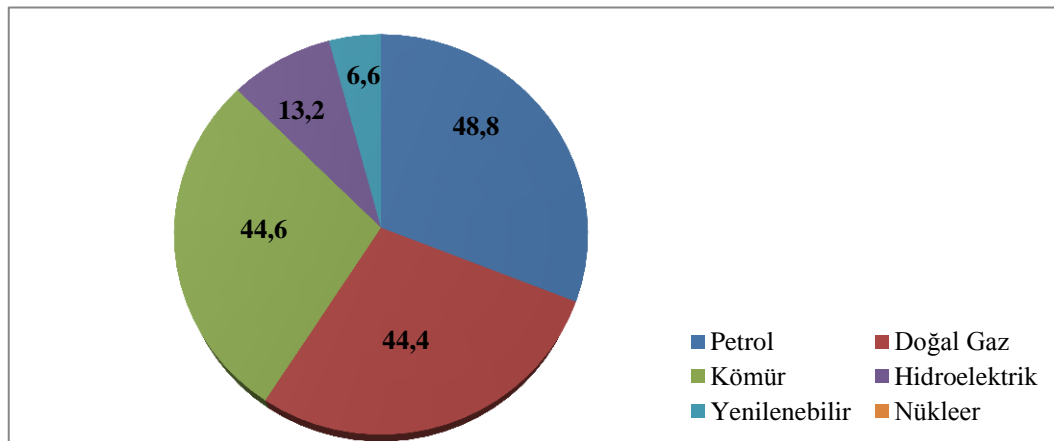
**Grafik 4.1: Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Kurulu Kapasite, 1987-2017, MW**



**Kaynak:** TEİAŞ, *Türkiye Kurulu Gücünün Yıllar İtibariyle Gelişimi*, <https://www.teias.gov.tr/tr/i-kurulu-guc-0>, (Erişim Tarihi: 22.05.2019).

Türkiye’de toplam birincil enerji tüketimi 2017 yılında 157,6 MTEP’dir (BP, 2018:8). 2017 yılında birincil enerji tüketiminde en yüksek pay 48,8 MTEP ile petrolündür. Petrolün ardından kömür (44,6 MTEP), doğal gaz (44,4 MTEP), HES (13,2 MTEP) ve diğer YE kaynakları (6,6 MTEP) gelmektedir. Kömür ve doğal gazın birincil enerji tüketimindeki payları birbirine yakındır (Grafik 4.2).

**Grafik 4.2: Türkiye’de Birincil Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı, 2017, MTEP**



**Kaynak:** (BP, 2018a:9)’dan esinlenilerek tarafımcı hazırlanmıştır.

Türkiye’de petrolün birincil enerji tüketimindeki payı, 1970’li yıllarda yaşanan petrol şoku nedeniyle önce yatay yönlü bir seyir izlemiş ardından 1980

yılından itibaren sürekli olarak azalmaya başlamıştır (Erdoğan, 2016:35). Petrolün Türkiye'deki pazar payı kaybı devam etmekle birlikte hala birincil enerji tüketiminde en önemli kaynak olma özelliğini korumaktadır. Birincil enerji tüketiminde YE kaynaklarının toplam payı 19,8 MTEP olup, bunun 13,2 MTEP'si hidroelektrik, 6,6 MTEP'si ise diğer YE kaynaklarından oluşmaktadır. Türkiye'nin birincil enerji tüketiminde fosil enerji kaynaklarının payı, YE kaynaklarının payından oldukça fazladır. Ülkemizde birincil enerji tüketiminde nükleer enerjinin payı ise sıfırdır (Grafik 4.2).

#### **4.1.1. Yenilenemez Enerji Kaynaklarının Görünümü**

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB)'nin verilerine göre, Türkiye'de 2018 yılı elektrik üretiminin yüzde 67.1'lik kısmı fosil enerji kaynaklarından gerçekleştirilmiştir. Elektrik üretiminde kömürün payı yüzde 37.3, doğal gazın payı yüzde 29.8'dir. Türkiye, linyit kömür hariç, kömür rezervi, petrol rezervi ve doğal gaz rezervi bakımından zengin bir ülke değildir. Uranyum ve toryum rezervleri açısından zengin bir ülke olmakla birlikte, bu kaynakları kullanarak enerji üretiminin gerçekleştirileceği bir nükleer santral ülkede henüz mevcut değildir. Ancak nükleer enerji santralleri kurularak enerji üretimi yapılması konusunda önemli adımlar atılmıştır.

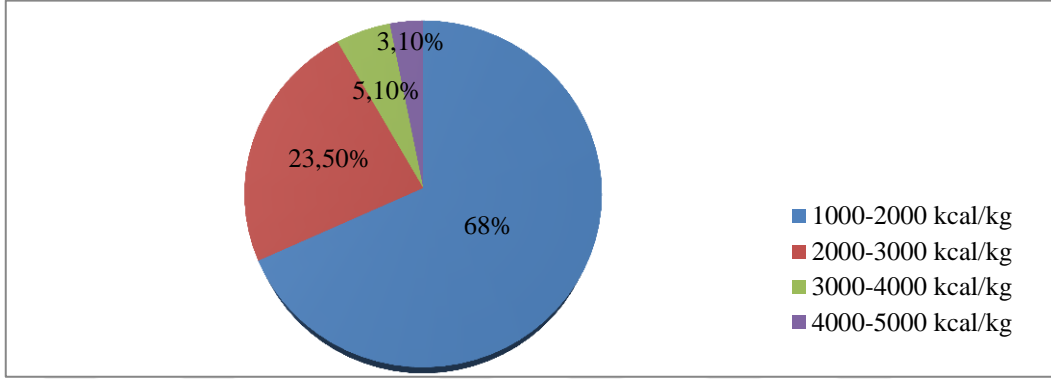
##### **4.1.1.1. Kömür**

Türkiye'de enerji üretiminin temel kaynaklarından biri, linyittir (Erdoğan, 2016:48). Dünya linyit rezervinin yüzde 8.7'si, linyit ve alt bitümlü kömür rezervinin yaklaşık yüzde 3.6'sı ve antrasit dâhil olmak üzere dünya kömür rezervinin yaklaşık yüzde 2.1'i Türkiye'de bulunmaktadır. 2005 yılında başlatılan Linyit Arama Projesi ile linyit rezervlerinde önemli bir artış gözlenmiştir. Türkiye'nin linyit rezervinin yüzde 63'ü, altı ilde bulunmaktadır. Bu altı il sırasıyla, Kahramanmaraş (Afşin/Elbistan, yüzde 29.5), Konya (Karapınar, yüzde 10.5), Eskişehir (Alpu, yüzde 8.3), Afyon (Dinar, yüzde 5.4), Manisa (Soma, yüzde 4.9) ve Muğla (Milas, yüzde 4.3)'dür (TKİK, 2019:47-48). Türkiye'nin taşkömürü rezervi ise Zonguldak havzasında bulunmaktadır (TTK, 2015:24).

2018 yılı itibarıyla Türkiye kömür rezervinin yüzde 92'sini, linyit ve alt bitümlü kömür, yüzde 8'ini taşkömürü oluşturmaktadır. Türkiye, linyit rezervi

açısından dünyada orta düzeyde yer almaktayken taşkömürü rezervi açısından alt düzeydedir (TKİK, 2019:47-48). Türkiye'nin kömür rezervinin, 2017 yılı sonu itibarıyla 115 yıl ömrü bulunmaktadır (BP, 2018a:36).

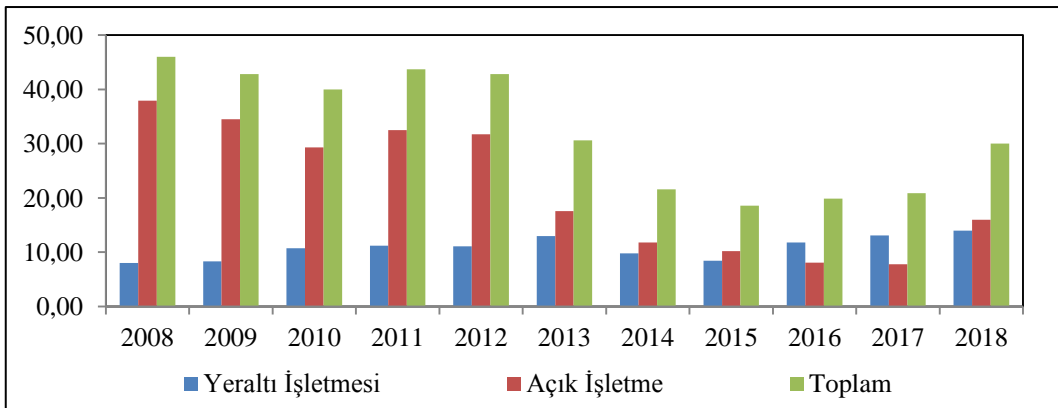
**Grafik 4.3: Türkiye'de Linyit ve Alt Bitümlü Kömürün Isıl Değeri**



**Kaynak:** (TKİK, 2019:49)'dan esinlenilerek tarafımca hazırlanmıştır.

Türkiye'de bulunan linyit ve alt bitümlü kömürün ısıl değeri, 1000-5000 kcal/kg arasında değişmekte olup yüzde 68'i, 1.000-2.000 kcal/kg ısıl değere sahip düşük kalorili kömürdür. Bu kömürler genellikle termik santrallerde kullanılmaktadır. Kömürün yüzde 23.5'i, 2.000-3.000 kcal/kg arasında, yüzde 5.1'i 3.000-4.000 kcal/kg arasında, yüzde 3.1'i 4.000 kcal/kg üzerinde ısıl değere sahiptir (Grafik 4.3). Türkiye'de kömür, elektrik enerjisi üretimi ve ısınma amacıyla kullanılmasının yanı sıra çimento, şeker, toprak gibi sanayi sektörlerinde de yoğun olarak kullanılmaktadır (TKİK, 2009:4-5).

**Grafik 4.4: Türkiye'de Kömür Üretimi, 2008-2018, Milyon Ton**



**Kaynak:** (TKİK, 2019:55)'den esinlenilerek tarafımca hazırlanmıştır.

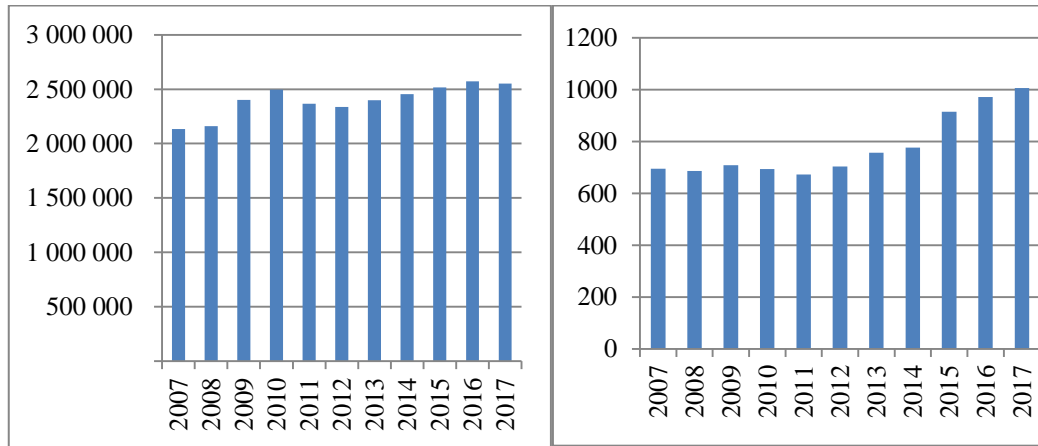
2008 yılında kömür üretiminin önemli bir bölümü, açık işletmelerde gerçekleştirilmekteyken 2013 yılından itibaren açık işletmelerle yeraltı

İşletmelerinin üretim miktarları birbirine yakın bir seyir izlemiştir. Türkiye Kömür İşletmeleri'nin 2013 yılına kadar yıllık kömür üretimi, 40 ile 46 milyon ton arasında değişmekteyken 2013 yılından sonra özelleştirmeler sebebiyle kömür üretimi gerilemeye başlamıştır. 2018 yılında kömür üretimi tekrar bir artış göstermiş, 30 milyon ton olmuştur. Ancak 2008 yılından 2018 yılına kadar geçen süreçte kömür üretimi, 16 milyon ton azalmıştır (Grafik 4.4). Türkiye'de 2007 yılında kömür tüketimi 29,5 MTEP iken, 2017 yılına gelindiğinde 44,6 MTEP olmuştur (BP, 2018a:39). Kömür tüketiminin kömür üretiminden fazla olması sebebiyle, Türkiye'de kömür ithalatı yapılmaktadır. 1980'li yıllarda kömür ithalatı, oldukça düşük iken 2017 yılında 39,1 milyon tona ulaşmıştır (TKİK, 2018:27).

#### 4.1.1.2. Petrol

Türkiye, petrol ve doğal gazın üçte ikisini elinde bulunduran Orta Doğu, Hazar Bölgesi ve Rusya tarafından çevrelenmiş bir ülke olmakla birlikte 294.826 bin varil olan petrol rezerviyle petrol bakımından zengin ülkeler arasında yer almamaktadır. Türkiye'de petrol, ilk olarak 1945 yılında Raman (Batman)'da bulunmuş olup günümüzde Batman ve Adıyaman illerinde petrol üretimi gerçekleştirilmektedir (Erdoğan, 2016:53).

**Grafik 4.5: Türkiye'de Petrol Üretimi ve Tüketimi, 2007-2017**



**Kaynak:** MAPEG (2017); *2017 Yılı Petrol ve Doğal Gaz Arama-Üretim İstatistikleri*, Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara; BP (2018a); *BP Statistical Review of World Energy*, <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018), s. 17.

PETFORM'a göre, günlük ortalama üretim 51.000 varil/gündür. Türkiye'de petrol üretiminin tüketimi karşılama oranı, yüzde 7'dir. Yani Türkiye, petrol

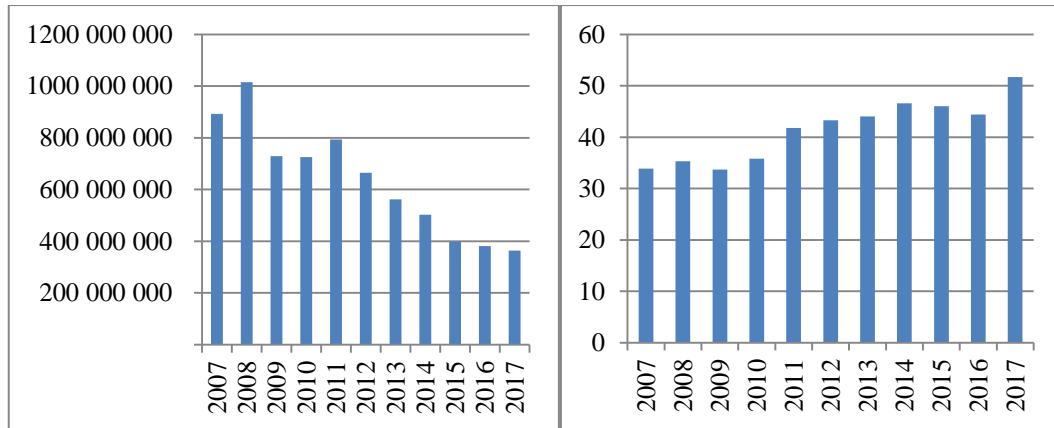
açısından yabancı ülkelere bağımlı durumdadır. Türkiye’de, petrol üretiminde önemli bir değişim yaşanmaz iken petrol tüketimi hala önemli bir boyuttadır. 2007 yılında 2.1 milyon ton olan petrol üretimi, 2017 yılında az bir miktarda artış göstererek 2.5 milyon tona ulaşmıştır (Grafik 4.5).

Türkiye petrol ithalatının yaklaşık yüzde 76’sını, İran (yüzde 26.94), Rusya (yüzde 18.87), Irak (yüzde 16.55), Hindistan (yüzde 8.23) ve Suudi Arabistan (yüzde 5.34)’dan gerçekleştirmektedir. İran ve Irak’tan yalnızca ham petrol alınmakta iken Rusya’dan ham petrol, motorin ve diğer ürünler, Hindistan’dan motorin ve havacılık yakıtları, Suudi Arabistan’dan ise ham petrol, motorin türleri, havacılık yakıtları ve diğer ürünler alınmaktadır (EPDK, 2018a:8).

#### 4.1.1.3. Doğal Gaz

Türkiye’nin 2017 yılı itibarıyla doğal gaz rezervi 4,8 milyar m<sup>3</sup> olup (TPAO, 2018:39) ülke doğal gaz yönünden zengin rezervlere sahip değildir (Erdoğan, 2016:57). Türkiye’de doğal gaz üretiminden daha fazla miktarda doğal gaz tüketimi gerçekleşmektedir. Doğal gaz üretimi her geçen yıl azalmakla birlikte tüketim tersi yönde bir seyir izlemiştir (Grafik 4.6).

**Grafik 4.6: Türkiye’de Doğalgaz Üretimi ve Tüketimi, 2007-2017**



**Kaynak:** MAPEG (2017); *2017 Yılı Petrol ve Doğal Gaz Arama-Üretim İstatistikleri*, Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara; BP (2018a); *BP Statistical Review of World Energy*, <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018), s. 29.

2017 yılı aralık ayında Çanakkale’de ilk kez doğal gaz üretimine başlanmış olup 1.48 milyon Sm<sup>3</sup> doğal gaz üretimi gerçekleştirilmiştir. 2007 yılında 33.9 milyar m<sup>3</sup> olan doğal gaz tüketimi 2017 yılında 51.7 milyar m<sup>3</sup>’e ulaşmıştır. Doğal gaz üretimi ve tüketimi arasındaki her geçen yıl katlanarak artan fark ithalat ile

karşılanmaktadır. Türkiye'nin 2017 yılı doğal gaz ithalatı 55.250 milyon Sm<sup>3</sup>'tür. Türkiye doğal gaz ithalatının yüzde 51.93'ünü Rusya'dan yapmaktadır. Türkiye'nin ithalat yaptığı diğer ülkeler İran (yüzde 16.74), Azerbaycan (yüzde 11.85), Cezayir (yüzde 8.36) ve Nijerya (yüzde 2.43)'dir (EPDK, 2018b:3-7).

#### **4.1.1.4. Nükleer Enerji**

Türkiye, nükleer enerji kaynakları olan uranyum ve toryum yönünden zengin bir ülkedir. 2017 yılı itibarıyla Türkiye'nin uranyum rezervi, 12.614 ton, toryum rezervi ise 374.000 tondur. Uranyum rezervinin bulunduğu iller, Yozgat (Sorgun, 6.700 ton), Manisa (Köprübaşı, 3.487 ton), Uşak (Eşme-Fakılı, 490 ton) ve Aydın (Küçükçavdar-Demirtepe, 1.937 ton)'dir. Toryum rezervi ise Eskişehir (Sivrihisar)'de bulunmaktadır. Eskişehir dışında toryum yataklarının tespit edildiği alanlar, Malatya (Hekimhan-Kuluncak), Kayseri (Felahiye), Burdur (Çanaklı), Sivas ve Diyarbakır'dır (Eroğlu ve Şahiner, 2017:13-22).

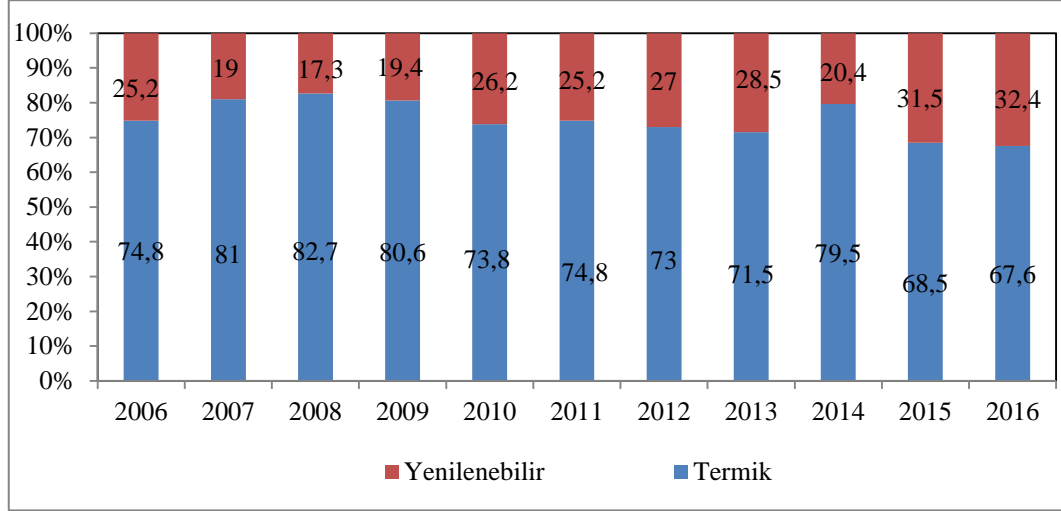
12 Mayıs 2010 tarihinde Rusya ve Türkiye arasında imzalanan anlaşma ile Türkiye'nin ilk nükleer enerji santrali olan Mersin-Akkuyu Nükleer Enerji Santrali'nin yapımına başlanmıştır. Santralde ilk 15 yıl boyunca elektrik üretimi bir Rus firması tarafından gerçekleştirilecek ve elektrik 12,35 sent/kW sabit fiyatla anlaşmanın Türk tarafına satılacaktır. İlk 15 yıl için Rus tarafına toplamda 71 milyar dolarlık ödeme yapılması planlanmaktadır (Şahin, 2012:120). Türkiye'de Mersin-Akkuyu dışında Sinop-Abalı Köyü'nde bir nükleer enerji santrali kurulması yönünde çalışmalar devam etmektedir. Bu kapsamda 3 Mayıs 2013 tarihinde Türkiye ile Japonya arasında bir anlaşma imzalanmıştır. Projenin finansmanı Japonya tarafından üstlenilecek olup işletme hakkı Fransa'ya verilecektir (Erdoğan, 2016:65).

#### **4.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Görünümü**

Türkiye'de rüzgâr enerjisi, hidro enerji, dalga enerjisi ve biyokütle enerji elektrik enerjisi üretiminde; güneş ve jeotermal enerji ise hem elektrik hem ısı enerjisi üretiminde kullanılmaktadır (Öztürk, 2013:8). Türkiye YE potansiyeli bakımından zengin bir ülke olup mevcut potansiyelini yeterince iyi değerlendirememektedir (Akyüz, 2015:495). Grafik 4.7'de görüldüğü üzere

Türkiye’de elektrik enerjisi üretiminde fosil enerji kaynaklarının payı 2006 yılında yüzde 74.8 iken 2016 yılında yüzde 7.2 azalarak yüzde 67.6 olmuştur.

**Grafik 4.7: Türkiye’de Elektrik Üretimine Kaynaklara Dağılımı, 2006-2016, Yüzde**



**Kaynak:** ETKB (2017); *Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü*, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, Ankara, s. 15.

Fosil enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payı azalırken YE kaynaklarının payı her geçen yıl artmaktadır. 2016 yılında YE kaynaklarının elektrik üretimindeki payı yüzde 32.4 olmuştur. Ancak elektrik üretiminin yarısından fazla bir kısmının hala fosil enerji kaynakları kullanılarak gerçekleştiriliyor olması YE kaynaklarının kullanımının yeterli düzeye erişemediğini göstermektedir (Grafik 4.7). ETKB’nin verilerine göre Türkiye’de 2018 yılı elektrik üretiminin yüzde 31.5’lik kısmı YE kaynakları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elektrik üretiminde hidro enerjinin payı yüzde 19.8, rüzgârın payı yüzde 6.6, güneşin payı yüzde 2.6, jeotermal enerjinin payı yüzde 2.5’tir.

#### 4.1.2.1. Güneş Enerjisi

Akdeniz iklim kuşağında yer alan Türkiye, güneş enerjisi bakımından oldukça zengin bir ülke olmakla birlikte bu zenginliğinden yeteri kadar iyi faydalanamamaktadır. Türkiye’nin yıllık bazda güneş enerjisi ışınım şiddeti 1.311 kWh/m<sup>2</sup>, ortalama güneşlenme süresi ise 2.640 saattir (Öztürk, 2013:46). Türkiye’de güneş enerjisi ışınım şiddetinin en fazla olduğu bölge Güneydoğu Anadolu Bölgesi (1.491,2 kWh/m<sup>2</sup>)’dir. Bölgeyi sırasıyla Akdeniz (1.452,7 kWh/m<sup>2</sup>), İç Anadolu (1.432,6 kWh/m<sup>2</sup>), Ege (1.406,6 kWh/m<sup>2</sup>), Doğu Anadolu



(1.398,4 kWh/m<sup>2</sup>) ve Marmara (1.144,2 kWh/m<sup>2</sup>) bölgeleri izlemektedir. Güneş enerjisi ışınım şiddeti ve güneşlenme süresinin en az olduğu bölge ise Karadeniz'dir (Tablo 4.1).

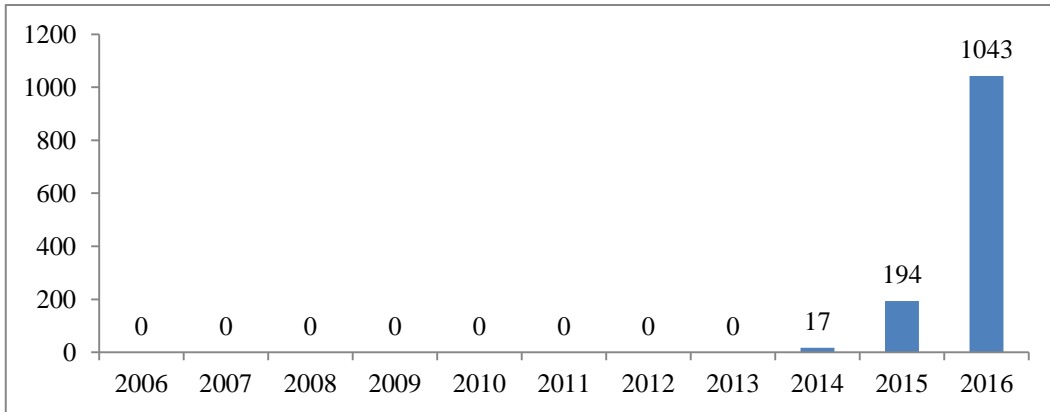
**Tablo 4.1: Türkiye’de Bölgelere Göre Güneş Enerjisi Işınım Şiddeti ve Güneşlenme Süresi**

Bölgeler	Işınım Şiddeti (kWh/m <sup>2</sup> )	Güneşlenme Süresi (saat)
Akdeniz	1.452,7	2.923,2
Doğu Anadolu	1.398,4	2.692,5
Ege	1.406,6	2.726,1
Güneydoğu Anadolu	1.491,2	3.015,8
İç Anadolu	1.432,6	2.711,5
Karadeniz	1.086,3	1.965,9
Marmara	1.144,2	2.525,7

**Kaynak:** Öztürk, Hasan Hüseyin (2013); *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Birsen Yayınevi, İstanbul, s. 46.

Güneş enerjisi ışınım şiddetinin yüksek olduğu bölgeler güneşlenme süresinin de uzun olduğu bölgelerdir. Ancak İç Anadolu Bölgesi’nde güneş enerjisi ışınım şiddeti Ege Bölgesi’nden daha yüksek olmakla birlikte güneşlenme süresi Ege Bölgesi’nde İç Anadolu Bölgesi’ne kıyasla daha fazladır. Güneydoğu Anadolu, Akdeniz, İç Anadolu, Ege ve Doğu Anadolu’da güneşlenme süresi Türkiye ortalamasının üzerindedir (Tablo 4.1).

**Grafik 4.8: Türkiye’de Güneş FV’den Elektrik Üretimi, 2006-2016, GW**



**Kaynak:** <https://www.iea.org/statistics/?country=TURKEY&year=2016&category=Electricity&indicator=SorGlaen&mode=chart&dataTable=ELECTRICITYANDHEAT>, (Erişim Tarihi: 01.06.2019).

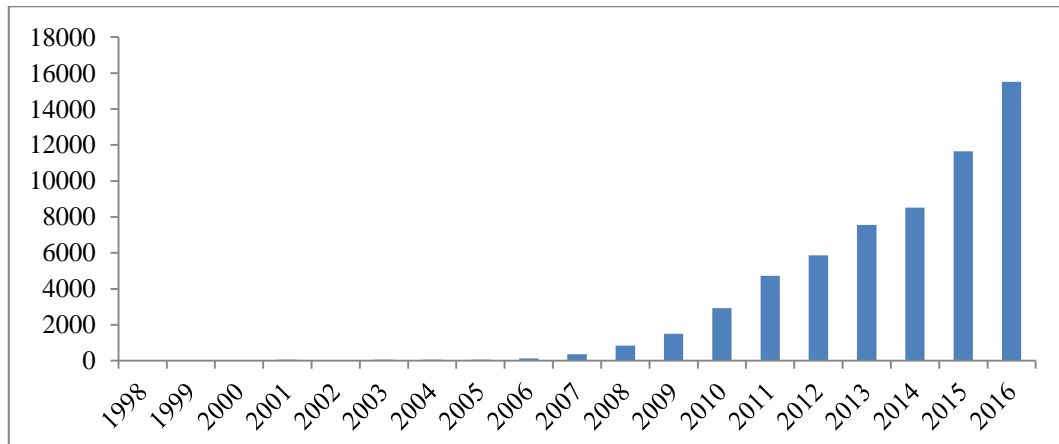
Türkiye’de güneş FV’den elektrik 2014 yılında üretilmeye başlanmıştır. 2014 yılında 17 GW olan elektrik üretimi 2016 yılında 1.043 GW’a yükselmiştir (Grafik 4.8). 2018 yılında güneş enerjisinden ısı enerjisi üretimi, 876.720 TEP,

elektrik enerjisi üretimi ise 7.477,3 GWh'dir (Döner, 2018:22). ETKB'nin verilerine göre 2018 yılında Türkiye'nin toplam güneş kolektör alanı 20.200.000 m<sup>2</sup> ve işletmedeki güneş enerjisi santral sayısı 5.868'dir. Türkiye'nin 2018 yılı itibarıyla güneş enerjisi kurulu kapasitesi 5.063 MW olmuştur. Kurulu kapasitenin 4.981,2 MW'lık kısmı lisanssız, 81,8 MW'lık kısmı lisanslıdır. Türkiye'de güneş enerjisinden elektrik üretmek amacıyla kurulu olan santrallerin büyük bir bölümü FV teknolojisinden yararlanmakta ve lisanssız elektrik üretimi sınırı olan 1 MW düzeyinde elektrik üretimlerini gerçekleştirmektedirler (Döner, 2018:22).

#### 4.1.2.2. Rüzgâr Enerjisi

Türkiye rüzgâr potansiyelinin yüksek olduğu bir ülkedir. Ancak rüzgâr potansiyeli ülkede düzenli bir dağılım göstermemektedir. Yüksek rüzgâr hızı, ülkenin ancak yüzde 2'lik bölümünde mevcut olup kalan bölümü büyük rüzgâr türbinlerinin kurulması için elverişsiz alanlar olarak nitelendirilmektedir (Öztürk, 2013:209). Türkiye'nin yıllık ortalama rüzgâr hızı, 2,5 m/sn'dir. Rüzgâr hızının en yüksek olduğu üç bölge, Marmara (3,29 m/sn), Güneydoğu Anadolu (2,69 m/sn), ve Ege (2,65 m/sn)'dir. Rüzgâr hızının Türkiye ortalamasının altında kaldığı üç bölge ise Doğu Anadolu (2,12 m/sn), Karadeniz (2,38 m/sn) ve İç Anadolu (2,45 m/sn)'dur (Erdoğan, 2016: 68-69).

**Grafik 4.9: Türkiye'de Rüzgâr Enerjisinden Elektrik Üretimi, 1998-2016, GWh**



**Kaynak:** <https://www.iea.org/statistics/?country=TURKEY&year=2016&category=Electricity&indicator=WindGen&mode=chart&dataTable=ELECTRICITYANDHEAT>, (Erişim Tarihi: 01.06.2019)

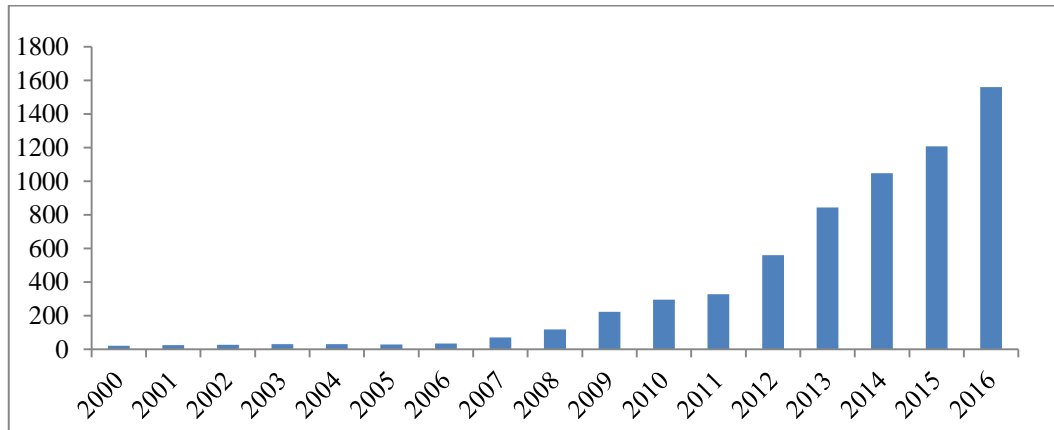
Türkiye'de rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretimi ilk olarak, 1986 yılında Çeşme Altın Yunus Tesisleri'nde gerçekleştirilmiş olup tesiste 55 kW

elektrik enerjisi üretilmiştir. Daha büyük ölçekli rüzgâr enerjisi üretimi ise 1998’de Çeşme Germiyan Köyü’nde gerçekleştirilmiştir (Aras, 2003:2215). 1998 yılından 2016 yılına kadar olan süreçte rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretimi hızla artış göstermiş 2016 yılına gelindiğinde 15.517 GWh’ye ulaşmıştır (Grafik 4.9). ETKB’nin verilerine göre, Türkiye’de 2018 yılında işletme halindeki rüzgâr enerjisi santrallerinin toplam kurulu kapasitesi 7.005 MW’dır. Rüzgâr enerjisinden üretilen elektrik ise 19.882 milyar kWh’dır.

#### 4.1.2.3. Biyokütle Enerjisi

Tarım ürünleri, orman ürünleri, organik şehir atıkları ve hayvansal atıklar Türkiye'nin biyokütle enerji kaynaklarını oluşturmaktadır (BAKA, 2012:11). Türkiye’de biyoyakıtlara ilişkin çalışmalar 2000’li yıllardan sonra önem kazanmıştır. Türkiye’de, ilk biyoyakıt çalışması olan yakıt alkolünden 1931 yılında düzenlenen Ziraat Kongresi’nde bahsedilmiştir. 1934 yılında Mustafa Kemal Atatürk tarafından Ankara Atatürk Orman Çiftliği’nde biyodizele ilişkin *Bitkisel Yağların Tarım Traktörlerinde Yakıt Olarak Kullanımı* adlı bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada savaş vb. durumlarda ülkenin kendi kaynakları ile enerji ihtiyacını karşılayabilmesi hedeflenmiştir. 1934 yılından 2000’li yıllara kadar biyokütle enerjisi konusunda önemli çalışmalar yapılmamıştır (Öztürk, 2013:386).

**Grafik 4.10: Türkiye’de Biyokütleden Elektrik Üretimi, 2000-2016, GWh**



**Kaynak:** <https://www.iea.org/statistics/?country=TURKEY&year=2016&category=Electricity&indicator=WasteGenBySource&mode=chart&dataTable=RENEWABLES>, (Erişim Tarihi: 01.06.2019).

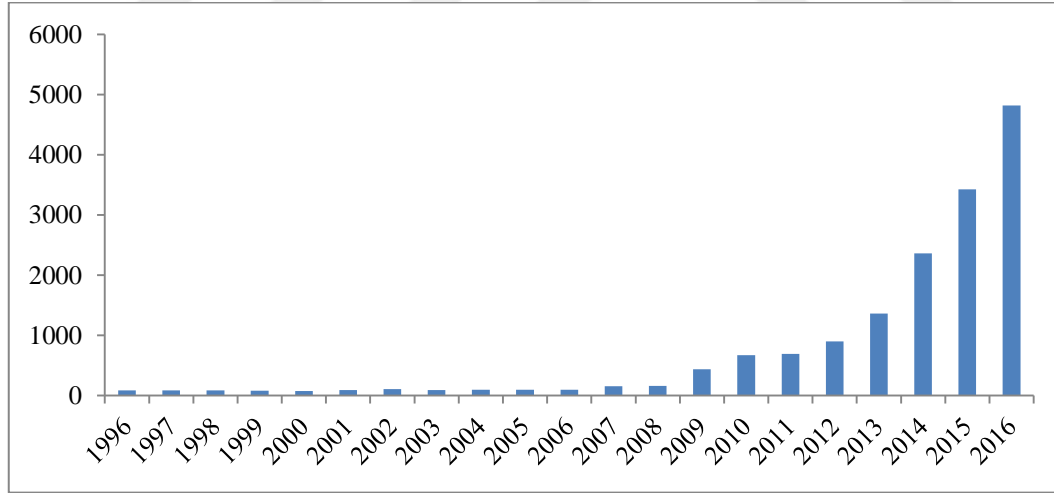
Biyokütleden elektrik üretimine 2000 yılında başlanmış olup 5 GWh elektrik üretilmiştir. 2000 yılından sonraki süreçte biyokütleden elektrik üretimi genel olarak artış yönünde bir seyir izlemiş, 2016 yılında 11.652 GWh elektrik

üretimi gerçekleştirilmiştir (Grafik 4.10). ETKB'nin verilerine göre biyokütle enerji potansiyeli 8,6 MTEP'dir. Türkiye'de üretilebilecek biyogaz miktarı 1,5-2 MTEP'dir. Türkiye'nin biyokütleden elektrik üretimi gerçekleştirdiği santrallerin kurulu kapasitesi 2018 yılında 811 MW iken, elektrik üretimi 3.216 GWh'dir.

#### 4.1.2.4. Jeotermal Enerji

Alp-Himalaya kuşağında yer alan Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli, oldukça yüksek olup yaklaşık 31.500 MW'dir. Jeotermal enerjinin ülkemizdeki kullanım alanları elektrik enerjisi üretimi, ısıtma, soğutma, endüstriyel kurutma işlemleri olup kullanım alanları sıcaklığa bağlı olarak belirlenmektedir. Türkiye'deki jeotermal kaynak kuyusu, sıcak su kuyusu ve mineralli su kuyusu toplamı 1.000 civarında olup bunlardan 11 tanesi çok yüksek sıcaklıklara sahip, elektrik üretimine elverişli sahalardır. Bu sahalar Aydın, Manisa, Çanakkale, Kütahya ve İzmir'de bulunmaktadır. Sıcaklığın en yüksek olduğu yer 232°C ile Aydın-Germencik'tir (Çanka Kılıç ve Kılıç, 2013:49-50).

**Grafik 4.11: Türkiye'de Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretimi, 1996-2016, GWh**



**Kaynak:** <https://www.iea.org/statistics/?country=TURKEY&year=2016&category=Electricity&indicator=ElecGenByFuel&mode=chart&dataTable=ELECTRICITYANDHEAT>, (Erişim Tarihi: 01.06.2019).

Türkiye'nin ilk jeotermal sondaj kuyusu, 1963 yılında İzmir-Balçova'da açılmıştır. Elektrik üretimi amaçlı ilk jeotermal kuyu, Denizli-Kızıldere'de 1968 yılında açılmıştır. Türkiye'nin ilk, Avrupa'nın ise ikinci jeotermal enerji santrali Denizli-Kızıldere'de 1984 yılında faaliyete başlamıştır. Santralin kurulu kapasitesi 20.4 MW'dir (Öztürk, 2013:248). Grafik 4.11'de görüldüğü üzere 1996 yılında 84

GWh olan jeotermal enerjiden elektrik üretimi 2006 yılında 10 GWh artarak 94 GWh'ye, 2016 yılında ise 2006 yılına göre 4.725 GWh artarak 4.819 GWh'ye ulaşmıştır. Jeotermal enerjiden elektrik üretiminin 2008 yılından sonra her geçen yıl hızla arttığı görülmektedir. Jeotermal enerjiden elektrik üretiminin en fazla artış gösterdiği yıl 2014 yılıdır. 2013 yılında 1.364 GWh olan elektrik üretimi 2014 yılında bir önceki yıla göre 1.000 GWh artış göstererek 2.364 GWh'ye yükselmiştir.

Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyelinin yüksek olduğu bölgeler Ege, İç Anadolu ve Marmara'dır. Ülkenin yüzde 77.9'luk potansiyeli bu üç bölgede bulunmaktadır (Çanka Kılıç ve Kılıç, 2013:51). Türkiye'nin 2017 yılı itibarıyla jeotermal enerji kurulu kapasitesi 243 MW olup dünyada kurulu kapasitenin en yüksek olduğu yedinci ülkedir (REN21, 2018:80).

#### **4.1.2.5. Hidro Enerji**

Hidro enerji, Türkiye'de elektrik enerjisi üretiminde YE kaynakları arasında en fazla yararlanılanıdır (Taşkın, 2018:38). Hidroelektrik potansiyel<sup>1</sup>; teorik hidroelektrik potansiyel, teknik hidroelektrik potansiyel ve ekonomik hidroelektrik potansiyel olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Türkiye'nin teorik hidroelektrik potansiyeli 433 TWh/yıl iken teknik hidroelektrik potansiyeli 216 TWh/yıl, ekonomik hidroelektrik potansiyeli ise 160 TWh/yıldır (Bozkurt ve Tür, 2015:327).

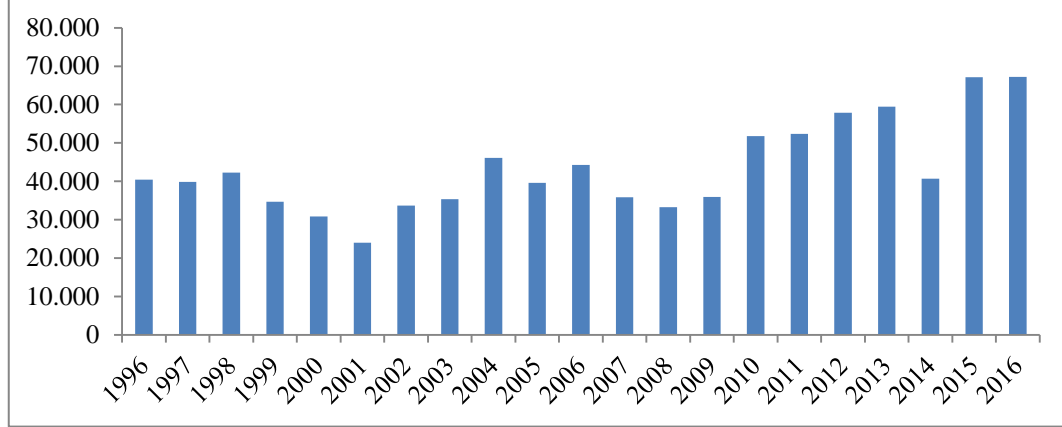
Türkiye'de su kullanarak elektrik üretimi ilk kez 1902 yılında Tarsus'ta gerçekleştirilmiştir (Gökdemir vd., 2012:20). Türkiye'nin ilk büyük HES'i ise Ankara-Sarıyar Barajı'dır. 1956 yılında faaliyete başlayan HES'in kurulu kapasitesi 160 MW'dir. Türkiye'nin HES'lerinin kurulu kapasitesi toplamı 2017 yılında 96 milyar kWh olup işletme halindeki HES sayısı ise 623'tür. Bu

---

<sup>1</sup> Teorik potansiyel, bir akarsu havzasında üretilebilecek hidroelektrik enerjisinin kuramsal üst sınırıdır. Bir diğer deyişle deniz seviyesine kadar olan potansiyelin tamamının yüzde 100 verimle kullanılarak elde edileceği varsayılan yıllık ortalama enerji potansiyelidir. Teknik potansiyel, uygulanan teknolojiye bağlı olarak oluşacak kaybın teorik potansiyelden indirilmesi sonucunda bulunan ve teknik açıdan uygulanabilmesi mümkün hidroelektrik projelerin ekonomik şartlar gözetilmeden tüm havzada uygulanması sonucu elde edilecek potansiyeldir. Ekonomik potansiyel, hidroelektrik üretiminin ekonomik optimizasyonunu ifade eden sınır değerine denilmektedir (Altun, 2005:358).

santraller Devlet Su İşleri ve özel sektör tarafından inşa edilmiştir (Taşkın, 2018:38-39).

**Grafik 4.12: Türkiye’de Hidro Enerjiden Elektrik Üretimi, 1996-2016, GWh**



**Kaynak:** <https://www.iea.org/statistics/?country=TURKEY&year=2016&category=Electricity&indicator=HydroGen&mode=chart&dataTable=ELECTRICITYANDHEAT>, (Erişim Tarihi: 01.06.2019).

1996 yılında 40.475 GWh olan hidro enerjiden elektrik üretimi 2006 yılında 44.244 GWh'ye, 2016 yılında 67.231 GWh'ye yükselmiştir. 1996 yılından 2016 yılına kadar geçen süreçte hidro enerjiden elektrik üretimi artış göstermekle birlikte bu yıllar arasında elektrik üretimi sürekli olarak artış yönünde bir seyir izlememiş, inişli çıkışlı bir seyir izlemiştir (Grafik 4.12).

#### 4.1.2.6. Dalga Enerjisi

Türkiye'nin dalga enerjisi teknik potansiyeli 18 milyar kWh'dir (Öztürk, 2013:18). Türkiye'de dalga enerjisinden elektrik enerjisi üretimi için en elverişli alanlar İzmir-Antalya ve Dalaman-Finike arasındaki denizlerdir. İzmir-Antalya arasında dalganın gücü 3,91-12,05 kWh/m'dir. Ege Denizi'nde dalga gücü 2,86-8,75 kWh/m iken Akdeniz'de 2,59-8,26 kWh/m, Karadeniz'de 1,96-4,22 kWh/m ve Marmara'da 0,31-0,69 kWh/m'dir (Sağlam ve Uyar, 2005:3).

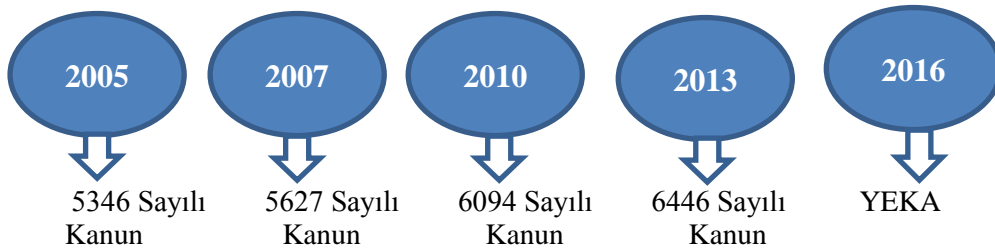
Bülent Ecevit Üniversitesi'nin de katılımıyla Türkiye'nin ilk pilot dalga enerjisi santralının yapımına Zonguldak'ta başlanmıştır. BAKKA tarafından yapılan açıklamaya göre santralin kurulu kapasitesi 50 kW'dir. Santralin ürettiği elektrik ile Zonguldak Merkez'de yapımı süren Manolya Park'ın tüm elektrik ihtiyacı karşılanacaktır.

## 4.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinin Teşvikine Yönelik Kanuni Mevzuat

Enerji piyasalarının düzenlenmesi ve politikaların oluşturulması konusunda sorumlu kurumlar; Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK), Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM) ve ETKB’dir. EPDK’nın kurulması, enerji talebinin karşılanması ve enerji sektörünün liberalleşmesinde atılan ilk adım olmuştur. YE kaynaklarına yönelik temel kuruluş ise ETKB’dir (Teke, 2013:59). Türkiye’de YE’ye olan ilgi çok eski bir tarihe dayanmamaktadır (Yılmaz ve Hotunluoğlu, 2015:78). 2001 ile 2005 yılları için yürürlüğe giren Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı’nda artan enerji talebinin karşılanması ve enerji arz güvenliğinin sağlanması amacıyla enerji teknolojilerine yönelik Ar-Ge harcamalarına yer verilmiştir (Teke, 2013:59).

2004 yılında dünyadaki enerji yatırımları incelenmiş ve bu çerçevede ETKB ile Devlet Planlama Teşkilatı’nın desteği alınarak Türkiye’nin YE potansiyeli ortaya konulmuş ve bu potansiyelden yararlanılması yönünde çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Yılmaz ve Hotunluoğlu, 2015:78). Ayrıca 2004 yılında düzenlenen Türkiye İktisat Kongresi’nde Türkiye’nin enerji ile ilgili hedefleri *Bilim ve Teknoloji Politikaları Çalışma Grubu Raporu*’nda sürdürülebilir kalkınma başlığında ele alınmıştır. Bu kapsamda enerjinin ekonomik, verimli, güvenilir, çevre dostu teknolojilerle üretilmesi ve yerli kaynaklara öncelik tanınması gibi hedefler ortaya konulmuştur (Arısoy vd., 2007:155).

### Şekil 4.1: Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinin Teşvikine Yönelik Kanuni Mevzuat



**Kaynak:** Berksoy, Turgay ve Dilek Akbaş Akdoğan (2018); “Yenilenebilir Enerjide Kamu Politikaları ve Türkiye,” *Journal Of Life Economics*, Sayı 3, s. 23.

Türkiye’de YE teknolojilerinin teşvikine yönelik kanuni mevzuat, kanunların yürürlüğe giriş tarihlerine göre, kronolojik olarak Şekil 4.1’de verilmiştir. Türkiye’de YE teknolojilerinin teşvikine yönelik ilk kanun 2005

yılında yürürlüğe giren 5346 sayılı *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun*<sup>2</sup>’dir. Kanun, *Yenilenebilir Enerji Kanunu* olarak da adlandırılmaktadır (Berksoy ve Akbaş Akdoğan, 2018:24). Bu kanun, YE teknolojilerinin teşvikine yönelik en kapsamlı kanun olma özelliğine sahiptir. Kanun kapsamında sunulan teşvikler arazi kullanımına ilişkin destek ve Sabit Fiyat Garantisi (SFG)’dir (Döner, 2018:131).

5627 sayılı *Enerji Verimliliği Kanunu*<sup>3</sup> ile SFG’nin uygulanma süresi uzatılmış ve arazi kullanımına yönelik desteğin oranı artırılmıştır. 6094 sayılı *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına Dair Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun*<sup>4</sup> ile SFG, YE teknolojileri için ayrı ayrı belirlenmiş ve yerli ekipmana yönelik bir teşvik uygulanmaya başlanmıştır. 6446 sayılı *Elektrik Piyasası Kanunu*<sup>5</sup> ile lisans ücretinden muafiyet; damga vergisi, kurumlar vergisi ve KDV’ye yönelik istisna uygulanmaya başlanmıştır. *Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) Yönetmeliği*<sup>6</sup> ile ihale sistemi uygulanmaya başlanmıştır.

**Tablo 4.2: YEKDEM Katılımcı Sayısı, 2011-2017**

	Güneş	Hidro	Rüzgâr	Biyokütle	Jeotermal	Toplam
2011	-	4	9	3	4	20
2012	-	44	22	8	4	78
2013	-	14	3	15	6	38
2014	-	40	21	23	9	93
2015	-	126	60	34	14	234
2016	-	388	106	42	20	556
2017	2	418	141	57	29	647

**Kaynak:** EPDK (2018c); *2017 Elektrik Piyasası Piyasa Gelişim Raporu*, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara, s. 39.

Türkiye’de YE teknolojilerine yönelik teşvikler *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması (YEKDEM)*<sup>7</sup> vasıtasıyla uygulanmaktadır.

<sup>2</sup> 18/5/2005 tarih ve 25819 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.

<sup>3</sup> 02/05/2007 tarih ve 26510 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.

<sup>4</sup> 08/01/2011 tarih ve 27809 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.

<sup>5</sup> 30/03/2013 tarih ve 28603 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.

<sup>6</sup> 09/10/2016 tarih ve 29852 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.

<sup>7</sup> 01/10/2013 tarih ve 28782 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.



YEKDEM'den yararlanan lisanslı katılımcı<sup>8</sup> sayısı 2011 yılında 20 iken 2017 yılında 647'ye çıkmıştır. 2017 yılına kadar güneş enerjisi üreticisi olan YEKDEM katılımcısı mevcut değil iken 2017 yılında güneş enerjisi üreticisi olan 2 YEKDEM katılımcısı mevcuttur. YEKDEM katılımcı sayısının en fazla olduğu YE teknolojisi 418 lisanslı katılımcıyla hidro enerjidir (Tablo 4.2).

2017 yılında YEKDEM katılımcılarının toplam kurulu kapasitesi 17.399 MW, üretim miktarları 47.499.217 MWh'dir. En yüksek kurulu kapasite ve üretim miktarı hidro enerji santrallerine ait iken en düşük kurulu kapasite ve üretim miktarı güneş enerjisi santrallerine aittir. Hidro enerji üretim miktarı, toplam üretim miktarının yarısından fazla bir kısmına denk gelmektedir (Tablo 4.3).

**Tablo 4.3: YEKDEM Katılımcılarının Kurulu Kapasitesi ve Üretim Miktarları, 2017**

	Kurulu Güç (MW)	Üretim Miktarları (MWh)
<b>Güneş</b>	12	24.268
<b>Hidro</b>	11.096	24.417.133
<b>Rüzgâr</b>	5.238	16.765.418
<b>Jeotermal</b>	752	4.503.345
<b>Biyokütle</b>	299	1.789.053
<b>Toplam</b>	<b>17.399</b>	<b>47.499.217</b>

**Kaynak:** EPDK (2018c); *2017 Elektrik Piyasası Piyasa Gelişim Raporu*, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara, s. 40.

2017 yılında ortalama YEKDEM fiyatı 274,66 TL/MWh olup YEKDEM kapsamında yapılan ödemelerin toplam tutarı yaklaşık 14 milyar TL'dir. 2017 yılında yapılan YEKDEM ödemelerinin toplam tutarı 2016 yılında yapılan ödemelerin toplam tutarından yüzde 28.47 daha fazladır. YEKDEM kapsamında yapılan ödemelerin tutarı her geçen yıl artış göstermektedir (EPDK, 2018c:x1).

#### 4.3. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Uygulanan Teşvikler

Türkiye YE teknolojilerine teşvik uygulama konusunda biraz geç kalmış olsa da, uygulanan teşviklerle YE kullanımının hızla yayıldığı görülmektedir. YE teknolojilerine yönelik teşvikler 2005 yılında uygulanmaya başlamış ancak YE'ye olan ilgi 2010 yılından sonra yapılan düzenlemelerle beraber artmıştır (Yılmaz ve

<sup>8</sup> YE teknolojilerinden elektrik enerjisi üreten ve kurulu kapasitesi en fazla 1 MW'ye kadar olan üretim tesisi yatırımcıları lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaftır. Lisanslı katılımcılar ise 1 MW'nin üzerinde elektrik üretimi gösteren kişilerdir.

Hotunluoğlu, 2015:78). 2005 yılında yürürlüğe giren *5346 sayılı Kanun*, YE yatırımlarına ivme kazandırmış olmakla birlikte ikincil mevzuatın yeterli olmayışı, SFG'nin düşük düzeylerde oluşu ve tüm teknolojiler için tek bir tutarın uygulanıyor oluşu 2005 ile 2010 yılları arasında YE teknolojilerinin istenilen düzeyde gelişmesine engel olmuştur. 2010 yılında *5346 sayılı Kanun*'da yapılan değişikliklerle, bazı YE kaynakları için SFG'nin yükseltilmesinin yanı sıra yeni teşvik mekanizmalarının uygulanmaya başlanması YE yatırımlarını hızla artırmıştır. Bilhassa SFG'de yapılan değişiklikler, yerli ve yabancı yatırımcıların ilgisini YE yatırımlarına yöneltmede etkili olmuştur (ETKB, 2014:11).

Türkiye'nin enerji üretiminde YE teknolojilerinin payını artırabilmek için kamu tarafından başvuru teşvik mekanizmaları vergi dışı teşvik mekanizmaları ve vergisel teşvik mekanizmaları olarak ikiye ayrılmaktadır.

#### **4.3.1. Vergi Dışı Teşvikler**

Türkiye'de YE'ye uygulanan vergi dışı teşvik mekanizmaları SFG, yerli ekipman ilavesi, lisanssız üretim hakkı, arazi kullanımına yönelik teşvikler ve ihale sistemidir.

##### **4.3.1.1. Sabit Fiyat Garantisi**

SFG, YE teknolojilerinden elektrik enerjisi üretimini artırmak için uygulanan en önemli teşvik mekanizmasıdır. SFG hem elektrik enerjisi üreticilerine hem de dağıtık üretim birimlerine (lisanssız üreticilere) uygulanan bir teşvik mekanizmasıdır. Elektrik enerjisi üreticilerine ürettikleri elektriği belirli bir fiyattan satın alma garantisi sunarken, dağıtık birimlere tüketimlerini aşan üretimi şebekeye satarak gelir elde etme imkânı sunmaktadır (Eser ve Polat, 2015:218). SFG, her bir YE teknolojisi için ayrı ayrı belirlenmektedir (Yılmaz ve Hotunluoğlu, 2015:83).

SFG, 2005 yılından 2015 yılına kadar olan 10 yıllık süreyi kapsayacak şekilde düzenlenmiş, ancak Bakanlar Kurulu Kararı<sup>9</sup> ile bu süre 2020 yılına kadar uzatılmıştır. 2005 yılında *5346 sayılı Kanun* ile uygulanmaya başlanan SFG, 7

---

<sup>9</sup> 05/12/2013 tarih ve 28842 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 2013/5625 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı'dır.

yıllık bir fiyat garantisi sunmakta iken 6094 sayılı Kanun ile bu süre 10 yıla çıkarılmıştır (Berksoy ve Akbaş Akdoğan, 2018:27).

Tablo 4.4'te görüldüğü üzere YE teknolojileri için kaynak bazında SFG belirlenmiştir. En yüksek SFG 13,3 USD sent/kWh ile biyokütle ve güneş enerjisine uygulanmakta iken en düşük SFG 7,3 USD sent/kWh ile hidroelektrik ve rüzgâr enerjisine uygulanmaktadır. Jeotermal enerji için SFG 10,5 USD sent/kWh'dir. YE teknolojileri arasındaki bu ödeme farklılığının nedeni yatırım maliyetlerinin farklı olmasıdır (Şen, 2017:70).

**Tablo 4.4: Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Teknolojileri İçin Uygulanan SFG**

Yenilenebilir Enerji Teknolojisi	Uygulanacak SFG (USD sent/kWh)
Hidroelektrik	7,3
Rüzgâr	7,3
Jeotermal	10,5
Biyokütle	13,3
Güneş	13,3

**Kaynak:** 5346 Sayılı Kanun 1 Sayılı Cetvel, [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/y\\_mevzuat.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/y_mevzuat.aspx), (Erişim Tarihi: 01.02.2018).

*Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi Verilmesine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik*<sup>10</sup> kapsamında EPDK tarafından YE kaynaklarından elektrik enerjisi üreten lisans sahibi kişilere üretilen elektriğin iç ve dış piyasalarda satışı esnasında kaynağının belirlenmesi amacıyla bir yıl boyunca geçerli olacak Yenilenebilir Enerji Kaynak (YEK) Belgesi verilmektedir. YEK belgesi sahipleri, SFG'den yararlanabileceği gibi SFG'nin üzerinde bir fiyattan serbest piyasada da ürettikleri enerjiyi satabilmektedirler (Döner, 2018:137).

#### 4.3.1.2. Lisanssız Üretim Hakkı

Lisansız Üretim Hakkı (LÜH), Türkiye’de SFG’den sonra yatırımcıların YE teknolojilerine ilgisini artıran en önemli teşvik mekanizmaları arasında yer almaktadır (Yılmaz ve Hotunluoğlu, 2015:89). Türkiye’de elektrik enerjisi üreticileri üretim tesislerinin kurulu kapasitesine bağlı olarak lisans ücreti ödemektedirler. YE kullanımını teşvik etmek için üreticilerin bu lisans ücretinden muaf tutulmasına LÜH denilmektedir (Eser ve Polat, 2015:219). LÜH, kurulu kapasitesi en fazla 1 MW olan YE tesislerinin lisans alma ve şirket kurma

<sup>10</sup> 01/10/2013 tarih ve 28782 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.

yükümlülüğünden muaf tutulması şeklinde uygulanmaktadır (Döner, 2018:140). Lisans ücretinden ilk 8 yıl için muafiyet söz konusu iken sonraki yıllarda lisans ücretinin yüzde 10'unun ödenmesi gerekmektedir (Berksoy ve Akbaş Akdoğan, 2018:29). LÜH ile YE yatırımcılarına sağlanan kolaylıklar; bürokratik süreçleri azaltması, rekabeti artırması ve enerji arz güvenliğini sağlaması şeklinde sıralanabilir (Döner, 2018:140).

LÜH, son olarak 6446 sayılı *Elektrik Piyasası Kanunu* ile düzenlenmiştir. Yapılan düzenlemelerle lisanssız üretim yapma koşulları belirlenmiş, 500 kW olan LÜH 1 MW'ye çıkarılmıştır. Lisanssız üreticilere yönelik diğer teşvikler YE teknolojilerini kullanarak ürettikleri elektriğin tüketimi aşan kısmını SFG'den yararlanarak şebekeye satabilmeleri ve kendi ihtiyaçlarını karşılamak üzere 1.000 kWh kurulu kapasiteye kadar inşa ettikleri YE tesislerinin plan ve projeleri için hizmet bedeli alınmamasıdır (Berksoy ve Akbaş Akdoğan, 2018:29).

Lisans alacak üreticileri de YE teknolojilerini kullanma konusunda teşvik etmek için birtakım uygulamalar mevcuttur. *Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği*<sup>11</sup> ne göre ön lisans ve üretim lisansı başvuru bedelinin yalnızca yüzde 10'unun ödenmesi, YE üretim tesisinin tamamlanmasını izleyen ilk 8 yıl için lisans bedeli alınmaması (Döner, 2018:142), EPDK'ya lisans almak için başvuru yapılması halinde YE üreticilerine öncelik tanınması YE teknolojilerininin teşvikine yönelik uygulamalardır (Berksoy ve Akbaş Akdoğan, 2018:29).

#### **4.3.1.3. Yerli Ekipman İlavesi**

Yerli ekipman ilavesi, lisans sahibi olan kişilerin YE üretiminde kullanacağı ekipmanların yerli olmasını teşvik etmek amacıyla uygulanan bir mekanizmadır (Döner, 2018:133). Yerli ekipman ilavesi, primli TG benzeri bir uygulama olup yerli ekipman için yapılacak olan ilave ödeme, SFG'nin üzerine eklenmektedir. Yerli ekipman ilavesi, 5 yıl için uygulanacak bir teşvik mekanizmasıdır (Berksoy ve Akbaş Akdoğan, 2018:27).

Tablo 4.5'de görüldüğü üzere, yerli ekipman ilavesinde her bir YE teknolojisinin ekipmanı için ayrı ayrı oranlarda dolar cinsinden ödeme yapılmaktadır. Yerli ekipman ilavesi ve SFG'nin birlikte uygulanması halinde YE

---

<sup>11</sup> 02/11/2013 tarih ve 28809 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır.

üreticilerine her ikisinin toplamı ödenmektedir. 01.01.2016 tarihi itibarıyla sona ermiş olan yerli ekipman ilavesi Bakanlar Kurulu Kararı<sup>12</sup> ile 2020 yılına kadar mevcut fiyatlarla devam edecektir (Eser ve Polat, 2015:219).

**Tablo 4.5: Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Teknolojileri İçin Yerli Ekipman İlavesi**

Yenilenebilir Enerji Teknolojisi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (USD Sent/kWh)
<b>Hidro</b>	1.Türbin	1,3
	2.Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
<b>Rüzgâr</b>	1.Kanat	0,8
	2.Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
	3.Türbin kulesi	0,6
	4.Rotor ve nasel gruplarındaki mekanik aksamın tamamı	1,3
<b>Güneş</b>	1.PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0,8
	2.PV modülleri ve modülü oluşturan hücreler	1,3-3,5
	4.İnvertör	0,6
	5.PV modeli üzerine güneş ışını odaklayan malzeme	0,5
	6.Radyasyon toplama tüpü	2,4
	7.Yansıtıcı yüzey levhası	0,6
	8.Güneş takip sistemi	0,6
	9.Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1,3
	10.Kulede güneş ışını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2,4
	11.Stirling motoru	1,3
	12.Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	0,6
	<b>Biyokütle</b>	1.Akışkan yataklı buhar kazanı
2.Sıvı veya gaz yataklı buhar kazanı		0,4
3.Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu		0,6
4.Buhar veya gaz türbini		2,0
5.İçten yanmalı motor veya stirling motoru		0,9
6.Jeneratör ve güç elektroniği		0,5
7.Kojenerasyon sistemi		0,4
<b>Jeotermal</b>	1.Buhar veya gaz türbini	1,3
	2.Jeneratör ve güç elektroniği	0,7
	3.Buhar enjektörü veya vakum kompresörü	0,7

**Kaynak:** 5346 sayılı Kanun, 2 Sayılı Cetvel, [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/y\\_mevzuat.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/y_mevzuat.aspx), (Erişim Tarihi: 01.02.2018).

LÜH ile SFG’nin eşanlı uygulanmasını bir örnekle açıklamak gerekirse, güneş enerjisinden elektrik üreten bir kişi Türkiye’de üretilen FV modüllerini kullanıyor olsun. Bu kişi teşvik olarak 13,3 USD sent/kWh SFG ile 1,3 USD sent/kWh LÜH teşvikinin toplamı olan 14,6 USD sent/kWh’lik bir gelir elde etmiş olacaktır (Eser ve Polat, 2015:219).

<sup>12</sup> 24/06/2016 tarih ve 29752 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.

#### 4.3.1.4. Arazi Kullanımına Yönelik Teşvikler

5346 sayılı Kanun'un 8 inci maddesine göre YE teknolojilerinden elektrik enerjisi üretimi yapmak amacıyla ihtiyaç duyulan tesis, ulaşım yolları ve şebeke bağlantısına kadar olan enerji nakil hatları gibi alanlar için Hazine'nin özel mülkiyetindeki orman vasfındaki araziler ve devletin tasarrufundaki taşınmazlar bedeli karşılığında kiralanabilir, irtifak hakkı tesis edilebilir veya kullanımına izin verilebilir. Ayrıca *Mera Kanunu*<sup>13</sup> kapsamındaki mera, yaylak, kışlak ve kamuya ait otlak ile çayırlar tahsis amacı değiştirilerek Hazine adına tescil ettirilip bedeli karşılığı YE üreticisine kiralanabilir veya irtifak hakkı tesis edilebilir.

5346 sayılı Kanun'un yayın tarihi itibarıyla işletme halindeki tesislerde dâhil olmak üzere 2020 yılının sonuna kadar faaliyete başlayacak YE üretim tesisleri yatırım ve işletme dönemlerinin ilk 10 yılı için kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerinin yalnızca yüzde 15'ini ödeyecekler ve Orman Köylüleri Kalkındırma Geliri ile Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Geliri'nden muaf tutulacaklardır. Ayrıca 5346 sayılı Kanun kapsamındaki HES'lerin rezervuar alanlarının Hazine'nin özel mülkiyetindeki veya devletin tasarrufundaki taşınmaz mallar olması halinde bu alanlar bedelsiz olarak kullanılabilir. Milli park, tabiat parkı gibi özellikli alanlar ile sit alanlarında ilgili kurumun olumlu görüşü alınarak YE teknolojilerinden elektrik üretimi gerçekleştirilebilecektir (Döner, 2018:136).

#### 4.3.1.5. İhale Sistemi

Türkiye'de ihale sistemi, 2016 yılında yayınlanan *YEKA* ile uygulanmaya başlamıştır. İhale sisteminin uygulanma amacı, YE'den elektrik üreten tesislerde ihtiyaç duyulan ileri teknoloji ekipmanların yurt içinde üretimi ve teminini sağlamaktır. Sistem *YEKA* kullanım hakkı yarışması vasıtasıyla uygulanmakta olup ilk örneği 2017 yılında Konya-Karapınar'da güneş enerjisi için verilmiştir. İhalenin koşulları; Türkiye sınırları dâhilinde 500 MW kurulu kapasiteye sahip bir tesis inşa edilmesi, yerli ekipman kullanımı ve yerli mühendis istihdamıdır. İkinci ihale de yine 2017 yılında 5 farklı bölgede 1.000 MW'lik rüzgâr enerjisi santrali kurulması için düzenlenmiştir. Bu ihalenin koşulları ise 10 yıl boyunca rüzgâr enerjisi ekipmanlarına yönelik Ar-Ge çalışması yapılması ve bu Ar-Ge

<sup>13</sup> 28/02/1998 ve 23272 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır.

çalışmalarında yüzde 80 oranında Türk mühendis çalıştırılmasıdır (Berksoy ve Akbaş Akdoğan, 2018:31).

#### **4.3.2. Vergisel Teşvikler**

YE teknolojilerinin kullanımını yaygınlaştırmak amacıyla dünyanın pek çok ülkesinde uygulanan ÖTV istisnası, emlak vergisi istisnası gibi teşvikler Türkiye’de uygulanmamaktadır (Eser ve Polat, 2015:220). Türkiye’de YE teknolojilerine uygulanan vergisel teşvikler; damga vergisi istisnası, kurumlar vergisi istisnası ve KDV istisnasıdır. YE teknolojilerine uygulanan diğer vergisel teşvikler ise 01 Ocak 2012 tarihinde uygulanmaya başlanan yatırım teşvik programı kapsamında yer almaktadır (Ulusoy ve Bayraktar Daştan, 2018:150).

##### **4.3.2.1. Kurumlar Vergisi ve KDV İstisnası**

*6446 sayılı Kanun*’un geçici 3 üncü maddesine göre 2023 yılı sonuna kadar elektrik dağıtım şirketleri ve elektrik üretim şirketlerinin özelleştirilmesi çalışmaları kapsamında yapılacak olan devir, bölünme, kısmi bölünme ve birleşme işlemleri neticesinde ortaya çıkan kazançlar kurumlar vergisinden istisnadır (Döner, 2018:138). Ayrıca aynı kanunun geçici 3 üncü maddesi kapsamında yapılacak olan teslim ve hizmetler de KDV’den istisnadır.

##### **4.3.2.2. Damga Vergisi İstisnası**

Damga vergisi istisnası, Türkiye’de 2012 yılına kadar YE teknolojilerine uygulanan tek vergisel teşviktir (Sezer, 2012:52). YE üretim tesislerinin yatırım döneminde yapılan işlemler harçtan muaf tutulmakta ve düzenlenen kâğıtlar damga vergisinden istisna edilmektedir (Döner, 2018:138). Ayrıca *6446 sayılı Kanun*’a göre organize toptan elektrik piyasalarında yapılan işlemlere yönelik düzenlenen kâğıtlar damga vergisinden istisna edilmektedir (Berksoy ve Akbaş Akdoğan, 2018:31).

##### **4.3.2.3. 2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar**

*2012/3305 sayılı Karar*<sup>14</sup> kapsamında uygulanan teşvik sistemi; genel teşvik uygulamaları, bölgesel teşvik uygulamaları, büyük ölçekli yatırımların teşviki ve stratejik yatırımların teşviki olmak üzere dört grupta incelenmektedir. Genel

---

<sup>14</sup> 19/06/2012 tarih ve 28328 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Bakanlar Kurulu Kararı’dır.

teşvik uygulamaları yatırım konularından herhangi birisinin kapsamına giren, belirlenmiş asgari sabit yatırım koşulunu sağlayan tüm yatırımları içermektedir. YE üreticilerine genel teşvik uygulamaları kapsamında uygulanacak vergisel teşvikler; KDV istisnası, gümrük vergisi muafiyeti ve 6. bölgede gerçekleştirilecek yatırımlar için gelir vergisi stopajı desteğidir.

Bölgesel teşvik uygulamaları, bölgeler arasında oluşan gelişmişlik farkının ortadan kaldırılması amacıyla uygulanan bölgesel bazlı teşviklerdir. Türkiye, 6 teşvik bölgesine ayrılmış ve her bir yatırım türü için asgari yatırım tutarları belirlenmiştir. 1. ve 2. bölgelerde asgari yatırım tutarı 1 milyon TL iken, diğer bölgeler için asgari yatırım tutarı 500.000 TL'dir. 6. bölge için ayrıca yüzde 38'lik bir işgücü maliyeti indirimi söz konusudur. YE üreticilerine uygulanan bölgesel teşvikler; genel teşviklere ilave olarak vergi indirimi, sigorta primi işveren hissesi desteği, yatırım yeri tahsisi, 1. ve 2. bölgeler hariç diğer bölgeler için faiz desteği, 6. bölge için gelir vergisi stopajı desteği ve sigorta primi desteğidir.

Büyük ölçekli yatırımların teşvikiyle Türkiye'nin teknolojik imkânlarının ve Ar-Ge kapasitesinin artırılması hedeflenmektedir. Büyük ölçekli yatırımlara yönelik teşvikler faiz desteği dışında bölgesel teşvikler ile aynıdır. Faiz desteği, büyük ölçekli yatırımların teşvikinde kullanılan bir mekanizma değildir. YE teknolojilerine yapılacak olan yatırımlar, büyük ölçekli yatırım kapsamında değerlendirilen konulardan olmadığı için büyük ölçekli yatırımlara yönelik teşvik uygulamalarından yararlanamamaktadır.

Stratejik yatırım uygulamalarıyla ithalat bağımlılığı yüksek ara ürünler ve nihai ürünlerin üretilmesi hedeflenmekte olup, minimum 50 milyon TL yatırım yapılması koşuluna dayanmaktadır. Stratejik yatırım uygulamaları kapsamında sunulan teşvikler bölgesel teşviklerin tamamını kapsamakta ve ilave olarak KDV iadesi uygulanmaktadır. Ayrıca bu uygulamada faiz desteği tüm bölgeler için mevcuttur. Elektrik üretimi stratejik yatırımlar kapsamında doğrudan yer almamaktadır. Yalnızca stratejik yatırım yapılması halinde bu yatırımı yapan kişinin elektrik enerjisi üretimini doğal gaz dışında bir enerji kaynağından kendisi üretmesi halinde stratejik yatırım olarak değerlendirilmektedir.



## SONUÇ

1973 Petrol Krizi sonrasında dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi anlaşılmış, 2000'li yıllara gelindiğinde bu alanda yapılan çalışmalar önemli bir ivme kazanmış ve pek çok ülkede bu teknolojilere yönelik teşvikler artmıştır. IEA üyesi ülkelerde yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik teşvikler incelendiği zaman Avrupa ülkelerinde temel teşvik mekanizmasının tarife garantisi, ABD'de ise temel teşvik mekanizmasının yenilenebilir portföy standardı olduğu ve vergisel teşviklerin Avrupa'da tamamlayıcı teşvik mekanizması olarak kullanılırken ABD'de temel teşvik mekanizması olarak kullanıldığı görülmüştür.

Yenilenebilir enerji teknolojilerine olan ilgi ve teşviklerde artış yaşansa da bu teknolojilerden enerji üretimi hala istenilen düzeyde gerçekleşmemektedir. Yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik yatırımların beklenen düzeyde gerçekleşmemesinin nedeni bu teknolojilerin gelişmesinin önünde çeşitli engeller bulunmasıdır. Çalışmada, yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesinin önündeki engeller; piyasa başarısızlıkları, ekonomik engeller ve finansman engelleri, teknik engeller, idari engeller ve sosyo-kültürel engeller olmak üzere beş başlıkta ele alınmıştır. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesinin önündeki engellerin büyük bir bölümü, maliyetleri artırıcı bir etkiye sahip olsa da parasal kaynaklı olmayan engellerde söz konusudur. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesinin önündeki bu engellerin aşılmasında özel sektör tek başına yeterli olmamakta ve kamunun çeşitli biçimlerde müdahalesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesinin önündeki ilk engel grubu, piyasa başarısızlıklarıdır. Piyasa yapısından kaynaklanan problemler; monopol veya oligopollerin varlığı, geleneksel enerji teknolojilerinin kullanımının neden olduğu negatif dışsallıkların fiyatlandırılmaması, yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaydığı pozitif dışsallıkların göz ardı edilmesi, asimetrik enformasyon ve belirsizlikler, geleneksel enerjiye uygulanan sübvansiyonların yenilenebilir enerji teknolojilerine uygulanmaması hatta bu teknolojilerin vergilendirilmesidir. Bu engellerin aşılması konusunda kamunun üzerine düşen görevler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Piyasaların yeterince serbestleşmemiş olmasından kaynaklanan tekelleşmenin önüne geçebilmek amacıyla kanun ve düzenlemeler yapmaktır. Türkiye’de bu konuda 2001 yılından itibaren yapılan kanun ve düzenlemeler ile enerji piyasasının serbestleşmesi konusunda önemli bir ilerleme kaydedilmiştir.
- Şebeke bağlantısı gibi altyapı yatırımlarının gereksinim duyulan düzeyde olmamasından kaynaklanan tekelleşmenin önüne geçebilmek amacıyla altyapı yatırımlarında kamu-özel ortaklıkları kurulmalıdır.
- Geleneksel enerji teknolojilerinin kullanımının neden olduğu negatif dışsallıkların içselleştirilmesi hususunda kamunun başvurabileceği mekanizmalar; karbon ticareti, karbon vergisi, çevre kredisi ve hibedir. Çevre kredisi ve hibe yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımını teşvik ederek geleneksel teknolojilerin kullanımını azaltmakta ve negatif dışsallıkları dolaylı yollardan içselleştirmektedir. Karbon ticareti ve karbon vergisi ise negatif dışsallıkların içselleştirilmesinde doğrudan etkiye sahip olan mekanizmalardır.
- Geleneksel enerji teknolojilerine kamu tarafından uygulanan teşvikler hızla sonlandırılmalı buraya aktarılacak olan fonlar yenilenebilir enerjinin teşvikinde kullanılmalıdır.
- Kamunun ihtiyaç sahiplerine yapacağı yakıt yardımı yenilenebilir enerji teknolojisi kurulum masraflarını üstlenmek şeklinde yerine getirilmelidir.
- Kamu kurumlarının enerji ihtiyacı yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmalı ve yeni binaların ruhsat alabilme koşullarına yenilenebilir enerji teknolojileri kullanımı koşulu eklenmelidir. Bu sayede yenilenebilir teknolojilerin kullanımını teşvik edilmiş olacaktır.
- Yenilenebilir enerji teknolojileri katma değer vergisinden ve özel tüketim vergisinden muaf tutulmalı, hızlandırılmış amortisman uygulanmalı, bu teknolojilerin henüz emekleme aşamasında olduğu Türkiye’de ekipman ithalatı gümrük vergisinden muaf tutulmalı ancak sonrasında yerli ekipman üretimi teşvik edilmelidir. Türkiye’de 2012 yılında yürürlüğe giren Yatırım Teşvik Programı’nın doğrudan yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik olmaması bu teknolojilere yönelik doğrudan bir vergisel teşvik uygulaması ihtiyacını sürekli gündemde tutmaktadır.

- Yenilenebilir enerji teknolojilerinin kurulumu ve işletilmesi aşamalarında ihtiyaç duyulan bilginin doğru bir şekilde, kısa sürede ve en ucuza temin edilebilmesi için üniversite ve teknik okullarda teknik personel yetiştirilmesinin önü açılmalı ve eğitimini tamamlayanlar kamu tarafından istihdam edilerek bu konuda kurulacak olan danışmanlık şirketlerinde çalıştırılmalıdır.
- Potansiyel yenilenebilir enerji yatırımcılarının gereksinim duydukları danışmanlık hizmetlerinin finansmanı kamu tarafından yapılmalıdır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesinin önündeki ekonomik engeller; başlangıç yatırım maliyetlerinin yüksek olması, işlem maliyetlerinin yüksek olması ve geleneksel yakıtların fiyat istikrarsızlığı riskinin göz ardı edilmesidir. Bu engellerin aşılması konusunda kamunun üzerine düşen görevler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Yüksek olan başlangıç yatırım maliyetinin potansiyel yatırımcılar üzerindeki etkisini hafifletmek amacıyla kamu-özel ortaklıkları kurmak veya yatırımcılara kredi, hibe gibi çeşitli imkânlar sunmaktır.
- Yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişim gösterdiği ilk yıllarda tarife garantisi gibi gelir güvencesi sunan bir teşvik mekanizmasının uygulanması daha doğru iken teknolojinin gelişmesiyle birlikte enerji piyasasında rekabet gücünü artırabilmek amacıyla yenilenebilir portföy standardı, ihale sistemi gibi piyasa temelli teşvik mekanizmalarının uygulanması daha doğru olacaktır.
- Yenilenebilir enerji teknolojilerine yatırımcıların ilgisini artırmak amacıyla teşvik mekanizmalarının çeşitlendirilmesi gerekmektedir.
- Teşviklerin piyasa ve yenilenebilir teknolojilerde yaşanan gelişmelere paralel olarak güncel hale getirilmesi, uzun vadeli ve istikrarlı bir şekilde uygulanması gerekmektedir.
- Türkiye’de yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik temel teşvik mekanizması olan sabit fiyat garantisinin 2020 yılında sona ermesi diğer ülkeler ile kıyaslandığında Türkiye’de tarife garantisi süresinin oldukça kısa olduğu eleştirilerine neden olmaktadır. Bu nedenle Türkiye’de teşvikin süresi uzatılabilir ve garanti edilen tutarlar güncellenebilir.

- Son dönemde yükselen enflasyonun tarife garantisi ödemelerinin reel değerini azalttığı göz önüne alındığında Türkiye’de belli bir süre için enflasyona ayarlı tarife garantisi modeli uygulanabilir.
- Bölgesel bazda ve teknoloji türlerine göre farklılaşan düzeylerde sabit fiyat garantisi uygulanarak yatırımların belirli bölgelerde ve belirli teknoloji türlerinde yoğunlaşmasının önüne geçilebilir.
- Geleneksel yakıtların fiyatının siyasi ve ekonomik konjonktürde yaşanan gelişmelerden yoğun olarak etkilendiği ve bu etkinin büyüklüğünü tahmin etmenin zor olduğu kamu tarafından göz ardı edilmemelidir.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesinin önündeki finansman engelleri; sermaye maliyetinin yüksek olması ve gereksinim duyulan sermaye veya krediye erişimin zor olmasıdır. Bu engellerin aşılması konusunda kamunun üzerine düşen görevler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Yenilenebilir enerji yatırımcılarına düşük faizli, uzun vadeli kredi imkânı sunulmasıdır.
- Ayrıca küçük ölçekli yenilenebilir enerji üreticilerinin sermaye gereksinimini karşılamak için kamu garantörlüğünden yararlanmasının önü açılmalı veya bu yatırımcılara hibe uygulanmalıdır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesinin önündeki teknik engeller; şebeke erişim problemleri, dağıtık üretim neticesinde karşılaşılan enerji kalitesine yönelik problemler, yenilenebilir enerji üretiminin istikralı olmayışı, yenilenebilir enerji teknolojilerinin kurulumu, işletilmesi ve denetiminde görev alacak teknik personel sayısının yetersiz olması, alan bulma konusunda karşılaşılan problemler ve Ar-Ge yatırımlarının yeterli düzeyde olmamasıdır. Bu engellerin aşılması konusunda kamunun üzerine düşen görevler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Geleneksel enerji şebekelerinde enerji akışı tek yönlü olarak enerji hizmeti sunan şirketten enerji hizmeti satın alana doğru gerçekleşmekte iken yenilenebilir enerji şebekelerinde enerji akışı çift yönlü bir şekilde gerçekleşmektedir. Şebeke yapısının geleneksel enerji santrallerine uygun olmasının yol açtığı problemi aşmak için kamunun altyapı yatırımları yapmasına gereksinim duyulmaktadır.

- Dağıtık üretimin teşvik edilmesi ve enerji kalitesi konusunda karşılaşılan problemlerin çözüme kavuşturulması için net ölçüm sistemi uygulanmalıdır. Kalitesi yüksek olan yenilenebilir enerji üretiminin tüketimi aşan kısmı, elektrik hizmeti sunanlar tarafından satın alınarak tüketicilerin aynı zamanda yenilenebilir enerji üreticisi olmasının önü açılmalıdır.
- Yenilenebilir enerji teknolojilerini kullanarak enerji üretmek isteyenlerin ihtiyaç duydukları ekipmanın yerli olmasını teşvik etmek amacıyla Ar-Ge destekleri sunulmalıdır. Türkiye’de yenilenebilir enerji üretiminde kullanılacak ekipmanın yerli olmasını teşvik etmek amacıyla *5346 sayılı Kanun*’un 2 sayılı cetvelinde yer alan yerli ekipman üretimine yönelik teşvikler bu alanda Ar-Ge çalışmaları yapılmasının önünü açmıştır. Bu cetveldeki teşvik edilecek ekipman sayısının ve teşvik tutarlarının bir miktar daha iyileştirilmesi önerilebilir.
- Yenilenebilir enerji üretiminde yaşanan anlık iniş çıkışların önüne geçebilmek amacıyla depolama sistemleri kurulmalıdır. Kurulacak bu depolama sistemlerinin ithalatının önüne geçmek için ise Ar-Ge desteği sunulmalıdır.
- Enerji üretiminde kaynak portföyü çeşitlendirilerek kesintisiz enerji üretiminin önü açılmalıdır.
- Yenilenebilir enerji teknolojilerinin kurulacağı alanların şebekeye yakın olması zorunluluğu yatırımcıların karşılaştığı en önemli sorunlardandır. Kamunun bu konuda yatırımcılara sağlayabileceği kolaylık şebekeye yakın yerlerdeki kamu arazilerini yenilenebilir enerji yatırımcılarına bedelsiz olarak kiralamaktır. Türkiye’de yenilenebilir enerji üreticilerine bu konuda bir teşvik uygulanmaktadır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesinin önündeki idari engeller; kurumların yetersizliği, standartların ve kanuni mevzuatın eksikliği, prosedürlerin şeffaf olmayışı ve zaman alması, mevzuatın karmaşıklığı, mevzuatlar arası terminoloji farklılığı, çevresel etki değerlendirme raporunun alınması esnasında karşılaşılan zorluklar ve lisans alma konusunda yetkili kurum sayısının birden fazla olmasıdır. Bu engellerin aşılması konusunda kamunun üzerine düşen görevler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Projelendirme ve diğer tüm bürokratik süreçler tek merkezden yürütülmelidir.
- Yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik kurumlar ve sivil toplum kuruluşları arasında hatta ülkeler arasında işbirlikleri kurulmalıdır.
- Geleneksel enerji teknolojilerine yönelik hazırlanan standartlar bir kenara bırakılarak yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik standartların oluşturulması konusunda bir çalışma yapılmalıdır.
- Türkiye’de yenilenebilir enerjiye yönelik kanuni mevzuatın oluşturulması amacıyla yapılan çalışmalar 2005 yılında başlamış ve kanuni mevzuat ile ikincil mevzuata yönelik düzenlemeler önemli ölçüde tamamlanmıştır. Dikkat edilmesi gereken husus kanuni mevzuatta sık sık değişikliğe gidilmemesi, kanunların istikrarlı bir şekilde uygulanmasıdır.
- Kanuni mevzuatta açık olmayan noktalar bir an önce aydınlığa kavuşturulmalıdır.
- Kanuni mevzuata yönelik düzenlemelerde politik açıdan herhangi bir baskı uygulanmamalı, bazı grupların çıkarları değil toplumunun tamamının yararı gözetilmelidir.
- Potansiyel yenilenebilir enerji yatırımcılarının yatırım öncesindeki izin alma süreçleri kısaltılmalıdır.
- Lisans alma konusunda karşılaşılabilecek problemlere karşı Türkiye’de kamunun önemli bir düzenlemesi mevcuttur. Yenilenebilir enerji teknolojilerinden 1 MW’ye kadar gerçekleştirilecek enerji üretimi lisanstan muaf tutulmuştur. Lisanssız üretim hakkının yenilenebilir enerji teknolojileri gelişim sürecini tamamlayana kadar uygulanması önerilebilir.
- Çevresel etki değerlendirme raporlarından küçük ölçekli yenilenebilir enerji santralleri muaf tutulmalıdır. Çünkü bu santraller çevre üzerinde herhangi bir olumsuzluğa neden olmamaktadır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesinin önündeki sosyo-kültürel engeller; bu teknolojilere insanların yabancı olması, geleneksel enerji santrallerinin aksine insanların rahatlıkla görebilecekleri alanlara kurulmaları, rüzgâr enerjisi santrallerinin görüntü ve gürültü kirliliğine neden olması, biyokütle tesislerinin görüntü kirliliğine neden olması ve kötü koku yayması, jeotermal su

veya gazın çevrede neden olduğu tahribat, hidroelektrik santrallerinin çevre üzerinde neden olduğu olumsuzluklar ve güneş enerjisi santrallerinin geniş alan kullanımı ve görüntü kirliliğine neden olmasıdır. Bu engellerin aşılması konusunda kamunun üzerine düşen görevler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Radyo, televizyon, gazete gibi yayın organlarının yanı sıra çağımızın en önemli iletişim araçlarından olan internette bu teknolojilerin tanıtıldığı kamu spotları yayınlanabilir.
- Yenilenebilir teknolojilerin gelecekteki kullanıcıları olan öğrencilere ilköğretimden başlayarak lisans eğitiminin sonuna kadar bu teknolojilerin tanıtıldığı dersler okutulabilir.
- Norfolk (Birleşik Krallık) örneğinde olduğu gibi yenilenebilir enerji müzeleri kurulabilir.
- Ayrıca insanların rahatlıkla görebilecekleri alanlara kurulan bu santrallerin yarattığı negatif algıyı ortadan kaldırmak amacıyla bu santrallerin kurulduğu alanlarda farklı tasarımlar oluşturulabilir. Bu konudaki en güzel örnek güneş enerjisi santralının panda şeklinde dizayn edildiği Çin’de verilmiştir.
- Gürültü kirliliğine neden olan rüzgâr enerjisi santralleri eski tip rüzgâr enerjisi santralleridir. Bu tip rüzgar enerjisi santrallerinin ve biyokütle tesislerinin yerleşim alanlarından uzak bölgelere kurulması konusunda kamunun yol gösterici olması gerekmektedir.
- Jeotermal su veya gazın çevreye vereceği zararı ortadan kaldırmak için reenjeksiyon sisteminin uygulanması gerekmektedir. Bu konuda kamunun üzerine düşen görev ise jeotermal enerji santrallerinde bu sistemin mevcut olup olmadığı konusunda denetimler yapmaktır.
- Çevre üzerinde pek çok olumsuz etkisi bulunan büyük ölçekli hidroelektrik santrallerin kurulmasına izin verilmemeli, küçük ölçekli hidroelektrik santrallerin kurulmasına yönelik teşvik edici politikalar uygulanmalıdır.
- Güneş enerjisi santrallerinin geniş alan kullanımının önüne geçmek için çatı üstü panel sistemlerinin kurulumu yaygınlaştırılabilir. Ayrıca çorak alanlarda bu teknolojilerin kurulup işletilmesinin önü açılabilir.

Sonuç olarak, geçmişte uygulanan enerji politikalarının Dünya’da yarattığı tahribatın etkisini bir nebze olsun hafifletmek ve Dünya’yı gelecek kuşaklara bir miras olarak aktarabilmek için tüm ülkelerin hızlı bir şekilde yenilenebilir enerji teknolojilerine yatırım yapması gerekmektedir. Bu teknolojilerin hayatımıza girmesinin üzerinden kısa bir zaman geçmiş olması nedeniyle pek çok engelin mevcut olduğu ve bu engellerin aşılmasında kamu ve özel sektörün işbirliğinin kaçınılmaz olduğu gerçeği unutulmamalıdır.

Türkiye, yenilenebilir enerji potansiyeli bakımından zengin bir ülke olmakla birlikte Avrupa ülkeleri ve ABD göz önüne alındığında yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik politikalar konusunda henüz yolun başındadır. Türkiye, uyguladıkları teşvikler ile yenilenebilir enerji yatırımlarını artıran ülkeleri göz önünde bulundurarak en etkin politika tasarımını oluşturmalıdır.



## KAYNAKÇA

- Abdmouleh, Zeineb, Rashid Alammari ve Adel Gastli (2015); "Review Of Policies Encouraging Renewable Energy Integration & Best Practices," *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, Cilt 45, s. 249-262.
- Abolhosseini, Shahrouz ve Almas Heshmati (2014); "The Main Support Mechanisms To Finance Renewable Energy Development," *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, Cilt 40, s. 876-885.
- Acar, Sevil, Lucy Kitson ve Richard Bridle (2015); *Türkiye'de Kömür ve Yenilenebilir Enerji Teşvikleri*, GSI, İsviçre.
- Akyüz, Emrah (2015); "Türkiye'nin Enerji Görünümü ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi," *Akademik Bakış Dergisi*, Sayı 49, s. 494-504.
- Al-Abdullah, Anwar (1999); "The Carbon Tax Debate," *Applied Energy*, Sayı 64, s. 3-13.
- Alagappan, Lakshmi, Ren Orons ve Woo Chi-Keung (2011); "What Drives Renewable Energy Development," *Energy Policy*, Cilt 39, s. 5099-5104.
- Altın, Vural (2004); "Nükleer Enerji-Yeni Ufuklara," *Bilim ve Teknik Dergisi*, s. 2-23.
- Altun, İsmail (2005); "Enerji Piyasalarında Hidroelektrik Enerjinin Yeri ve Arz Güvenliği," *V. Enerji Sempozyumu*, 21-23 Aralık, Ankara.
- Altuntop, Necdet ve Doğan Erdemir (2013); "Dünyada ve Türkiye'de Güneş Enerjisi İle İlgili Gelişmeler," *Mühendis ve Makine Dergisi*, Cilt 54, Sayı 639, s. 69-77.
- Aras, Haydar (2003); "Wind Energy Status and Its Assessment In Turkey," *Renewable Energy*, Cilt 28, Sayı 14, s. 2213-2220.
- Arısoy, Ahmet, GÜNDÜZ Ateşok, Ahmet Bayülken, Taner Derbentli, Figen Kadırgan, Haluk Karadoğan, Filiz Karaosmanoğlu, Sermin Onaygil, Mustafa Onur, Güven Önal, Bihret Önöz, Atilla Özgener, Abdurrahman Satman, Umran Serpen, Mete Şen, Altuğ Şişman, Süleyman Tolun, İstemi Ünsal (2007); *Türkiye'de Enerji ve Geleceği İTÜ Görüşü*, İstanbul Teknik üniversitesi, İstanbul.
- Ataç, Engin (2004); *Bütçe*, Açıköğretim Fakültesi Yayını, Eskişehir.
- Aydın, Nurhan (2007); *Sermaye Maliyeti*, Açıköğretim Fakültesi Yayını, Eskişehir.
- BAKA (2012); *Biyokütle Sektör Raporu*, <https://www.baka.org.tr/uploads/1349952570BiYOKUTLE-SEKTOR-RAPORU-11EYLUL.pdf>, (Erişim Tarihi: 24.09.2018).

- BAKKA; <https://www.bakka.gov.tr/assets/haberler/ilgelifotograflar/Dalga-Enerji-Santrali.pdf>, (Erişim Tarihi: 23.05.2019).
- Balbay, Asım (2015); “Doğal Gaz Enerjisi ve Konut Isıtmada Kullanımının Deneysel Araştırılması, Siirt İli Örneği,” *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt 4, Sayı 1, s. 26-34.
- Barradale, Merrill Jones (2008); *Impact Of Policy Uncertainty On Renewable Energy Investment: Wind Power and PTC*, [https://www.iaee.org/en/students/best\\_papers/Merrill\\_Barradale.pdf](https://www.iaee.org/en/students/best_papers/Merrill_Barradale.pdf), (Erişim Tarihi: 20.05.2018).
- Barradale, Merrill Jones (2010); “Impact Of Public Policy Uncertainty On Renewable Energy Investment: Wind Power And The Production Tax Credit,” *Energy Policy*, Cilt 38, Sayı 12, s. 7698-7709.
- Barton, David (2003); “Social And Technical Barriers And Options For Renewable Energy On Remote Developed Islands. Case Study: Norfolk Island,” *ANZSES 2003 Destination Renewables Conference*, 26-29 Kasım, Melbourne Avustralya.
- Beck, Fredric ve Eric Martinot (2004); “Renewable Energy Policies and Barriers,” *Encyclopedia Of Energy*, Cilt 5, s. 365-383.
- Berksoy, Turgay ve Dilek Akbaş Akdoğan (2018); “Yenilenebilir Enerjide Kamu Politikaları ve Türkiye,” *Journal Of Life Economics*, Sayı 3, s. 19-42.
- Berry, Trent ve Mark Jaccard (2001); “The Renewable Portfolio Standard: Design Considerations And An Implementation Survey,” *Energy Policy*, Sayı 29, s. 263-277.
- Biber, Ahmet Emre (2010); “İktisadi Büyümede Kurumsal Faktörler ve Kurumsal Değişim,” *Akademik Bakış Dergisi*, Sayı 19, s. 1-24.
- Biswas, Md Multan, Md Shafiul Azim, Tonmoy Kumar Saha, Umama Zobayer ve Monalisa Chowdhury Urmi (2013); “Towards Implementation Of Smart Grid: An Updated Review On Electrical Energy Storage Systems,” *Smart Grid And Renewable Energy*, Sayı 4, s. 122-132.
- Bolkesjø, Torjus Folsland, Petter Thørring Eltvig ve Erik Nygaard (2014); “An Econometric Analysis of Support Scheme Effects on Renewable Energy Investments in Europe,” *Energy Procedia*, Cilt 58, s. 2-8.
- Bozkurt, Süleyman ve Rıfat Tür (2015); “Dünyada ve Türkiye’de Hidroelektrik Enerji, Gelişimi ve Genel Değerlendirme,” *4. Su Yapıları Sempozyumu*, 19-20 Kasım, Antalya, s. 322-330.
- BP (2018a); *BP Statistical Review of World Energy*, <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).

- BP (2018b); *BP Statistical Review of World Energy June 2018*, <https://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>, (Erişim Tarihi: 10.07.2018).
- Brolund, Johan ve Robert Lundmark (2013); “Induced Innovation And Renewable Energy Policies For Bioenergy,” *Forest Biomass Conference*, 07-10 Ekim, İsveç.
- Brown, Ashley ve Louisa Lund (2013); “Distributed Generation: How Green? How Efficient? How Well-Priced?,” *The Electricity Journal*, Cilt 26, Sayı 3, s. 28-34.
- Brown, Marilyn (2001); “Market Failures And Barriers As A Basis For Clean Energy Policies,” *Energy Policy*, Sayı 29, s. 1197-1207.
- Bulundu, Hüseyin ve Selim Serkan Say (2016); *Genel Doğal Gaz*, UGETAM Yayınları, İstanbul.
- Butler, Lucy ve Karsten Neuhoff (2008); “Comparison Of Feed-In Tariff, Quota And Action Mechanisms To Support Wind Power Development,” *Renewable Energy*, Cilt 33, s. 1854-1867.
- Byrnes, Liam, Colin Brown, John Foster ve Liam Wagner (2013); “Australian Renewable Energy Policy: Barriers And Challenges,” *Renewable Energy*, Sayı 60, s.711-721.
- Canik, Baki, Mehmet Çelik ve Zafer Arıgün (2000); *Jeotermal Enerji*, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Yayınları, Ankara.
- Cansino, Jose´, Mari´a del Pablo-Romero, Roci´o Roma´n ve Roci´o Yniguez (2010); “Tax Incentives To Promote Gromote Green Electricity: An Overview Of EU-27 Countries,” *Energy Policy*, Cilt 38, s. 6000-6008.
- Carley, Sanya (2009); “State Renewable Energy Electricity Policies: An Empirical Evaluation Of Effectiveness,” *Energy Policy*, Cilt 37, Sayı 8, s. 3071-3081.
- Carley, Sanya, Lincoln Davies, David Spence ve Nikolaos Ziogiannis (2018); “Empirical Evaluation Of The Stringency And Design Of Renewable Portfolio Standards,” *Nature Energy*, Cilt 3, Sayı 9, s. 754-763.
- Carrasco, Juan Manuel, Jan Bialasiewicz, Ramón Portillo Guisado ve José Ignacio León (2006); “Power-Electronic Systems For The Grid Integration Of Renewable Energy Sources: A Survey,” *IEEE Transactions On Industrial Electronics*, Cilt 53, Sayı 4, s. 1002-1016.
- CEER (2018); *Tendering Procedures For RES In Europe: State Of Play And First Lessons Learnt*, <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/167af87c-5472-230b-4a19-f68042d58ea8>, (Erişim Tarihi: 26.03.2019).
- Chan, Matthew (2015); “Ocean Thermal Energy Conversion,” *Penn Sustainability Review*, Cilt 1, Sayı 7, s. 30-31.

- Clement, David, Matthew Lehman, Jan Hamrin ve Ryan Wiser (2005); *International Tax Incentives For Renewable Energy: Lessons For Public Policy*, <https://resource-solutions.org/wp-content/uploads/2015/08/IntPolicy-Renewable Tax Incentives.pdf>, (Erişim Tarihi: 15.04.2019).
- Coady, David, Ian Parry, Louis Sears ve Baoping Shang (2015); *How Large Global Energy Subsidies?*, <http://elibrary.imf.org/view/IMF001/22552-9781513532196/22552-9781513532196/22552-9781513532196.xml>, (Erişim Tarihi: 10.06.2018).
- COMESA (2017); *Feed-In Tariffs Guidelines*, <https://www.comesa.int/wp-content/uploads/2017/12/FIT-Guidelines.pdf>, (Erişim Tarihi: 27.11.2018).
- Connor, Peter, Veit Burger, Luuk Beurkens, Karin Ericsson ve Christiane Egger (2013); “Devising Renewable Heat Policy: Overview Of Support Options,” *Energy Policy*, Cilt 59, s. 3-16.
- Cory, Karlynn ve Blair Swezey (2007); *Renewable Portfolio Standards In The States: Balancing Goals And Implementation Strategies*, NREL No: TP-670-41409, Colorado.
- Cory, Karlynn, Toby Couture ve Claire Kreycik (2009); *Feed-In Tariff Policy: Design, Implementation and RPS Policy Interactions*, NREL No: TP-6A2-45549, Colorado.
- Couture, Toby ve Karlynn Corry (2009); *State Clean Energy Policies Analysis (SCEPA) Project: An Analysis Of Renewable Energy Feed- In Tariffs In The United States*, NREL No: TP-6A2-45551, Colorado.
- Couture, Toby, Karlynn Corry, Claire Kreycik ve Emily Williams (2010); *A Policymaker’s Guide To Feed-In Tariff Policy Design*, NREL No: TP-6A2-44849, Colorado.
- Couture, Toby ve Yves Gagnon (2010); “An Analysis Of Feed-In Tariff Remuneration Models: Implications For Renewable Energy Investment,” *Energy Policy*, Cilt 38, s. 955-965.
- Crago, Lasco Christine ve Ilya Chernyakhovskiy (2014); “Solar PV Technology Adoption In The United States: An Empirical Investigation Of State Policy Effectiveness,” *Agricultural & Applied Economics Association’s 2014 AAEA Annual Meeting*, 27-29 Temmuz, Minneapolis.
- anka Kılıç, Fatma (2011); “Biyogaz, nem, Genel Durumu ve Türkiye’deki Yeri,” *Mühendis ve Makine Dergisi*, Cilt 52, Sayı 617, s. 94-106.
- anka Kılıç, Fatma (2015); “Güneş Enerjisi, Türkiye’deki Son Durumu ve retim Teknolojileri,” *Mühendis ve Makine Dergisi*, Cilt 56, Sayı 671, s. 28-40.
- anka Kılıç, Fatma ve Mehmet Keskin Kılıç (2013); “Jeotermal Enerji ve Türkiye,” *Mühendis ve Makine Dergisi*, Cilt 54, Sayı 639, s. 45-56.

- Çelikkaya, Hasan (2016); *Biyogaz*, [https://fka.gov.tr/sharepoint/userfiles/Icerik\\_Dosya\\_Ekleri/FKA\\_ARASTIRMA\\_RAPORLARI/B%c4%b0YOG\\_AZ.pdf](https://fka.gov.tr/sharepoint/userfiles/Icerik_Dosya_Ekleri/FKA_ARASTIRMA_RAPORLARI/B%c4%b0YOG_AZ.pdf), (Erişim Tarihi: 24.09.2018).
- Çelikkaya, Ali (2017a); “Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerde Yenilenebilir Enerjiye Sağlanan Teşvikler Üzerine Bir İnceleme,” *Sayıştay Dergisi*, Sayı 104, s. 1-26.
- Çelikkaya, Ali (2017b); “Yenilenebilir Enerjinin Teşvikine Yönelik Uluslararası Kamu Politikaları Üzerine Bir İnceleme,” *Maliye Dergisi*, Sayı 172, s. 52-84.
- Çelikkaya, Ali (2018); “Dünyada Yenilenebilir Enerji Yatırımlarına Sağlanan Vergi Teşviklerinin Değerlendirilmesi,” *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt 20, Sayı 1, s. 357-384.
- Çıtak, Emre ve Pınar Buket Kılınc Pala (2016); “Yenilenebilir Enerjinin Enerji Güvenliğine Etkisi,” *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 25, s. 79-102.
- Çiçek, Hüseyin Güçlü ve Serdar Çiçek (2012); “Karbon Vergisi İle Karbon Ticareti İzinlerinin Karşılaştırılması,” *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, Sayı 47, s. 95-119.
- Çokan, Metin (2004); “Dalga Enerjisi (Dalga Elektrik Santralleri),” *5. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, 26-28 Mayıs, İstanbul, s. 1-8.
- Dalkır, Özcan ve Elif Şeşen (2011); *Çevre ve Temiz Enerji: Hidroelektrik*, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Davies, Lincoln (2009); “Energy Policy Today And Tomorrow-Toward Sustainability?,” *Journal Of Land Resources & Environmental Law*, Cilt 29, Sayı 1, s. 71-89.
- Del Carpio-Huayllas, Tesoro Elena, Dorel Ramos, Ricardo Lean Vasquez Arnez (2012); “Feed-In And Net Metering Tariffs: An Assessment For Their Application On Microgrid Systems,” *2012 Sixth IEEE/PES Transmission And Distribution: Latin America Conference And Exposition*, 3-5 Eylül, Uruguay.
- Delmas, Magali ve Maria Montes-Sancho (2011); “U.S. State Policies For Renewable Energy: Context And Effectiveness,” *Energy Policy*, Cilt 39, s. 2273-2288.
- Deloitte (2011); *Yenilenebilir 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), (Erişim Tarihi: 06.12.2018).
- Demirtaş, Özgür (2013); *Türkiye'nin Enerji Görünümü*, [https://ekonomi.isbank.com.tr/ContentManagement/Documents/ar\\_13\\_2013.pdf](https://ekonomi.isbank.com.tr/ContentManagement/Documents/ar_13_2013.pdf), (Erişim Tarihi: 07.06.2019).

- Dernbach, John (2011); “Creating The Law Of Environmentally Sustainable Economic Development,” *Pace Environmental Law Review*, Cilt 28, Sayı 3, s. 614-641.
- Dijk, Albert Van, L.W. Beurskens, M.G Boots, M.B. Kaal, T.j. De Lange, Emid Van Sambeek ve Martine Uyterlinde (2003); *Renewable Energy Policies And Market Developments*, <https://publications.ecn.nl/PdfFetch.aspx?nr=ECN-C--03-029>, (Erişim Tarihi: 04.12.2018).
- Dinçer, Furkan, İpek Atik, Şaban Yılmaz ve Ali Çıngı (2017); “Hidrolik Enerjisinden Yararlanmada Ülkemiz ve Gelişmiş Ülkelerin Mevcut Durumlarının Analizi,” *Mühendislik Dergisi*, Cilt 8, Sayı 3, s. 555-561.
- Dong, Changgui (2012); “Feed-In Tariff vs. Renewable Portfolio Standard: An Empirical Test Of Their Relative Effectiveness In Promoting Wind Capacity Development,” *Energy Policy*, Cilt 42, s. 476-485.
- Döner, İbrahim (2018); *Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Muhasebe, Vergi Uygulamaları, Sektöre Sağlanan Teşvik ve Hibeler*, Gazi Kitabevi, Ankara.
- DPT (2001); *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, [www3.kalkinma.gov.tr/DocObjects/Download/3228/oik585.pdf](http://www3.kalkinma.gov.tr/DocObjects/Download/3228/oik585.pdf), (Erişim Tarihi:01.01.2018).
- Dufo-López, Rodolfo ve Jose Bernal-Agustín (2015); “A Comparative Assessment Of Net Metering And Net Billing Policies,” *Energy*, Cilt 84, s. 684-694.
- EIA (2013); *Updated Capital Cost Estimates For Utility Scale Electricity Generating Plants*, [https://www.eia.gov/outlooks/capitalcost/pdf/updated\\_capcost.pdf](https://www.eia.gov/outlooks/capitalcost/pdf/updated_capcost.pdf), (Erişim Tarihi:01.01.2018).
- EIA (2016); *Capital Cost Estimates for Utility Scale Electricity Generating Plants*, [https://www.eia.gov/analysis/studies/powerplants/capitalcost/pdf/capcost\\_assumption.pdf](https://www.eia.gov/analysis/studies/powerplants/capitalcost/pdf/capcost_assumption.pdf), (Erişim Tarihi:01.01.2018).
- Eid, Cherrelle, Javier Reneses Guillén, Pablo Frías Marín ve Rudi Hakvoort (2014); “The Economic Effect Of Electricity Net-Metering With Solar PV: Consequences For Network Cost Recovery, Cross Subsidies And Policy Objectives,” *Energy Policy*, Cilt 75, s. 244-254.
- Ekins, Paul (1999); “European Environmental Taxes And Charges: Recent Experience, Issues And Trends,” *Ecological Economics*, Cilt 31, Sayı 1, s. 39-62.
- Ellabban, Omar, Haitham Abu-Rub ve Frede Blaabjerg (2014); “Renewable Energy Resources: Current Status, Future Prospects And Their Enabling Technology,” *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, Cilt 39, s. 748-764.
- EPDK (2018a); *2017 Petrol Piyasası Sektör Raporu*, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara.

- EPDK (2018b); *2017 Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu*, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara.
- EPDK (2018c); *2017 Elektrik Piyasası Piyasa Gelişim Raporu*, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara.
- Eser, Levent Yahya ve Sedat Polat (2015); “Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımına Yönelik Teşvikler: Türkiye ve İskandinav Ülkeleri Uygulamaları,” *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, Sayı 12, s. 201-225.
- Espey, Simone (2001); “Renewables Portfolio Standard: A Means For Trade With Electricity From Renewable Energy Sources?,” *Energy Policy*, Cilt 29, s. 557-566.
- Eral, Meral (2015); *Nükleer Güç Santralleri ve Ülkemiz*, [http://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/1423037b0f99b51\\_ek.pdf](http://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/1423037b0f99b51_ek.pdf), (Erişim Tarihi, 22.09.2018).
- Erdener, Hülya, Serdar Erkan, Ela Eroğlu, Nadiye Gür, Erce Şengül ve Nurcan Baç (2013); *Sürdürülebilir Enerji ve Hidrojen*, ODTÜ Yayıncılık, Ankara.
- Erdoğan, Selahattin (2016); *Arz Güvenliği Bakışı İle Türkiye’de Enerji Politikaları*, Orion Kitabevi, Ankara.
- Eroğlu, Gonca ve Mesut Şahiner (2017); *Dünyada ve Türkiye’de Uranyum ve Toryum*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü No: 3, Ankara.
- ETKB (2014); *Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı*, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara.
- ETKB (2017); *Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü*, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, Ankara.
- Expert Group on Renewable Energy (2005); *Increasing Global Renewable Energy Market Share Recent Trends and Perspectives*, [https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/energy/op/beijing\\_re\\_egm/beijing\\_re\\_report.pdf](https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/energy/op/beijing_re_egm/beijing_re_report.pdf), (Erişim Tarihi: 01.01.2018).
- Fıçıcı, Ferit (2008); “Rüzgâr Enerji Sistemlerinin Çevresel Yönden İncelenmesi,” *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, Sayı 3, s. 49-55.
- Fıratoglu, Bahşayış (2007); *Piyasa Aksaklıkları, Ekonomik Faaliyetler Ve Hukuki Düzenleme*, Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Raporu No: BF/2, Ankara.
- Ford, Gerald, Chris Niblett ve Lauren Walker (1983); “Ocean Thermal-Energy Conversion,” *IEEE Proc.*, Cilt 130, Sayı 2, s. 93-100.
- Foster, Robert, Majid Ghassemi ve Alma Cota (2009); *Solar Energy: Renewable Energy And The Environment*, CRC Press, ABD.

- Fouquet, Doerte ve Thomas Johansson (2008); "European Renewable Energy Policy At Crossroads-Focus On Electricity Support Mechanisms," *Energy Policy*, Cilt 36, s. 4079-4092.
- Foxon, Tim ve Peter Pearson (2008); "Overcoming Barriers To Innovation And Diffusion Of Cleaner Technologies: Some Features Of A Sustainable Innovation Policy Regime," *Journal of Cleaner Production*, Cilt 16, Sayı 1, s. 148-161.
- Fuchs, Doris ve Maarten Arentsen (2002); "Green Electricity In The Market Place: The Policy Challenge," *Energy Policy*, Cilt 30, Sayı 6, s. 525-538.
- Gan, Lin, Gunnar Eskeland ve Hans Kolshus (2007); "Green Electricity Market Development: Lessons From Europe And The US," *Energy Policy*, Cilt 35, s. 144-155.
- Gillingham, Kenneth ve James Sweeney (2010); *Harnessing Renewable Energy In Electric Power Systems-Theory, Practice, Policy*, John Hopkins University, ABD.
- Gipe, Paul (2006); *Renewable Energy Policy Mechanisms*, [www.wind-works.org/cms/fileadmin/user\\_upload/RenewableEnergyPolicyMechanismsbyPaulGipe.pdf](http://www.wind-works.org/cms/fileadmin/user_upload/RenewableEnergyPolicyMechanismsbyPaulGipe.pdf), (Erişim Tarihi: 04.03.2018).
- Goldman, Dana Paul, John McKenna ve Marty Murphy (2005); *Financing Projects That Use Clean-Energy Technologies: An Overview of Barriers and Opportunities*, NREL No: TP-600-38723, Colorado.
- Gouchoe, Susan, V. Everette ve Rusty Haynes (2002); *Case Studies On The Effectiveness Of State Financial Incentives For Renewable Energy*, NREL No: SR-620-32819, Colorado.
- Gökdemir, Murat, Murat İhsan Kömürcü ve Taylan Ulaş Evcimen (2012); *Türkiye'de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış*, [http://www.imo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/d8c5e9986a1c41b\\_ek.pdf?dergi=260](http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/d8c5e9986a1c41b_ek.pdf?dergi=260), (Erişim Tarihi: 23.05.2019).
- Gülsaç, Işıl Işık (2009); "Okyanuslardan Gelen Enerji Dalga Enerjisi," *Bilim ve Teknik*, s. 58-61.
- Gültekin, Esmâ ve Ahmet Uğur (2019); "OECD Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Makro Ekonomik Belirleyicileri: Rüzgâr Enerjisi Modeli," *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı 53, s. 325-342.
- Gümüş, Turgut (2000); "Dışsallık ve Kayıtdışı Ekonomi Kavramına İlişkin Bir Değerlendirme," *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Sayı 3, s. 63-70.
- Gürsoy, Umur (2004); *Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Türk Tabipler Birliği Yayınları, Ankara.



- Haas, Reinhard, Christian Panzer, Gustav Resch, Mario Ragwitz, Gemma Reece ve Anne Held (2011); "A Historical Review Of Promotion Strategies For Electricity From Renewable Energy Sources In EU Countries," *Renewable And Sustainable Energy*, Cilt 15, s. 1003-1034.
- Haas, Reinhard, Wolfgang Eichhammer, Claus Huber, Ole Langniss, Arturo Lorenzoni, Reinhard Madlener, Philippe Menanteau, Poul Erik Morthorst, A. Martins, Anna Oniszk, Joachim Schleich, Adrian Smith, Z. Vaas ve Aviel Verbruggen (2004); "How To Promote Renewable Energy Systems Successfully And Effectively," *Energy Policy*, Cilt 32, s. 833-839.
- Hassett, Kevin ve Gilbert Metcalf (1995); "Energy Tax Credits And Residential Conservation Investment: Evidence From Panel Data," *Journal Of Public Economics*, Cilt 57, s. 201-217.
- Hayli, Selçuk (2001); "Rüzgâr Enerjisinin Önemi, Dünya'da ve Türkiye'deki Durumu," *Firat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt 11, Sayı 1, s. 1-26.
- Held, Anne, Mario Ragwitz, Malte Gephart, Erika de Viser ve Corinnas Klessmann (2014); *Design Features Of Support Schemes For Renewable Electricity*, ECOFYS No: DESNL 13116.
- Herzog, Antonia, Timothy Lipman ve Daniel Kammen (2001); *Renewable Energy Sources*, Encyclopedia of Life Support Systems, USA.
- Hogg, Katy ve Ronan O'Regan (2010); *Renewable Energy Support Mechanisms: An Overview*, [https://content.schweitzer-online.de/static/catalog\\_manager/live/media\\_files/representation/zd\\_std\\_orig\\_zd\\_schw\\_orig/016/858/680/9781905783397\\_content\\_pdf\\_1.pdf](https://content.schweitzer-online.de/static/catalog_manager/live/media_files/representation/zd_std_orig_zd_schw_orig/016/858/680/9781905783397_content_pdf_1.pdf), (Erişim Tarihi:23.09.2018).
- Huang, Ming-Yuan, Janaki Alavalapati, Douglas Carter ve Matthew Langholtz (2007); "Is The Choice Of Renewable Portfolio Standards Random?," *Energy Policy*, Cilt 35, s. 5571-5575.
- IDFC (2010); *Barriers To Development Of Renewable Energy In India & Proposed Recommendations*, <http://www.idfc.com/pdf/publications/Discussion-paper-on-Renewable-Energy.pdf>, (Erişim Tarihi: 01.01.2018).
- IPCC (2012); *Renewable Energy Sources And Climate Change Mitigation Summary For Policymakers And Technical Summary*, [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SRREN\\_FD\\_SPM\\_final-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SRREN_FD_SPM_final-1.pdf), (Erişim Tarihi: 01.01.2018).
- IRENA (2013); *Overcoming Barriers to Authorizing Renewable Power Plants and Infrastructure*, [https://www.irena.org/\\_media/Files/IRENA/Agency/Events/2013/Jan/12\\_1/11\\_Gubina.pdf?la=en&hash\\_5E5EDBA2865A9779BF429AEA94782044B62B045D](https://www.irena.org/_media/Files/IRENA/Agency/Events/2013/Jan/12_1/11_Gubina.pdf?la=en&hash_5E5EDBA2865A9779BF429AEA94782044B62B045D), (Erişim Tarihi:01.01.2018).
- İlkılıç, Cumali (2003); "Rüzgâr Enerjisi ve Kullanımı," *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, Sayı 4, s. 44-48.

- İlkılıç, Zeynep (2016); “Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi ve Rüzgâr Enerji Sistemlerinin Gelişimi,” *Yaşam Bilimleri Dergisi*, Cilt 6, Sayı 2/2, s. 1-13.
- Jaccard, Mark (2004); “Renewable Portfolio Standard,” *Encyclopedia Of Energy*, Cilt 5, s. 413-421.
- Jaffe, Adam ve Robert Stavins (1994); “The Energy-Efficiency Gap What Does It Mean?,” *Energy Policy*, Cilt 10, Sayı 22, s. 804-810.
- Jager, David de ve Max Rathmann (2008); *Policy Instrument Design To Reduce Financing Costs In Renewable Energy Technology Projects*, [http://iea-retd.org/wp-content/uploads/2011/10/Policy\\_Main-Report.pdf](http://iea-retd.org/wp-content/uploads/2011/10/Policy_Main-Report.pdf), (Erişim Tarihi: 25.03.2019).
- Jenner, Steffen (2012); “Did Feed-In Tariffs Work? An Econometric Assessment,” *SSRN Electronic Journal*, s. 1-23.
- Jenner, Steffen, Felix Groba ve Joe Indvik (2013); “Assessing The Strength And Effectiveness Of Renewable Electricity Feed-In Tariffs In European Union Countries,” *Energy Policy*, Cilt 52, s. 385-401.
- Johnson, Erik (2011); *The Price Elasticity Of Supply Of Renewable Electricity Generation: Evidence From State Renewable Portfolio Standards*, Georgia Tech No: WP2011-001, Atlanta.
- Joshi, Janak (2017); *Policy Effectiveness, Spatial Dependencies And Energy Market: Evidence From The Renewable Portfolio Standard*, [http://www.janakjoshi.com/uploads/3/9/4/9/39495193/jjoshi\\_rps\\_manuscript.pdf](http://www.janakjoshi.com/uploads/3/9/4/9/39495193/jjoshi_rps_manuscript.pdf), (Erişim Tarihi: 23.05.2018).
- Kadıoğlu, Sedat ve Zarife Tellioğlu (1996); “Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Çevreye Etkileri,” *TMMOB 1. Enerji Sempozyumu*, 12-14 Kasım, Ankara.
- Kahn, Edward ve Charles Goldman (1987); “Impact Of Tax Reform On Renewable Energy And Cogeneration Projects,” *Energy Economics*, Cilt 9, Sayı 4, s. 215-226.
- Karagöl, Erdal Tanas, Salihe Kaya ve Yusuf Emre Koç (2016); *2016’da Enerji*, <https://setav.org/assets/uploads/2016/12/enerji.pdf>, (Erişim Tarihi: 07.06.2019).
- Kaya, Halil İbrahim ve Yüksel Bayraktar (2019); “Hukuki Düzenlemeler, Politika Destekleri ve Mali Teşviklerin Yenilenebilir Enerjinin Gelişimindeki Rolü: Çin Halk Cumhuriyeti Örneği,” *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt 20, Sayı 1, s. 164-180.
- Kaya, Kadir ve Erdem Koç (2015); “Enerji Üretim Santralleri Maliyet Analizi,” *Mühendis ve Makine*, Cilt 56, Sayı 660, s. 61-68.
- Kaya, Mustafa Göktuğ (2018); *Yenilenebilir Enerji ve Yeşil Enerji Açısından Vergi Politikası*, Gazi Kitabevi, Ankara.

- Kitzing, Lena, Catherine Mitchell ve Paul Erik Morthorst (2012); “Renewable Energy Policies In Europe, Converging Or Diverging,” *Energy Policy*, Cilt 51, s. 192-201.
- Koç, Erdem ve Kadir Kaya (2015); “Enerji Kaynakları-Yenilenebilir Enerji Durumu,” *Mühendis ve Makine Dergisi*, Cilt 56, Sayı 668, s. 36-47.
- Koç, Erdem ve Mahmut Can Şenel (2013); “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu, Genel Değerlendirme,” *Mühendis ve Makine Dergisi*, Cilt 54, Sayı 639, s. 32-44.
- Koçar, Günnur, Ahmet Eryaşar, Özben Ersöz, Şefik Arıcı ve Asiye Gül Bayrakçı (2013); “Biyokütle Enerjisine Sektörel Yaklaşım: İzmir Örneği,” *Mühendis ve Makine Dergisi*, Cilt 54, Sayı 639, s. 78-85.
- KPMG (2016); *Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Vergi ve Teşvikler*, <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2016/05/tr-yenilenebilir-enerjiye-yonelik-vergi-ve-tesvikler.pdf>, (Erişim Tarihi: 19.01.2018).
- Kreiss, Jan, Karl-Martin Ehrhart ve Marie-Christin Haufe (2017); “Appropriate Design Of Auctions For Renewable Energy Support-Prequalifications And Penalties,” *Energy Policy*, Cilt 101, s. 512-520.
- Kydes, Andy (2007); “Impacts Of A Renewable Portfolio Generation Standard On US Energy Markets,” *Energy Policy*, Cilt 35, s. 809-814.
- Langniss, Ole ve Ryan Wiser (2003); “The Renewables Portfolio Standard In Texas: An Early Assessment,” *Energy Policy*, Cilt 31, s. 527-535.
- Le Grand, Julian (1991); “The Theory Of Government Failure,” *British Journal Of Political Science*, Cilt 21, Sayı 4, s. 423-442.
- Leepa, Claudia ve Matthias Unfried (2013); “Effects Of A Cut-Off In Feed-In Tariffs On Photovoltaic Capacity: Evidence From Germany,” *Energy Policy*, Cilt 56, s. 536-542.
- Lehmann, Paul (2013); “Supplementing An Emissions Tax By A Feed-In Tariff For Renewable Electricity To Address Learning Spillovers,” *Energy Policy*, Cilt 61, s. 635-641.
- Lesser, Jonathan ve Xuejuan Su (2008); “Design Of An Economically Efficient Feed-In Tariff Structure For Renewable Energy Development,” *Energy Policy*, Cilt 36, s. 981-990.
- Lewis, Joanna ve Ryan Wiser (2007); “Fostering A Renewable Energy Technology Industry: An International Comparison Of Wind Industry Policy Support Mechanisms,” *Energy Policy*, Cilt 35, s. 1844-1857.
- Lyon, Thomas ve Haitao Yin (2010); “Why Do States Adopt Renewable Portfolio Standards?: An Empirical Investigation,” *The Energy Journal*, Cilt 31, Sayı 3, s. 131-156.

- Mabee, Warren, Justine Mannion ve Tom Carpenter (2012); “Comparing The Feed-In Tariff Incentives For Renewable Electricity In Ontario and Germany,” *Energy Policy*, Cilt 40, s. 480-489.
- MAPEG (2017); *2017 Yılı Petrol ve Doğal Gaz Arama-Üretim İstatistikleri*, Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Marata, Gerard, Olegario Soldevila Ferrer, Jeff Dorrill ve Erin Larkin Watkins (2010); “Renewable Energy Incentives In The United States And Spain: Different Paths-Same Destination?,” *Journal Of Energy & Natural Resources Law*, Cilt 28, Sayı 4, s. 481-502.
- Margolis, Robert ve Jarett Zuboy (2006); *Nontechnical Barriers to Solar Energy Use: Review of Recent Literature*, NREL No: TP-520-40116, Colorado.
- Marques, Anto'nio, Jose' Fuinhas ve Pires Manso (2010); “Motivations Driving Renewable Energy In European Countries: A Panel Data Approach,” *Energy Policy*, Cilt 38, s. 6877-6885.
- Martinot, Eric, Ryan Wisser ve Jan Hamrin (2005); *Renewable Energy Policies And Markets In The United States*, [http://www.martinot.info/Martinot et al CRS.pdf](http://www.martinot.info/Martinot_et_al_CRS.pdf), (Erişim Tarihi: 24.03.2019).
- MEB (2011a); *Yenilenebilir Enerji Kaynakları 1*, [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Yenilenebilir%20Enerji%20Kaynaklar%C4%B1%20I.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Yenilenebilir%20Enerji%20Kaynaklar%C4%B1%20I.pdf), (Erişim Tarihi: 23.09.2018).
- MEB (2011b); *Enerji Üretimi*, [www.megep.meb.gov.tr/mte\\*program-modul/moduller-pdf/Enerji%20Üretimi.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte*program-modul/moduller-pdf/Enerji%20Üretimi.pdf), (Erişim Tarihi: 24.09.2018).
- MEB (2013); *Doğal Gaz Bina İçi Tesisat Montajı*, [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Yenilenebilir%20Enerji%20Kaynaklar%C4%B1%20I.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Yenilenebilir%20Enerji%20Kaynaklar%C4%B1%20I.pdf), (Erişim Tarihi: 01.06.2018).
- Menanteau, Philippe, Dominique Finon ve Marie-Laure Lamy (2003); “Prices Versus Quantities: Choosing Policies For Promoting The Development Of Renewable Energy,” *Energy Policy*, Cilt 31, s. 799-812.
- Mendonça, Miguel (2007); *Feed-In Tariffs: Accelerating The Deployment Of Renewable Energy*, Earthscan, Londra.
- Menz, Fredric ve Stephan Vachon (2006); “The Effectiveness Of Different Policy Regimes For Promoting Wind Power: Experiences From The States,” *Energy Policy*, Cilt 34, s. 1786-1796.
- Mezher, Toufic, Gihan Dawelbait ve Zeina Abbas (2012); “Renewable Energy Policy Options For Abu Dhabi: Drivers and Barriers,” *Energy Policy*, Cilt 42, s. 315-328.
- Mir-Artigues, Pere ve Pablo Del Río (2014); *Combining Tariffs, Investment Subsidies And Soft Loans In A Renewable Electricity Deployment Policy*, IEB No:2014/23, Barselona.

- Morthorst, Poul Erik (2000); "The Development Of A Green Certificate Market," *Energy Policy*, Cilt 28, s. 1085-1094.
- Nacar Koçer, Nilüfer ve Ayhan Ünlü (2007); "Doğu Anadolu Bölgesinin Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi," *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, s. 175.181.
- Nogee, Alan, Jeff Deyette ve Steve Clemmer (2007); "The Projected Impacts Of A National Renewable Portfolio Standard," *The Electricity Journal*, Cilt 20, Sayı 4, s. 33-47.
- Nurbay, Nida ve Ali Çınar (2005); "Rüzgâr Türbinlerinin Çeşitleri ve Birbirleriyle Karşılaştırılması," 3. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, 19-21 Ekim, Mersin, s. 164-168.
- O'Brien, Virginia Sonntag ve Eric Usher (2004); "Mobilising Finance For Renewable Energies" *Secretariat of the International Conference for Renewable Energies*, Ocak 2004, Bonn.
- Oral, Faruk, Rasim Behçet ve Kadir Aykut (2017); "Hidroelektrik Santral Rezervuar Verilerinin Enerji Üretimi Amaçlı Değerlendirilmesi," *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt 6, Sayı 2, s. 29-38.
- Owen, Anthony David (2006); "Renewable Energy: Externality Costs As Market Barriers," *Energy Policy*, Sayı 34, s. 632-642.
- Örer, Gürkan, Aydoğan Özdamar, Turgut Gürsal ve Necdet Özbalta (2003); "Dalga Enerjisi Tesislerine Genel Bakış," 2. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, 15-18 Ekim, İzmir, s. 1-16.
- Öz, Ersan ve Selçuk Buyrukoğlu (2012); "Negatif Dışsallıkların Önlenmesinde Çevresel Vergiler Türkiye ve OECD Ülkeleri Karşılaştırması," *TİSK Akademi*, Cilt 7, Sayı 14, s. 84-107.
- Özdemir, Engin, Şule Özdemir, Koray Erhan ve Ahmet Aktaş (2017); "Akıllı Şebekelerde Enerji Depolama Uygulamalarının Önündeki Fırsatlar ve Karşılaşılan Zorluklar," *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 32, Sayı 2, s. 499-506.
- Öztürk, Derya Ezgi ve Erkan Kalaycı (2010); "Türkiye Enerji Piyasası İçin Yenilenebilir Enerji Sertifikalarının Değerlendirilmesi," *Türkiye 12. Enerji Kongresi*, 14-16 Kasım, Ankara.
- Öztürk, Hasan Hüseyin (2013); *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Pablo-Romero, María del, Antonio Sánchez-Braza ve Marc Perez (2013); "Incentives To Promote Solar Thermal Energy In Spain," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Cilt 22, s. 198-208.
- Painuly, Jyoti Prasad (2001); "Barriers To Renewable Energy Penetration; A Framework For Analysis," *Renewable Energy*, Cilt 24, Sayı 1, s. 73-89.

- Palmer, Karen ve Dallas Burtraw (2005); “Cost Effectiveness Of Renewable Electricity Policies,” *Energy Economics*, Cilt 27, Sayı 6, s. 873-894.
- Pegels, Anna (2010); “Renewable Energy In South Africa: Potentials, Barriers And Options For Support,” *Energy Policy*, Sayı 38, s. 4945-4954.
- Peker, Zeynep (2002); “Rüzgâr Enerjisinin Çevresel Etkileri ve Bu Etkilerin Azalmasında Planlamanın Rolü,” *Mühendis ve Makine*, Cilt 43, Sayı 509, s. 36-40.
- PETFORM; [K9G7TG9Q/turkiyede-petrol-uretimi.html](http://K9G7TG9Q/turkiyede-petrol-uretimi.html), (Erişim Tarihi: 21.05.2019).
- Pirlogea, Corina (2011); “Barriers To Investment In Energy From Renewable Sources,” *Economia. Seria Management*, Cilt 14, Sayı 1, s. 132-140.
- Poullikkas, Andreas, George Kourtis ve Ioannis Hadjipaschalis (2013); “A Review Of Net Metering Mechanism For Electricity Renewable Energy Sources,” *International Journal Of Energy And Environment*, Cilt 4, Sayı 6, s. 975-1002.
- Prasad, Monica ve Steven Munch (2012); “State-Level Renewable Electricity Policies And Reductions In Carbon Emissions,” *Energy Policy*, Cilt 45, s. 237-242.
- Proença, Sara ve Miguel St. Aubyn (2013); “Hybrid Modelling To Support Energy-Climate Policy: Effects Of Feed-In Tariffs To Promote Renewable Energy In Portugal,” *Energy Economics*, Cilt 38, s. 176-185.
- Polzin, Friedemann, Michael Migendt, Florian Täube ve Paschen von Flotow (2015); “Public Policy Influence On Renewable Energy Investments—A Panel Data Study Across OECD Countries,” *Energy Policy*, Cilt 80, s. 98-111.
- Pudjianto, Danny, Marko Aunedi, Predrag Djapic ve Goran Strbac (2014); “Whole-Systems Assessment of the Value of Energy Storage in Low-Carbon Electricity Systems,” *IEEE Transactions On Smart Grid*, Cilt 5, Sayı 2, s. 1098-1109.
- Rabe, Barry (2007); “Race To The Top: The Expanding Role Of U.S. State Renewable Portfolio Standards,” *Sustainable Energy*, Cilt 7, Sayı 3, s. 9-17.
- Rader, Nancy ve Richard Norgaard (1996); “Efficiency And Sustainability In Restructured Electricity Markets: The Renewables Portfolio Standard,” *The Electricity Journal*, Cilt 9, Sayı 6, s. 37-49.
- Rader, Nancy ve Scott Hempling (2001); *The Renewables Portfolio Standard A Practical Guide*, National Association Of Regulatory Utility Commissioners, ABD.

- Reddy, Sudhakar ve Jyoti Prasad Painuly (2004); "Diffusion Of Renewable Energy Technologies Barriers And Stakeholders Perspectives," *Renewable Energy*, Cilt 29, Sayı 9, s. 1431-1447.
- REN21 (2018); *Renewables 2018 Global Status Report*, [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015\\_Onlinebook\\_low1.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf), (Erişim Tarihi: 01.09.2018).
- Rickerson, Wilson, Christina Hanley, Chad Laurent ve Chris Greacen (2013); "Implementing A Global Fund For Feed-In Tariffs In Developing Countries: A Case Study Of Tanzania," *Renewable Energy*, Cilt 49, s. 29-32.
- Rickerson, Wilson ve Robert Grace (2007); *The Debate Over Fixed Price Incentives For Renewable Electricity In Europe And The United States: Fallout And Future Directions*, Heinrich Böll Foundation, Almanya.
- Rigter, Jasper ve Georgeta Vidican (2010); "Cost And Optimal Feed-In Tariff For Small Scale Photovoltaic Systems In China," *Energy Policy*, Cilt 38, s. 6989-7000.
- Ringel, Marc (2006); "Fostering The Use Of Renewable Energies In The European Union: The Race Between Feed-In Tariffs And Green Certificates," *Renewable Energy*, Cilt 31, Sayı 1, s. 1-17.
- Rio, Pablo del ve Pedro Linares (2014); "Back To The Future? Rethinking Auctions For Renewable Electricity Support," *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, Cilt 35, s. 42-56.
- Rogner, Hans-Holger ve Anca Popescu (2000); *An Introduction To Energy*, United Nations Development Programme, ABD.
- Sağlam, Mustafa ve Tunay Sıdkı Uyar (2005); "Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli," *III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, 19-21 Ekim, Mersin.
- Savaşan, Fatih (2013); *Piyasa Başarısızlığından Devletin Başarısızlığına Kamu Ekonomisi*, Dora Yayıncılık, Bursa.
- Schallenberg-Rodriguez, Julieta (2017); "Renewable Electricity Support Systems: Are Feed-In Systems Taking The Lead?," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı 76, s. 1422-1439.
- Schallenberg-Rodriguez, Julieta ve Reinhard Haas (2012); "Fixed Feed-In Tariff Versus PremiumA Review Of The Current Spanish System," *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, Cilt 16, s. 293-305.
- Schelly, Chelsea, Edward Louie ve Joshua Pearce (2017); "Examining Interconnection And Net Metering Policy For Distributed Generation In The United States," *Renewable Energy Focus*, Cilt 22, s. 10-19.

- Sen, Souvik ve Sourav Ganguly (2017); “Opportunities, Barriers And Issues With Renewable Energy Development – A Discussion,” *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, Cilt 69, s. 1170-1181.
- Sezer, Yılmaz (2012); “Enerjide Yatırımcı ve Tüketici Fiyatlarının Vergi Boyutu,” *14. Uluslararası Enerji Arenası*, 24-25 Eylül, İstanbul.
- Shazmin, Shareena Azis, İbrahim Sipan ve Maimunah Sapri (2016); “Property Tax Assessment Incentives For Green Building: A Review,” *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, Cilt 60, s. 536-548.
- Shrimali, Gireesh ve Joshua Kniefel (2011); “Are Government Policies Effective In Promoting Deployment Of Renewable Electricity Resources?,” *Energy Policy*, Cilt 39, s. 4726-4741.
- Shrimali, Gireesh, Steffen Jenner, Felix Groba, Gabriel Chan ve Joe Indvik (2012); *Have State Renewable Portfolio Standards Really Worked? Synthesizing Past Policy Assessments to Build an Integrated Econometric Analysis of RPS Effectiveness in the U.S.*, [https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw\\_01.c.412667.de/dp1258.pdf](https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.412667.de/dp1258.pdf), (Erişim Tarihi: 18.05.2018).
- Sijm, Jos (2002); *The Performance Of Feed-In Tariffs To Promote Renewable Electricity In European Countries*, Energy Research Centre Of The Netherlands No:ECN-C—02-083, Petten.
- Sonel, Nurettin (1997); *Petrol Jeolojisi*, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Yayınları, Ankara.
- Stennett, Aidan (2010); *Incentivising Renewable Electricity-A Comparison Of Renewable Obligation Certificates And Feed-In Tariffs*, Northern Irelan Assembly No: NIAR 300-10, İrlanda.
- Stoutenborough, James ve Matthew Beverlin (2008); “Encouraging Pollution-Free Energy: The Diffusion Of State Net Metering Policies,” *Social Science Quarterly*, Cilt 89, Sayı 5, s. 1230-1251.
- Şahin, Ümit (2012); *Nükleer Enerjinin Sonu Mu? Fukuşima’dan Sonra Alternatif Enerji Politikalarına Uluslararası Bir Bakış Ülke Perspektifi: Türkiye*, Friedrich-Ebert-Stiftung Derneği Türkiye Temsilciliği Yayınları, İstanbul.
- Şen, Semih (2017); “Yenilenebilir Enerji Üretiminde Maliye Politikası Aracı Olarak Teşvikler: Seçilmiş Bazı Avrupa Ülkelerinin Deneyimleri Ve Türkiye,” *Journal of Life Economics*, Cilt 4, Sayı 1, s. 59-76.
- Şenyüz, Doğan, Mehmet Yüce ve Adnan Gerçek (2016); *Türk Vergi Sistemi*, Ekin Kitabevi, Bursa.
- Şimşek, Nevzat (1998); “Enerji Sorununun Çözümünde Jeotermal Enerji Alternatifi,” *Ekoloji Çevre Dergisi*, Cilt 8, Sayı 29, s. 15-20.



- Tamás, Mészáros Mátyás, Bade Shrestha ve Huizhong Zhou (2010); “Feed-In Tariff And Tradable Green Certificate In Oligopoly,” *Energy Policy*, Cilt 38, Sayı 8, s. 4040-4047.
- Tanaka, Makoto ve Yihsu Chen (2013); “Market Power In Renewable Portfolio Standards,” *Energy Economics*, Cilt 39, s. 187-196.
- Taşkın, Orçun (2018); “Türkiye’nin Temiz Enerjisi,” *Su Dünyası Dergisi*, Sayı 172, s. 36-47.
- Taşman, Cevat Eyub (1949); “Petrolün Türkiye’de Tarihçesi,” *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, Cilt 39, s. 14-22.
- TCMB (2013); *Enflasyon ve Fiyat İstikrarı*, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Yayını, Ankara.
- TCMB (2019); *Ödemeler Dengesi İstatistikleri*, <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/609ef884-3b3c-4bc3-84fe-9254244c3490/odemelerdengesi.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-609ef884-3b3c-4bc3-84fe-9254244c3490-mGL.s6->, (Erişim Tarihi: 22.05.2019).
- TEİAŞ, *Türkiye Kurulu Gücünün Yıllar İtibariyle Gelişimi*, <https://www.teias.gov.tr/tr/i-kurulu-guc-0>, (Erişim Tarihi: 22.05.2019).
- Teke, Orkun (2013); “Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji AR-GE Stratejilerinin Değerlendirilmesi,” *Mühendis ve Makine Dergisi*, Cilt 54, Sayı 640, s. 54-62.
- Tellerı’a, Jose’ Luis (2009); “Wind Power Plants And The Conservation Of Birds And Bats In Spain: A Geographical Assessment,” *Biodivers Conserv*, Sayı 18, s. 1781- 1791.
- Temurçin, Kadir ve Alpaslan Aliagaoglu (2003); “Nükleer Enerji ve Tartışmalar Işığında Türkiye’de Nükleer Enerji Gerçeği,” *Coğrafi Bilimler Dergisi*, Cilt 1, Sayı 2, s. 25-39.
- TKİK (2009); *Kömür Sektör Raporu (Linyit)*, Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- TKİK (2018); *2017 Kömür (Linyit) Sektör Raporu*, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, Ankara.
- TKİK (2019); *2018 Faaliyet Raporu*, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, Ankara.
- TTK (2015); *Taşkömürü Sektör Raporu*, Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü Yayınları, Zonguldak.
- TTK (2017); *2016 Yılı Taşkömürü Sektör Raporu*, Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü Yayınları, Zonguldak.

- Torrero, Edward (2000); *Renewable Energy Resources*, [https://www.researchgate.net/publication/314052627\\_Renewable\\_Energy\\_Resources](https://www.researchgate.net/publication/314052627_Renewable_Energy_Resources), (Erişim Tarihi: 01.06.2018).
- TPAO (2018); *2017 Yılı Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu*, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Ankara.
- TR 83 Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu (2012); <https://www.oka.org.tr/Documents/TR83%20B%C3%96LGES%C4%B0%20YEN%C4%B0LENEB%C4%B0L%C4%B0R%20ENERJ%C4%B0%20RAPORU.pdf>, (Erişim Tarihi: 06.11.2018).
- Tsoutsos, Theocharis ve Yeoryios Stamboulis (2005); “The Sustainable Diffusion Of Renewable Energy Technologies As An Example Of An Innovation Focused Policy,” *Technovation*, Sayı 25, s. 753-761.
- Tükenmez, Mine ve Erhan Demireli (2012); “Renewable Energy Policy In Turkey With The New Legal Regulations,” *Renewable Energy*, Cilt 39, Sayı 1, s. 1-9.
- Ulusoy, Ahmet ve Ceyda Bayraktar Daştan (2018); “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Vergisel Teşviklerin Değerlendirilmesi,” *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, Cilt 7, Sayı 17, s. 123-160.
- Üçgöl, İbrahim ve Ufuk Elibüyük (2016); “Okyanus Termal Enerji Dönüşümü (OTEC) Sistemi,” *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt 9, Sayı 1, s.87-94.
- Varınca, Kamil ve Gamze Varank (2005); “Rüzgâr Kaynaklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi ve Çözüm Önerileri,” *Enerji Kaynakları/Enerji Yönetimi Sempozyumu/YEKS 2005*, 3-4 Haziran, Kayseri, s. 1-10.
- Vasseur, Michael (2016); “Incentives Or Mandates? Determinants Of The Renewable Energy Policies Of U.S. Satetes,” *Social Problems*, Cilt 63, s. 284-301.
- Voogt, Monique, Maroeska Boots, Gerrit Jan Schaeffer ve John Martens (2000); “Renewable Electricity In A Liberalised Market-The Concept Of Green Certificates,” *Energy & Environment*, Cilt 11, Sayı 1, s. 65-79.
- Wan-Yih-hue (1996); *Net Metering Programs*, NREL No: SP-460-21651, Colorado.
- Wan, Yih-huei ve James Green (1998); *Current Experience With Net Metering Programs*, NREL No: CP-500-24527, Colorado.
- WEC (2016); *World Energy Resources 2016*, <https://www.worldenergy.org/publications/2016/world-energy-resources-2016/>, (Erişim Tarihi: 24.09.2018).

- Winkler, Harald (2005); "Renewable Energy Policy In South Africa: Policy Options For Renewable Electricity," *Energy Policy*, Cilt 33, s. 27-38.
- Wiser, Ryan, Christopher, Namovicz, Mark Gielecki ve Robert Smith (2007); *Renewables Portfolio Standards: A Factual Introduction To Experience From The United States*, Berkeley National Laboratory No: LBNL-62569, Kaliforniya.
- Wiser, Ryan, Galen Barbose, Edward Holt (2011); "Supporting Solar Power In Renewables Portfolio Standards: Experience From The United States," *Energy Policy*, Cilt 39, Sayı 7, s. 3894-3905.
- Wiser, Ryan, Jan Hamrin ve Meredith Wingate (2002); *Renewable Energy Policy Options For China: A Comparison Of Renewable Portfolio Standards, Feed-In Tariffs, And Tendering Policies*, [http://www.energytoolbox.org/gcre/bibliography/24\\_feed-in\\_RPS\\_tendering\\_FINAL.pdf](http://www.energytoolbox.org/gcre/bibliography/24_feed-in_RPS_tendering_FINAL.pdf), (Erişim Tarihi: 25.03.2019).
- Wiser, Ryan, Kevin Porter, Mark Boliner ve Heather Raitt (2005); "Does It Have To Be This Hart? Implementing The Nation's Most Complex Renewables Portfolio Standards," *The Electricity Journal*, Cilt 18, Sayı 8, s. 55-67.
- Wiser, Ryan ve Ole Langniss (2001); *The Renewables Portfolio Standard In Texas: An Early Assessment*, Lawrence Berkeley National Laboratory No: LBNL-49107.doc, Kaliforniya.
- Worrell, Ernst ve Lynn Price (2001); "Policy Scenarios For Energy Efficiency Improvement In Industry," *Energy Policy*, Sayı 29, s. 1223-1241.
- WRI (2008); *Renewable Energy Tax Credits*, [https://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/pdf/bottom\\_line\\_renewable\\_energy\\_tax\\_credits.pdf?\\_ga=2.129898636.1878293114.1555486776-1659283370.1555486776](https://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/pdf/bottom_line_renewable_energy_tax_credits.pdf?_ga=2.129898636.1878293114.1555486776-1659283370.1555486776), (Erişim Tarihi: 17.04.2019).
- Yalçın, Burak (2018); "Dünyanın Enerjisi," *Su Dünyası Dergisi*, Sayı 152, s. 52-63.
- Yamamoto, Yoshihiro (2012); "Pricing Electricity From Residential Photovoltaic Systems: A Comparison Of Feed-In Tariffs, Net Metering And Net Purchase And Sale," *Solar Energy*, Cilt 86, Sayı 9, s. 2678-2685.
- Yaman, Yusuf (2007); *Enerji Tasarrufu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Yardımcı, Okan (2011); "Türkiye Doğal Gaz Piyasası: Geçmiş 25 Yıl, Gelecek 25 Yıl," *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, Cilt 3, Sayı 2, s. 157-166.
- Yılmaz, Olcay ve Hakan Hotunluoğlu (2015); "Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye," *Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 2, s. 74-97.

- Yin, Haitao ve Nicholas Powers (2010); “Do State Renewable Portfolio Standards Promote In-State Renewable Generation?,” *Energy Policy*, Cilt 38, Sayı 2, s. 1140-1149.
- Yurdadoğ, Volkan ve Şebnem Tosunoğlu (2017); “Türkiye’de Yenilenebilir Enerjiye Destek Politikaları,” *Eurasian Business & Economics Journal*, Cilt 9, s. 1-21.
- Zhang, Qi, Ge Wang, Yan Li, Hailong Li, Benjamin McLellan ve Siyuan Chen (2018); Substitution Effect Of Renewable Portfolio Standards And Renewable Energy Certificate Trading For Feed-In Tariff,” *Applied Energy*, Cilt 227, s. 426-435.
- 2012/3305 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı (19/06/2012 tarih ve 28328 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.)
- 2013/5625 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı (05/12/2013 tarih ve 28842 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.)
- 4342 sayılı Mera Kanunu (28/02/1998 ve 23272 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.)
- 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (18/5/2005 tarih ve 25819 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.)
- 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu (02/05/2007 tarih ve 26510 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.)
- 6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına Dair Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun (08/01/2011 tarih ve 27809 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.)
- 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu (30/03/2013 tarih ve 28603 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.)
- Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği (02/11/2013 tarih ve 28809 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.)
- Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) Yönetmeliği (09/10/2016 tarih ve 29852 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.)
- Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi Verilmesine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik (01/10/2013 tarih ve 28782 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.)
- Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması (01/10/2013 tarih ve 28782 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.)
- Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Yerli Aksamın Desteklenmesi Hakkında Yönetmelik (24/06/2016 tarih ve 29752 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.)

<https://www.iea.org/topics/renewables/>, (Erişim Tarihi: 17.02.2018)

<https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/unitedstates/name-24941-en.php>,  
(Erişim Tarihi: 17.02.2018)

<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik>, (Erişim Tarihi: 04.05.2019)

<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes>, (Erişim Tarihi: 04.05.2019)

<https://www.iea.org/statistics/?country=TURKEY&year=2016&category=Electricity&indicator=SolarGen&mode=chart&dataTable=ELECTRICITYANDHEAT>, (Erişim Tarihi: 04.05.2019)

<https://www.iea.org/statistics/?country=TURKEY&year=2016&category=Electricity&indicator=WindGen&mode=chart&dataTable=ELECTRICITYANDHEAT>, (Erişim Tarihi: 04.05.2019)

<https://www.iea.org/statistics/?country=TURKEY&year=2016&category=Electricity&indicator=WasteGenBySource&mode=chart&dataTable=RENEWABLES>, (Erişim Tarihi: 04.05.2019)

<https://www.iea.org/statistics/?country=TURKEY&year=2016&category=Electricity&indicator=ElecGenByFuel&mode=chart&dataTable=ELECTRICITYANDHEAT>, (Erişim Tarihi: 04.05.2019)

<https://www.iea.org/statistics/?country=TURKEY&year=2016&category=Electricity&indicator=HydroGen&mode=chart&dataTable=ELECTRICITYANDHEAT>, (Erişim Tarihi: 04.05.2019)

[http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/y\\_mevzuat.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/y_mevzuat.aspx), (Erişim Tarihi: 21.04.2019)

## ÖZGEÇMİŞ

01.09.1992 tarihinde Ankara'da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Ankara'da Karacakaya İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimimi ise Etimesgut Lisesi'nde tamamladım. Lisans eğitimimi Eskişehir Anadolu Üniversitesi'nde İktisadi İdari Bilimler Fakültesi İktisat bölümünde 2010 ile 2014 yılları arasında tamamladım. 2016-2019 yılları arasında stajyer serbest muhasebeci mali müşavir olarak bir mali müşavirlik ofisinde çalıştım. Aynı zamanda 2017 yılında Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Maliye bölümünde tezli yüksek lisans yapmaya başladım.

### **Bilimsel Faaliyeti**

Cural, Mehmet ve Seda Köle (2019); "Yenilenebilir Enerji Piyasasında Kamu Müdahalesinin Gerekliliği," *International Congress Of Energy Economy And Security*, 06-07 Nisan 2019, İstanbul.