T.C.

ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANABİLİM DALI

TÜRKİYE VE ALMANYA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI - SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA İLİŞKİSİ

Esra Kevser KARAARSLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman

Doç. Dr. Zekayi KAYA

Çankırı – 2018

T.C.

ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANABİLİM DALI

TÜRKİYE VE ALMANYA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI - SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA İLİŞKİSİ

Esra Kevser KARAARSLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman

Doç. Dr. Zekayi KAYA

Çankırı – 2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa

Bilimsel Etik Bildirimi ..... **v**
Tez Kabul ve Onay ..... **vi**
Önsöz ..... **vii**
Özet ..... **viii**
Summary ..... **ix**
Kısaltmalar ..... **x**
Tablo Listesi ..... **xii**
Grafik Listesi ..... **xiv**
Şekil Listesi ..... **xv**

1. GİRİŞ **1**

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA **4**
2.1. Kalkınma Kavramı 4
2.2. Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı 4
2.3. Sürdürülebilir Kalkınmanın Tarihsel Gelişimi 5
2.3.1. Stockholm Konferansı 6
2.3.2. Brundtland Raporu 6
2.3.3. Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı(Yeryüzü zirvesi) 7
2.3.4. Kyoto Protokolü 9
2.3.5. Rio+5 Zirvesi 11
2.3.6. Bin Yıl Kalkınma Zirvesi 11
2.3.7. Rio+10 Zirvesi 12
2.3.8. Rio+20 Zirvesi 12
2.3.9. Paris İklim Konferansı 12
2.4. Sürdürülebilir Kalkınmanın Boyutları 14
2.4.1. Sürdürülebilir Kalkınmanın Çevresel Boyutu 14
2.4.2. Sürdürülebilir Kalkınmanın Sosyal Boyutu 15
2.4.3. Sürdürülebilir Kalkınmanın Ekonomik Boyutu 17
2.5. Sürdürebilir Kalkınmanın Amaçları 18

2.6. Sürdürülebilir Kalkınma ve Enerji Arasındaki İlişkisi..... 18

3. ENERJİ KAYNAKLARI 21
3.1. Enerji Kavramı 21
3.2. Enerji ve Gelişmişlik Arasındaki İlişki 22
3.3. Enerji ve İklim Değişikliği Arasındaki İlişki 22
3.4. Enerji Türleri 25
3.4.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları 27
3.4.2. Yenilenebilir Enerji Kavramı ve Tarihsel Gelişimi 27
3.4.3. Yenilenebilir Enerji Kaynak Türleri 28
3.4.3.1. Güneş Enerjisi 28
3.4.3.2. Rüzgâr Enerjisi 31
3.4.3.3. Jeotermal Enerji 36
3.4.3.4. Hidroelektrik Enerji 38
3.4.3.5. Biyokütle Enerjisi 40
3.4.4. Yatırım, İstihdam ve Maliyet Açısından Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi 43
3.4.5. Fosil(Yenilenemeyen) Enerji Kaynakları 48
3.4.6. Fosil(Yenilenemeyen) Enerji Kavramı ve Tarihsel Gelişimi 48
3.4.7. Fosil (Yenilenemeyen) Enerji Kaynak Türleri 49
3.4.7.1. Kömür 49
3.4.7.2. Petrol 51
3.4.7.3. Doğalgaz 54
3.5. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Olumlu ve Olumsuz Yönleri 56
3.5.1. Yenilenebilir Enerjinin Olumlu Yönleri 56
3.5.2. Yenilenebilir Enerjinin Olumsuz Yönleri 56
3.6. Fosil Kaynakların Olumlu ve Olumsuz Yönleri 57
3.6.1. Fosil Kaynakların Olumlu Yönleri 57
3.6.2. Fosil Kaynakların Olumsuz Yönleri 57

4.TÜRKİYE'DE VE ALMANYA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI KULLANIMI 59
4.1. Türkiye'de Enerji Kaynakları ve Enerji İhtiyacı (Açığı) 59
4.2. Türkiye'de Enerji Kaynakları Kullanımda Çeşitlilik 63
4.2.1. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanımı 63
4.2.1.1. Türkiye'de Güneş Enerjisi 64
4.2.1.2. Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi 70
4.2.1.3. Türkiye'de Jeotermal Enerji 74
4.2.1.4. Türkiye'de Hidroelektrik Enerji 77
4.2.1.5. Türkiye'de Biyokütle Enerjisi 80
4.3. Almanya'da Enerji Kaynakları 83
4.4. Almanya'da Enerji Kaynakları Kullanımında Çeşitlilik 84
4.4.1. Almanya'da Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanımı 85
4.4.1.1. Almanya'da Güneş Enerjisi 90
4.4.1.2. Almanya'da Rüzgâr Enerjisi 94
4.4.1.3. Almanya'da Jeotermal Enerjisi 98
4.4.1.4. Almanya'da Hidroelektrik Enerji 98
4.4.1.5. Almanya'da Biyokütle Enerji 100
4.5. Almanya - Türkiye Karşılaştırması 102

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 109

KAYNAKÇA 113
ÖZGEÇMİŞ 135

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek Lisans tezi olarak hazırladığım *Türkiye ve Almanya'da Yenilenebilir Enerji Kaynakları - Sürdürülebilir Kalkınma İlişkisi* adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlanmasına kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

… / … / 2018

imza

Esra Kevser KARAARSLAN

ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Esra Kevser KARAARSLAN tarafından hazırlanan *Türkiye ve Almanya'da Yenilenebilir Enerji Kaynakları - Sürdürülebilir Kalkınma İlişkisi* başlıklı bu çalışma, *[13/09/2018]* tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda *[oybirliği/oy çokluğuyla]* başarılı bulunarak jürimiz tarafından *İktisat* Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ (Unvanı, Adı ve Soyadı)

Danışman	: Doç. Dr. Zekayi KAYA	İmza: ……..
Üye	: *Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Sedat UĞUR*	İmza: ……..
Üye	: *Dr. Öğretim Üyesi Cengiz SAMUR*	İmza: ……..

ONAY

Bu Tez, Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun 09/08/ 2018 tarih ve 2018/27-07 sayılı oturumunda belirlenen jüri tarafından kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Yüksel ÖZGEN

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Türkiye ve Almanya'da Yenilenebilir Enerji Kaynakları - Sürdürülebilir Kalkınma İlişkisi konusu, günümüzde kalkınmanın sürdürülebilir hale gelmesinde giderek önem kazanan "yenilenebilir enerji" konusu ve bu konuda yapılması gerekenler üzerinde durulmuştur.

Bu çalışmanın hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam *[Doç. Dr. Zekayi KAYA]'*ya; tez savunma jürimde bulunan bilgi ve yardımlarını esirgemeyen *[Dr. Öğretim Üyesi Cengiz SAMUR]* ve *[Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Sedat UĞUR]* 'a *ve* eğitim hayatım boyunca yetişmemde katkısı olan tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Çalışmamı tamamlamam konusunda moral ve motivasyonumu üst düzeyde tutmama yardımcı olan aileme şükranlarımı sunarım.

…./…./2018

Esra Kevser KARAARSLAN

Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tez Özeti

Tezin Başlığı: Türkiye *ve Almanya'da Yenilenebilir Enerji Kaynakları - Sürdürülebilir Kalkınma İlişkisi*
Tezin Yazarı: Esra Kevser KARAARSLAN
Danışman: Doç. Dr. *Zekayi KAYA*
Anabilim Dalı: İktisat
Bilim Dalı : ---
Kabul Tarihi : 13.09.2018
Sayfa Sayısı : 14 (ön) + 134 (tez)

Gelişmişliğin en önemli unsurlarından biri şüphesiz ki sanayileşmedir. Sanayileşmenin girdisi olan enerjinin günümüzde büyük oranda yenilenemeyen fosil kaynaklardan elde edilmesi, çevre sorunlarına neden olmakta kalkınmanın sürdürülebilirliğini zorlaştırırken; yaşanabilir bir çevrenin gelecek nesillere aktarılmasını tehlikeye sokmaktadır.

Günümüzde giderek artan enerji ihtiyacının karşılanmasında yerli, çevre dostu ve sınırsız kaynaklardan olan yenilenebilir enerji kaynakları ülke ekonomilerine katkı sağlarken sürdürülebilir bir çevrenin devamını sağlamaktadır.

Bu çalışmada, öncelikle sürdürülebilir kalkınma ve yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki ilişki incelenmiştir. Türkiye'de ve Almanya'da yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının sürdürülebilir kalkınmaya katkısı ele alınmıştır. Almanya ile Türkiye karşılaştırması yapılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma, Yenilenebilir Enerji, Türkiye, Almanya

Çankırı Karatekin Üniversity Graduate School of Social Sciences Abstract of Master's Thesis

Title of the Thesis: Renewable Energy Sources in Germany and Turkey - Sustainable Development Relationship
Author: Esra Kevser KARAARSLAN
Supervisor: Doç. Dr. *Zekayi KAYA*
Department **:** Economics
Sub-field **:**
Date **:** 13.09.2018

One of the most important factors of the development is undoubtedly, the industrialization. Today, as an input of industrialization energy is substantially achieved from non-renewable fosil resources and this leads to the sustainability of the development problem by causing environmental issues and also puting a livable environment in danger for future generations.

Renewable energy resources which are domestic, environmentally friendly and unlimited sources in meeting today's increasing enegy needs, provides a sustainable environment while contributing to the country's economy.

In this study, firstly the relationship between sustainable development and renewable energy sources is examined. The contribition of the use of renewable energy sources to the sustainable development in Turkey and Germany is discussed. The comparison is made between Turkey and Germany in this respect.

Keywords: Sustainable Development, Renewable Energy, Turkey, Germany

KISALTMALAR

AB: Avrupa Birliği

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

AR-GE: Araştırma Geliştirme

BDEW: Almanya Enerji ve Su Endüstrileri Birliği

BEPA: Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası

Bloomberg New Energy Finance: Bloomberg yeni enerji finansmanı

BM: Birleşmiş Milletler - United Nations (UN)

BMİDÇS: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliii Çerçeve Sözleşmesi

BMWi: Bundesministerium Für Wirtschaft Und Energie- Federal Ekonomi ve Enerji Bakanlığı

CSP: Konsantre Güneş Gücü

DESTATİS: Deutschland Statistisches Bundesamt - Federal İstatistik Ofis

DMİGM: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

DNI: Direct Normal Irradiation- Direk Normal Işınlama

DSİGM: Devlet Su işleri Genel Müdürlüğü

ETKB: Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı

FİT: Feed-İn-Tariff- Sabit Parasal Teşvikler

GEPA: Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası

GW: Gigawatt

GWEC: Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi

GWh: Gigawatt saat

GSMH: Gayri Safi Milli Hasıla

GHI: Global Horizontal Irradiation- Küresel Yatay Işınlama

IEA-PVPS : international energy agency-photovoltaik power systems - Uluslararası Enerji Ajansı-Fotovoltaik Güç Sistemleri

IHA : International Hydropower Association - Uluslararası Hidro Enerji

IRENA: Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı

kWh : kiloWatt saat

LCEO: Seviyelendirilmiş Elektrik Maliyeti

LNG Sıvılaştırılmış Doğal Gaz

MGM: Meteroloji Genel Müdürlüğü

MMO: Makine Mühendisleri Odası

MTA: Maden Teknik Arama

MTEP: Milyon Ton Eşdeğer Petrol

MTOE: Milyon Ton Petrol Eşdeğeri

MW: Megawatt

OECD: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü

PV: Fotovoltaik

REN21: 21. Yüzyıl Yenilenebilir Enerji Politika Ağı

REPA: Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası

RES: Rüzgâr Enerjisi Santrali

TEİAŞ: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

TWh: Terawatt saat

TUİK: Türkiye İstatistik Kurumu

TÜREB: Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği

UNEP: Birleşmiş Milletler Çevre Programı

UNFCCC: United Nations Framework Conventian on Climate Change (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

YEGM: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

WSSD: World Summit on Sustainable Development- Sürdürülebilir Kalkınma Dünya Zirvesi

TABLO LİSTESİ

Tablo No: **Sayfa**

Tablo 3.1: 1990-2015 Sera Gazı Emisyonu İstatistikleri 23
Tablo 3.2: Güneş Enerjisi Kapasitesinde İlk Beş Ülke 30
Tablo 3.3: 2016 Yılı PV Güneş Enerjisi Kapasite Artışı (GW) 31
Tablo 3.4: Yıllara Göre Rüzgâr Kapasitesi 35
Tablo 3.5: Jeotermal Enerjisinde İlk Beş Ülke 37
Tablo 3.6: Ülkelerin 2016 Yılı Hidroelektrik Kapasiteleri 40
Tablo 3.7: Biyoyakıtta İlk Beş Ülke 42
Tablo 3.8: 2016 Yılı Küresel Bazda Yenilenebilir Enerji Kapasiteleri 43
Tablo 3.9: Yıllara Göre Yenilenebilir Enerjiye Yatırım Miktarları 44
Tablo 3.10: Yenilenebilir Enerji Türleri Yatırımlarının 2016 Yılı Verileri 45
Tablo 3.11: Yenilenebilir Enerji Türlerine Göre İstihdam Verileri(Bin) 46
Tablo 3.12: Yenilenebilir Enerji de İstihdamı Sağlayan Öncü Beş Ülke 46
Tablo 3.13: Dünya'da Yenilenebilir Enerji Maliyetleri(2010-2016) 47
Tablo 3.14: Dünya 2016 Kömür Üretim ve Tüketim Oranları 50
Tablo 3.15: Kanıtlanmış Rezerv Oran ve Miktarlar 53
Tablo 3.16: Dünya Doğalgaz Üretim ve Tüketim Miktarları(MTOE) 55
Tablo 4.1: Türkiye'deki Elektirik Üretiminin Birincil Enerji Kaynakları İçerisindeki Dağılımı (GWh 61
Tablo 4.2: Türkiye'de Kurulu Elektrik Gücünün Birincil Enerji Kaynaklarına Dağılımı (%) 62
Tablo 4.3: Türkiye'deki Yıllık GHI ve DNI Potansiyeli (kWh/m2) 66
Tablo 4.4: Güneş Enerjisinin Yıllık Elektrik Üretimi(GWh) ile Güneş Enerjisinin Elektrik Tüketimini Karşılama Oranı 68
Tablo 4.5: Tükiye'de Güneş Enerjisi Santral Sayısı ve Üretim Durumu 69
Tablo 4.6: 50 m Yükseklikte Türkiye Kara ve Deniz Rüzgâr Potansiyeli 70
Tablo 4.7: Türkiye'de Yıllık RES Kurulumu ve Elektrik Üretimi 71
Tablo 4.8: Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin İllere göre Dağılımı 73
Tablo 4.9: RES'lerin Elektrik Tüketimi Karşılama Oranı 73
Tablo 4.10: Türkiye'de Jeotermalden Yıllık Elektrik Üretimi ve Üretimin Tüketimi Karşılama Oranı 76

Tablo 4.11: Türkiye'deki HES Potansiyeli Durumu 78
Tablo 4.12: Almanya'da Yenilenebilir Elektrik Enerji Üretimi ve Kurulu Gücü 87
Tablo 4.13: Almanya'daki Yenilenebilir Enerji Türlerine göre Elektrik Üretimi ve Kurulu Güç Miktarları 88
Tablo 4.14: Almanya'da Yıllık GHI ve DNI Potansiyeli (kWh/m2) 90
Tablo 4.15: Almanya ve Türkiye Arasında Güneş Enerjisi Potansiyeli Karşılaştırması 103
Tablo 4.16: Almanya'da Yıllara Göre Sabit Tarife Garantisi(FİT) 104

GRAFİK LİSTESİ

Grafik No **Sayfa**

Grafik 3.1: Karbon Salınımının Yıllara Göre Dağılımı 24

Grafik 3.2: 2015 Sera Gazı Salınımının (CO_2 eş değeri) Sektörel Dağılımı 24

Grafik 3.3: Dünya Birincil Enerji Tüketimi Oranları (2016) 26

Grafik 3.4: Rüzgâr Enerjisinde Kurulu Güce Göre İlk Beş Ülke (2016, GW) 34

Grafik 4.1: Türkiye'de Birincil Enerji Tüketiminde Yıllara göre Dışa Bağımlılık Oranları (%) 59

Grafik 4.2: Türkiye'nin Enerji İthalatının Kaynaklara Göre Dağılımı (MTEP) 60

Grafik 4.3: Türkiye'de Elektrik Enerjisinin Kurulu Gücü (2016) 62

Grafik 4.4: Türkiye'nin Aylık Güneşlenme Süresi (saat) 65

Grafik 4.5: Güneş Enerjisinin Potansiyeline Göre Avrupa Ülkelerinde Dağılımı (GWH/yıl) 67

Grafik 4.6: RES'lerin Bölgesel Dağılımı 71

Grafik 4.7: HES'lerdeki Elektrik Üretimin Tüketimi Karşılama Oranı 79

Grafik 4.8: 2016 Yılında Almanya'da Elektrik Üretimindeki Enerji Payları 85

Grafik 4.9: Almanya'da Aylık Ortalama Güneşlenme Süresi 91

Grafik 4.10: Almanya'da PV Kurulu Güç Kapasite Artışı ve Toplamı (GW) 91

Grafik 4.11: Almanya'da Yıllara Göre Rüzgâr Enerjisi Kapasite Artışı (GW) 96

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No **Sayfa**

Şekil 4.1: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA)..... 65
Şekil 4.2: Türkiye Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası 75
Şekil 4.3: Türkiye'nin 100 m Yükseklikteki Rüzgâr Potansiyeli 105
Şekil 4.4: Almanya'nın 100 Metre Yükseklikteki Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli..... 106

1. GİRİŞ

İktisadi büyümeden oldukça farklı bir kavram olan ve iktisadi gelişmişliğin yanında sosyal, kültürel olmak üzere birçok boyutu da analize dahil eden bir kavram olarak kalkınma, ülkeler için oldukça önemli bir kavramdır. Fakat kalkınma sağlanırken, çevresel etkenlerin de dikkate alınması ve bu çerçevede bir kalkınma planının uygulanması gerekir; çünkü çevre etkeninin ihmal edilmesi ve kaynakların hor kullanılması kalkınmanın tek başına yeterli olmayacağı gerçeğini ortaya çıkarmıştır.

Dünya nüfusunun giderek artması, teknolojinin hızla gelişmesi gibi etkenler enerjiye duyulan talebi arttırmaktadır. Dünya çapında ağırlıklı olarak kullanılan fosil kaynaklı enerjilerin tükenebilir olması enerji arzını tehlikeye sokabilmektedir.

1970'li yılların hemen başında yaşanan petrol krizini takiben ortaya çıkan çevresel sorunlar ve ilerleyen yıllarda kullanılan enerjinin tükenebilir olduğunun farkedilmesi, ekonomilerde sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir enerji politikası arayışlarını gündeme getirmiştir. Bu bağlamda, kalkınma kavramı, içerisine çevresel konuları da dahil ederek gelişmeye başlamıştır. Özellikle 1980'li yılların ortasından itibaren, kalkınmada çevre konusuna, küresel ısınmanın önlenmesine ve kalkınmanın sürdürülebilir olmasına yönelik adımlar atılmaya başlanmıştır.

Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için konulan hedeflerden biri temiz ve ulaşılabilir enerjidir. Yenilenebilir enerji temiz, güvenilir, tükenmeyen ve yerli olmasından dolayı önem arz etmektedir. Özellikle enerji de dışa bağımlılığı yüksek olan ülkeler için büyük önem taşımaktadır.

Yenilenebilir enerji, yapılan çevre konferanslarında fosil kaynaklara karşı önemli bir alternatif olarak görülmektedir. Ayrıca kurulu güç ve üretim seviyesinin arttırılması için başta AB ülkeleri olmak üzere birçok ülke tarafından desteklenmektedir.

Tez çalışmasının amacı, Türkiye'de yenilenebilir enerji kullanımı artışının sürdürülebilir kalkınmaya katkısını tespit etmektir. Bu bağlamda, öncelikle sürdürülebilir kalkınma ve yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki ilişki ayrıntılı

olarak incelenmiştir. Türkiye'de ve Almanya'da yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının sürdürülebilir kalkınmaya katkısı ele alınmıştır. Bu çerçevede, Almanya ile Türkiye karşılaştırması yapılmıştır. Özellikle yenilenebilir enerjiler için hem kurulu güç hem de potansiyeller karşılaştırılmış, ancak güneş ve rüzgâr enerjisi dışında kalan yenilenebilir enerji kaynakları için Almanya'nın potansiyellere ilişkin verilerine ulaşılamadığından, bu kaynaklar için karşılaştırma mümkün olmamıştır. Bu, çalışmanın kısıtlılıklarından birini ifade etmektedir.

Tez çalışmasında elde edilen sonuçlarla, mevcut enerji yapısına farklı bir bakış açısı sunularak dışa bağımlı ve çevre tahribatına yol açan Türkiye'nin enerji yapısı ile her geçen gün yerli kaynaklarına yönelen Almanya'nın enerji yapısı karşılaştırarak dersler alınmaya çalışılmıştır. Bu çalışma ileride yapılacak bilimsel çalışmalara kaynak teşkil etmesi hedeflenmektedir. Bunun yanında çevre, enerji ile ilgili kurum ve kuruluşların (çevre ve enerji ile ilgili bakanlıklar sivil toplum kuruluşları ve vakıflar) çevre politikalarına yön vermesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Ayrıca tezde ikincil verilerden faydalanarak, elde edilen verilerle grafikler, şekiller ve tablolar oluşturulmuştur. Veriler kullanılırken ve karşılaştırma yapılırken, betimleme yönteminden faydalanılmıştır. İkincil veri kaynağı olarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), TÜİK, IRENA, REN 21, BDEW(Almanya Enerji ve Su Endüstrileri Birliği), DESTATİS (Alman Federal İstatistik Ofisi), GWEC (Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi), IEA-PVPS (Uluslar arası Enerji Ajansı - Fotovoltaik Güç Sistemleri), IHA(Uluslararası Hidro Enerji), MMO (Makine Mühendisleri Odası), MTA(Maden Teknik Arama), TÜREB **(**Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği) gibi ulusal ve uluslararası veri ve istatistiklerden yararlanılmıştır.

Tez, giriş ve sonuç dahil olmak üzere beş ana bölümden oluşmaktadır. Girişi takip eden ilk bölümde, sürdürülebilir kalkınma kavramı, hedefleri ve bu doğrultuda yapılan küresel bazda çalışmalar incelenecektir. İkinci bölümde, enerji, enerji türleri, yenilenebilir enerjinin günümüzdeki önemi ve dünyadaki kullanımı ele alınacaktır. Üçüncü bölümde, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında çığır açan Almanya ile yenilenebilir enerji kaynakları yönünden önemli potansiyele sahip olan Türkiye arasında bir karşılaştırma yapılacaktır. Enerjide dışa bağımlılığı yüksek olan

Türkiye'nin yenilenebilir enerji konusunda neler yapabileceği ve bu konuda Almanya'dan alınabilecek prensipler ve öneriler sonuç kısmında sıralanmıştır.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA

2.1. Kalkınma Kavramı

Kalkınma bir toplumun ekonomik, siyasal kültürel vb. gibi alanlarda yükselmesini ifade etmektedir (Kılıç ve Yücel, 2013: 39). Kalkınmanın gerçekleşmesi için şu boyutların gerçekleşmesi gerekmektedir (Yeldan, 2002: 24):

-Ekonomik alanın yanında sosyal, siyasal, kurumsal alandan modernleşme,
-Toplumsal refah seviyesini yükseltmek (yaşam standartları),
-Ekonomik büyümeyi devamlı kılma,
-Katma değeri yüksek ürünler üretme, üretim ve teknolojide yeni gelişmeleri takip etme.

Boyutları dikkate alındığında kalkınmanın sürekli değişim ve gelişim içerisinde olduğu görülmektedir. Kalkınmada mevcut ekonomik durumdan razı olunmaz ve bu durumu değiştirmek üzere toplumun önüne hedefler konur.

Kalkınma hem ekonomik yapıyı hem de sosyal boyutu merkezine alır. Kalkınmanın sağlanmasında kaliteli ürün üretme, uluslararası rekabet, diplomasi, yaşam standartlarını yükseltilmesi ekolojik dengenin sağlanması ve yaşanabilir bir çevre amaçlanmaktadır.

2.2. Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı

Sanayi devriminden sonra artan kaynak kullanımı zaman geçtikçe hor kullanılmaya başlanılmıştır. Çevre sorunlarına neden olan kaynak israfı ve petrol krizleri sonucunda ortaya çıkan arz güvenliği sorunu doğal kaynakların sınırsız olmadığı gerçeğini ortaya çıkarmıştır. Ekonomilerin hedefinin sadece büyüme olmadığı; büyüme hedefine ulaşabilmek için çevre politikalarının oluşturulmasının gerektiği anlaşılmıştır (Kuşat, 2013: 4898).

Günümüzde kalkınma dünya üzerindeki tüm ülkeler için önem arz etmektedir. Fakat kalkınma sağlanırken çevrenin olumsuz etkilenmesi, mevcut enerji kaynaklarının sürdürülebilir olmayışı gibi sebepler, çevre politikasını içermeyen bir kalkınma anlayışının tek başına yeterli olmayacağı, gerçek anlamda bir kalkınmanın ancak çevreyle uyumlu bir politikayla gerçekleşebileceği sonucunu doğurmuş, bunun sonucunda da, "sürdürülebilir kalkınma" kavramı ortaya çıkmıştır.

1980'lerin sonunda Dünya Çevre Komisyonunun yayımladığı "Ortak Geleceğimiz" adlı rapora göre Sürdürülebilir Kalkınma: Bugünkü neslin ihtiyacını karşılarken "gelecek neslin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan" karşılama esasına dayalı bir kalkınma türü olarak tanımlanmaktadır (Koçaslan, 2010: 54).

Sürdürülebilir kalkınma kavramında ihtiyaçların sadece ekonomik ihtiyaçlar olmadığı aynı zamanda ekosistemde bulunan doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılarak nesiller arası adaletin sağlanması gerektiği vurgulanmıştır (Gönel,2002: 72-80).

Küreselleşmenin hızlanmasıyla aşırı kaynak kullanımı ve çevresel zararlar artmıştır. Bu gelişmeler ekonomileri kalkınmanın sürdürülebilir olması için tedbir almaya zorlamıştır. Uluslararası alanda bazı bildiri ve raporlarla sürdürülebilir kalkınmanın gerekliliği ortaya konulmuştur.

2.3. Sürdürülebilir Kalkınmanın Tarihsel Gelişimi

Sürdürülebilir kalkınmanın teorik temeli bazı yazarlara göre Klasik İktisat Teorisi'ne kadar gider (Tıraş, 2014: 61). Klasik iktisatçıların doğal kaynakların doğada sınırsız oluşu ve kaynakların kendi kendini yenileyebilme düşüncesine dair varsayımı iktisatçıların, çevre sorunlarından uzun bir süre uzak kalmalarına yol açmıştır (Kaypak, 2011: 19-33).

Keynesyen iktisadının hakim olduğu İkinci Dünya Savaşı sonrası ekonomilerin öncelikleri büyüme - kalkınma politikalarına önem verip bu doğrultuda üretimi

artırmak olmuştur. Bu durum ekonomilerde çevre bilincinin oluşmasına engel teşkil etmiştir (Tıraş, 2014: 62).

1960'lı yıllarda kalkınmanın çevreye verdiği zararın büyüklüğü görülmeye başlanmıştır. 1962 yılında R.L.Carson "Sessiz Bahar" adlı çalışmasında çevre sorunlarını ele almıştır. Çalışmada sanayileşme sonucu oluşan çevre kirliliğine uluslararası alanda dikkat çekilmiştir (Bozlağan, 2005:1015).

2.3.1. Stockholm Konferansı

1970'li yıllara gelindiğinde çevre sorunları küresel boyutlara ulaşmış bu konuyla ilgili çözüm yolları aranmaya başlanmıştır. İlk olarak 1972 yılında Stockholm'de BM'nin düzenlediği küresel anlamda ilk çevre konferansı yapılmıştır. İlk olması nedeniyle çevre çalışmalarının temelini oluşturmaktadır (Çamur ve Vaizoğlu, 2007:299).

Stockholm Konferansı'nın en dikkat çekici özelliklerinden biri farklı kalkınma düzeylerine ve farklı siyasal rejimlere sahip devletleri ortak bir paydada toplamış olmasıdır. Konferansta çevre sorunları küresel sorun olarak görülmeye başlanmış, bu konuda ülkelerin siyasi ve gelişmişlik düzeyleri gözetilmeksizin ortak sorumluluklar ön plana çıkarılmıştır. Ayrıca küresel çevre sorunlarının çözümünde sorumluluğun her ülke için aynı olmaması gerektiği vurgulanmıştır.

Çevre konusunun küresel boyuta taşınması ile çevre kirliliği konusunda ülkeler birbirlerini suçlamışlardır. Az gelişmiş güney ülkeleri çevre kirliliğinin kendilerinden kaynaklanmadığını ileri sürüp sorumluluk kabul etmezken gelişmiş kuzey ülkeleri çevre kirliliğinin yoksulluk ile ortaya çıktığını savunup az gelişmiş ülkeleri sorumlu tutmuşlardır (Turan ve Güler, 2013: 955).

2.3.2. Brundtland Raporu

1987 yılında BM Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından yayımlanan Norveç Başbakanı Gro Harlem Brundtland önderliğinde hazırlanan "Ortak

Geleceğimiz" (Brundtland Raporu) adlı çalışmada çevre ve kalkınma kavramları arasında bir bağ olduğu belirtilmiş, kalkınma ile çevre konusu ilk kez resmi olarak birlikte ele alınmıştır. Raporda sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için çevre faktörünün göz ardı edilmemesi, bu konuda uluslararası iş birliğinin gerekliliği vurgulanmıştır (Baykal ve Baykal, 2008: 10-11).

Bruntland Raporu'na göre; doğal kaynakların kuşaklar arası adaletli dağılıma dikkat çekilirken, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için çevreyle uyumlu, yoksulluğu ortadan kaldıran, çevre dostu teknolojilerin kullanıldığı bir sistemle hareket edilmesi savunulmuştur.

2.3.3. Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (Yeryüzü Zirvesi)

Çevre sorunlarında yeni bir boyut ve çevre konferanslarının temel bir sorunu sera gazı salınımıdır. Sera gazı dünyayı yaşanabilir kılan ısıyı sağlayıp onun dengede kalmasını sağlayan karbondioksit (CO_2), Ozon (O_3), Metan (CH_4), Nitröz Oksit (N_2O), Kloroflorokarbon (CFCs) gazları ve su buharı gibi gazlardan oluşmaktadır.

Nüfus artışı, teknolojik gelişmeler, sanayileşme, ulaşım ağının gelişmesi ve şehirleşme gibi faaliyetler sonucunda sera gazı oranı, olması gereken seviyeden daha yüksek seviyelere ulaşmış, atmosferdeki yoğunluğu önemli derecede artmıştır. Artan sera gazı yerkürenin ortalama sıcaklıklarının artmasına, iklimde değişikliğe neden olmaktadır (www.yegm.gov.tr).

İklim değişikliği dünyadaki ısı dengesini bozmakta; çölleşme, buzulların erimesi, bir takım salgın hastalıkların ortaya çıkması ve bazı canlı türlerinin yok olması gibi olumsuzluklara yol açmaktadır (Binboğa, 2014: 5735).

İklim değişikliğine neden olan insan kaynaklı sera gazının olumsuz etkilerinin azaltılması ve önlenmesi için uluslararası işbirliğine gidilmesi yönünde çabalar artmıştır (Dağdemir, 2005: 52). İlk olarak 3-14 Haziran 1992 tarihinde Brezilya'nın Rio De Janerio kentinde Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı

(Yeryüzü Zirvesi) düzenlenmiştir. Konferansta beş uluslararası belge kabul edilmiştir. Bunlar;

-Gündem 21,
-İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi,
-Çevre ve Kalkınma Üzerine Rio Bildirisi,
-Orman Prensipleri Bildirisi,
-Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Anlaşması'dır.

Konferansta öncelikli olarak sürdürülebilir kalkınmanın merkezinde insan olduğuna ve dünyanın neresinde olursa olsun ayırt etmeksizin her insanın sağlıklı, verimli bir yaşam hakkının olduğuna vurgu yapılmıştır (Bozlağan, 2004:1020).

Konferansta eylem planı olarak kabul edilen Gündem 21, konferansın temel çıktısı olarak kabul edilmektedir. Gündem 21 sürdürülebilir kalkınmanın temel sorunlarından olan ulusal ve uluslararası eşitsizlik, yoksulluk, hastalık, ekosistemin zarar görmesi gibi konulara dikkat çekilmiştir. Çözüm yolu olarak yaşam standartlarının artırılması, temel gereksinimlerinin giderilmesi, ekosistemlerin korunması ve güvenilir bir geleceğe temel atılması için uluslararası işbirliği gündeme getirilmiştir (Emrealp, 2005: 16).

Konferansta kabul edilen diğer bir sözleşme ise BM İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesidir. 1992 yılında imzalan sözleşme 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. Sözleşmenin temel ilkeleri (Binboğa, 2014: 5736);

-İklim değişikliğine karşı uluslararası işbirliği sağlanması,
-Sera gazı emisyonunun maliyetlerinin ülkeler tarafından üstlenilmesi,
-Maliyet üstlenilirken ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ve özel şartlarının dikkate alınması,
-İnsan kaynaklı artan sera gazının azaltılması için önlemler alınması,
-Sürdürülebilir kalkınmanın desteklenip benimsenmesi suretinde sıralanabilir.

Sözleşme çerçevesince iklim değişikliği konusunda sorumluluğu olan ülkeler iki EK şeklinde kategorilere ayrılmıştır. EK-I'de OECD'ye üye olan ülkeler, Doğu Avrupa, Eski Sovyet ülkeleri yer almaktadır. EK-I'de yer alan ülkelere sera gazı emisyonunu azaltıcı yükümlülükler getirilirken; sadece OECD üye ülkelerden oluşan EK-II ülkelerine EK-I ülkelerinin sorumluluklarına ilaveten sera gazı emisyonunun azaltılması konusunda gelişmekte olan ülkelere finansal ve teknolojik destek sağlama sorumluluğu yüklenmiştir (Dağdemir, 2015: 52).

2.3.4. Kyoto Protokolü

BM İklim Değişikliği Çevre ve Kalkınma Sözleşmesinin devamı olan taraflar toplantısının üçüncüsü 1997 yılında Japonya'nın Kyoto kentinde Kyoto Protokolü adıyla düzenlenmiştir. BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi tavsiye niteliği taşırken Kyoto Protokolü bağlayıcı olup anlaşmanın şartlarını yerine getirmeyen ülkelere yaptırım uygulamayı öngörmektedir (Çamur ve Vaizoğlu, 2007: 304).

Protokolün düzenlenme amacı sera gazı salınımına neden olan gazların kontrol altına alınmasını sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda protokolün EK-B'sinde yer alan gelişmiş 39 ülkenin 2008-2012 arasında toplam sera gazı emisyonunun 1990 yılındaki sera gazı emisyon seviyesinin en az %5 altına indirilmesi hedeflenmiştir. Alınan karar her ülkeyi kapsamamakta olup sadece EK-B' de yer alan ülkeler için geçerlidir (Tunç, 2007: 5-6).

Protokol 1997 yılında düzenlenmesine rağmen 2005'te yürürlüğe girebilmiştir. Çünkü 1990 yılındaki toplam sera gazı salınımlarının en az %55'inden sorumlu olan sanayileşmiş ülkelerin ve ayrıca sözleşmeye katılan en az 55 ülkenin parlamentoları tarafından onaylanması şartıdır. Bu şartlar 2005 yılında Rusya'nın protokole katılması ile sağlanmıştır. ABD ve Avustralya gibi gelişmiş ülkelerin Kyoto Protokolünde imzası bulunmamaktadır. ABD'nin dünyada atmosfere en fazla karbon salınımı yapan ülkelerden biri olması ve anlaşmayı imzalamaması protokolün 2012 yılı için belirlediği hedefin önünde büyük bir engel teşkil ediyordu (Şanlı ve Özekicioğlu, 2007: 464). Çin ve Hindistan gibi hızlı büyüyen ve karbon salınımı emisyonu yüksek olan gelişmekte olan ülkelerin protokolü imzalamalarına rağmen

gelişmiş ülke statüsünde olmadıkları için sera gazı emisyonunu düşürme zorunlulukları bulunmamaktadır. Bu durum gelişmekte olan ülkelere sera gazı emisyonu salınımında kısıtlama getirilmediği için protokolde eleştirilmiş ve ilerisi için tehlike olarak görülmüştür.

Kyoto Protokolünde iklim değişikliğine neden olan sera gazı salınımını kontrol altına almak ve en düşük maliyetle azaltabilmek için esneklik mekanizmaları oluşturulmuştur. Esneklik mekanizmaları, yükümlülük sahibi EK-I ülkelerinin iklim değişikliğinin etkilerini en düşük maliyetle kendi ülkelerinin dışında azaltabilmesi için çeşitli teknik ve ekonomik olanaklar sağlamaktadır. Bunlar şöyle sıralanabilir (United Nations Framework Conventian on Climate Change (UNFCCC), 2014):

-*Ortak Yürütme:* EK-I'de yer alan ülkelerin sera gazı salınımlarını azaltmaya yönelik proje uygulamalarını kapsamaktadır. Sera gazı salımı azaltma projesi sonucu projeden yararlananlar "Emisyon azaltma birimi" elde etmekte ve elde edilen bu birim toplam hesaptan mahsup edilmektedir.

-*Temiz Kalkınma Düzeneği:* EK-I dışı ülkelerin, sera gazı emisyonu azaltımı konusunda yükümlülük sahibi olan EK-I ülkelerine katkı sağlaması amaçlanmıştır. Temiz kalkınma düzeneğinin sağlanabilmesi için yatırımcı, yükümlülük sahibi EK-I ülkesinin, ev sahibi EK-I dışı ülkeye yatırım projesi gerçekleştirmesi gerekmektedir. Yapılan yatırımlar sonucunda EK-I ülkesi "Sertifikalaştırılmış Salınım Azaltım Kredisi" elde edecektir. Böylece sera gazı azaltımı konusunda Kyoto Protokolünde yer alan taahhüdü gerçekleştirmiş olacaktır (Narin, 2013: 945-946).

-*Salım Ticareti:* Kyoto Protokolünün 17. Maddesi gereğinde EK-I ülkelerinin kendi arasında salım ticareti yapma hakkı verilmiştir. Salım ticareti ülkelerin sera gazı salınımı azaltılmasında avantaj sağlarken, Kyoto Protokolünün getirdiği sınırlamalara rağmen salım ticareti sebep olduğu eşitsizlik ve olumsuzluk nedeniyle ciddi bir ahlaki sorun yaratmaktadır (Türkeş, 2014: 16).

Kyoto Protokolü gereğince EK-I ülkeleri sera gazı salınım azaltımlarını yerine getirirken sürdürülebilir kalkınmayı destekleyici ulusal koşullara uygun bazı politika

ve uygulamalar belirlenmiştir. Bunlar şöyle (Çevre ve Orman Bakanlığı, 1998) sıralanabilir:

-Ekonomilerin, enerji verimliliğinin ilgili sektörlerde artırılması,
-Sürdürülebilir bir çevre için çevre anlaşmalarının dikkate alınarak çevrenin korunması, ağaçlandırmanın ve yeniden ormanlaşmanın teşvik edilmesi,
-Sera gazı emisyonu salınımı azaltımı düşüncesi ışığında sürdürülebilir tarımın teşvik edilmesi,
-Sera gazı salınımı, özellikle karbon salınımını azaltıcı, çevre dostu yenilenebilir enerjilerin ve yeni enerji türlerinin kullanılması,
-ARGE çalışmalarına önem verilmesi,
-Metan gazı salınımlarının azaltılması veya sınırlandırılması,
-Ulaştırma sektöründeki sera gazı salınımlarının kısıtlanmasına yönelik önlemlerin alınması ve sera gazı salınımlarının kısıtlanmasının teşvik edilmesi,
-Sera gazı salınımlarına neden olan ve Kyoto Protokolü'nün uygulanmasına engel olan sektörlerde sübvansiyonların, mali teşviklerin ve gümrük istisnalarının aşamalı olarak azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılması.

2.3.5. Rio+5 Zirvesi

1997 yılında BM tarafında Dünya Zirvesi düzenlenmiştir. Rio+5 olarak da bilinen zirve 1992'de yapılan BM Çevre ve Kalkınma Konferansında alınan kararların beş yıllık süre zarfında ne kadar gelişme ve ilerleme kaydedildiğinin tespiti maksadıyla düzenlenmiştir.

2.3.6. Bin Yıl Kalkınma Zirvesi

Birleşmiş Milletler 2000 yılında New York'ta Bin Yıl Kalkınma Zirvesi düzenlemiştir. Zirvede yoksulluk, sağlık, eğitim, cinsiyet eşitliği, çevrenin sürdürülebilir bir şekilde korunması, uluslararası iş birliği gibi konular ele alınmış ve 2015 yılına kadar ulaşılacak hedefler belirlenmiştir. Zirve sonucunda devletler ile hükümet liderleri tarafından Bin Yıl Bildirgesi kabul edilmiştir (Altay, 2005: 162).

2.3.7. Rio+10 Zirvesi

2002 yılında Johannesburg'ta "BM Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi" düzenlenmiştir. Rio+10 olarak bilinen zirvede sürdürülebilir kalkınma adına geçen on yıl değerlendirilmeye alınmıştır. Zirvenin sonucunda şu hedefler belirlenmiştir (World Summit on Sustainable Development (WSSD), 2002):

-Yoksulluğun yok edilmesi,
-Enerji çeşitliliğinin artırılması,
-Yenilenebilir enerjiye verilen önemin artması ile küresel paylaşımın sağlanması,
-Çevrenin korunması,
-Kurumsal sosyal sorumluluğun artırılması,
-Uluslararası anlaşmaların etkin bir biçimde uygulanması ve sürdürülebilir kalkınma kapsamında ulusal stratejilerin belirlenmesi için ilerleme kaydedilmesi ile 2005 yılına kadar etkin hale getirilmesi.

2.3.8. Rio+20 Zirvesi

2012 yılında BM sürdürülebilir kalkınma konferansı diğer adıyla Rio+20 Rio de Janeiro'da düzenlenmiştir. Konferansın amacı 1992 yılında Rio Konferansının ilk yapılmasından 2012 yılına kadar sürdürülebilir kalkınma adına neler yapıldığı hakkında bir durum değerlendirmesi yapılması, eksiklikler varsa ortaya koyulması, gelecekte insan yaşamını olumsuz etkileyecek sorunların belirlenmesi, uluslararası düzeyde sürdürülebilir kalkınma konusunda politik kararlılığın sağlanmasıdır. Ayrıca yoksulluk ve sürdürülebilir kalkınmanın kurumsal çerçevesinin güçlendirilmesi gibi konulara değinilmiştir (Okumuş, 2013: 15).

2.3.9. Paris İklim Konferansı

BM'in düzenlediği 21'inci taraflar sözleşmesi olan Paris İklim Zirvesi 12 Aralık 2015 tarihinde yapılmış ve imzalanan "Paris Anlaşması" 195 ülke tarafından kabul edilmiştir (Rhodes, 2016: 100). Paris İklim Zirvesine kadar sera gazı salınımı

azaltımı konusunda ülkeler görüş ayrılıklarına düşmüş, ortak bir paydada buluşamamışlardır.

Kyoto Protokolünde sadece gelişmiş ülkelerin yükümlülüğünün olması, en büyük sera gazı salınımı yapan ülkelerden biri olan Çin'in yükümlülüğünün olmaması ve ABD'nin protokolü imzalamaması gibi sebepler ülkeler arasında görüş ayrılıklarına neden olmuştu. Paris İklim Zirvesini Kyoto Protokolünden ayıran en önemli özellik sera gazı salınımında ilk iki kirletici olan Çin ve ABD'nin yapıcı bir tutum izlemeleri, gelişmiş ülkeler yanında az gelişmiş ülkelere de maliyetler yüklemiş olmasıdır. Ayrıca Paris İklim Zirvesi dünya toplam sera gazı emisyonunun %96'dan fazlasına neden olan ülkeleri tek bir çatı altında toplaması nedeniyle önemli bir anlaşmadır (Karakaya, 2016: 3-5). Paris İklim Zirvesinin alınan kararlar şu şekildedir (UNFCCC, 2015):

-Zirveye katılan tüm ülkeler sera gazı emisyonu azaltım konusunda sorumluluk alınması gerektiğini kabul etmişlerdir. Fakat sorumluluk gelişmiş ülkelerde daha fazla ve mutlak sorumluluk iken gelişmekte olan ülkelerde ise sorumluluğun "ortak ama farklılaştırılmış sorumluluk" ilkesi gereğince ülkeden ülkeye farklılık göstermelidir.

-Sanayi devriminin gerçekleştiği günden bugüne kadar 1°C'ye ulaşan yerkürenin ısınması olabildiğince 2°C'nin çok daha altında 1,5 °C seviyesinde tutulmalıdır,

-Gelişmiş olan ülkelerin, gelişmekte olan ülkelere "düşük karbon ile iklime zararsız" sürdürülebilir kalkınmayı sağlamaları için gerekli iklim finansmanı, teknolojik ilerleme ve kapasite geliştirme konusunda destek sağlamalıdır. Zirvede gereken destek için gelişmiş ülkelerin gelişmekte olan ülkelere 2020 yılına kadar 100 milyar dolar iklim finansmanı sağlanması gerektiğine karar verilmiştir.

-Sera gazı emisyonu azaltımı konusunda sorumluluk alan ülkelerin hedefleri, politikaları, hedefleri yolunda ilerlemeleri şeffaf, hesaplanabilir ve denetime tabi olabilmelidir.

-Daha önceki iklim değişikliği konferanslarında yer kürenin kritik eşik ısısı 2°C olarak konuşulurken Paris İklim Zirvesinde hedef daha ileri taşınarak kritik eşik 1,5°C olarak belirlenmiştir. Fakat konferansa katılan ülkelerce belirlenen sera gazı azaltım politikalarıyla kritik eşiğin 1,5°C'ye ulaşmasının mümkün olmayacağı hemen anlaşılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda anlaşmaya katılan ülkelerin planlanan politikalarıyla belirlenen sınırın, hedeflenen sınırın çok üzerinde olacağı, öyle ki 3°C'yi bile aşacağı bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Dolayısıyla mevcut sistemin yeterli olmadığı ortaya çıkmıştır. Oluşturulacak yeni küresel iklim sistemlerinin Paris Anlaşması çatısı altında düzenli olarak her beş yılda bir güçlendirilmesi ve kontrol edilmesi anlaşmanın önemli maddelerinden biri olarak belirlenmiştir (Karakaya, 2016: 3-5; UNFCCC, 2015).

Anlaşmada belirlenen hedefin tutturulmasının küresel ısınmanın 2°C'nin altında tutulabilmesinin ancak sera gazı salınımına neden olan petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerjiye geçilmesiyle mümkün olacağı (Karakaya, 2016: 3-5) anlaşılmıştır.

2.4. Sürdürülebilir Kalkınmanın Boyutları

Sürdürülebilir kalkınma tanımlandığı günden itibaren üç temel boyut kazanmıştır: Çevresel, ekonomik, sosyal boyutlar. Çevresel boyut için kaynakların gelecekteki varlıklarını devam ettirmesi, kaynakların sürdürülebilir şekilde kullanılması, ekolojik dengenin sağlanması ve biyo çeşitliliğin korunması gerekir. Ekonomik boyut için üretimin dengesini etkileyecek olumsuzluklardan kaçınılması ve gelecekte de ürün üretebilmek için şartların korunması gerekmektedir. Sosyal boyut için toplumsal eşitlik, adaletli dağılım, sosyal haklara kolayca ulaşım gibi şartlar gerekmektedir (Şahin ve Kutlu, 2014: 56). Aşağıda sürdürülebilir kalkınmanın boyutları detaylı bir şekilde incelenecektir.

2.4.1. Sürdürülebilir Kalkınmanın Çevresel Boyutu

Çevresel olarak sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için aşağıda belirtilen şartların sağlanması gerekmektedir (Harris ve Özmete, 2011: 6):

-Ekonomik kaynak olarak sayılmayan biyolojik sistemlerin, ekosistem işlevlerinin ve atmosferik dengenin korunması,
-Kaynak temelinin sabit tutulması,
-Yenilenebilir kaynakların israf edilmeden kullanılması
-Yenilenemeyen kaynakların yatırımlarla yerine konulmuş olanlarının tüketilmesi.

Çevresel boyut açısından sürdürülebilir kalkınma ile insanların ekosistemin doğal dengesini bozmadan kaliteli bir yaşam sürmesi hedeflenmiştir. İnsanoğlu yaşaması için gerekli barınma, yiyecek ve enerji gibi temel gereksinimlerini karşılamayı amaçlar. İnsanoğlu bu amacı gerçekleştirirken ekosistem üzerinde oluşan baskılar ile kendi taleplerini dengeleyememiş ve ekosistemin bozulmasına neden olmuştur. Özellikle sanayileşme, nüfus artışı, teknolojik gelişmeler ve enerji talebi ihtiyacının artması gibi nedenler sonucunda yenilenemeyen doğal enerji kaynakları kullanılmaya başlanmıştır. Bu durum toprak, su ve atmosfer kirliliğine neden olurken, biyo çeşitliliğin azalmasına yol açmıştır (Yeni, 2014: 192-193).

Sürdürülebilir bir kalkınmanın sağlanabilmesi için çevreyle uyumlu bir anlayışla hareket edilmesi gerekmektedir. Sera gazı salınımıyla iklim değişikliğine neden olan ve sürdürülebilir kalkınmanın önünde engel teşkil eden fosil tükenebilir kaynaklar yerine yenilenebilir çevre dostu enerjiler tercih edilmeli ve enerjide verimlilik elde edilmelidir. Böylelikle gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayacak daha temiz ve sürdürülebilir bir çevre korunmuş olacaktır.

2.4.2. Sürdürülebilir Kalkınmanın Sosyal Boyutu

Sürdürülebilir kalkınmanın sosyal boyutu insan merkezlidir. Sürdürülebilir bir düzen içerisinde ekonomik gelişmenin sosyal alanda gelişme göstermesi gerekmektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın sosyal boyutu; siyasi şartlar içerisinde toplumdaki her bireyin hukuk güvencesine ve demokrasi hakkına, insan onuruna yakışır bir şekilde yaşama olanaklarına sahip ve kavuşmuş olmasıdır. Nesnel şartlar içerisinde sosyal güvenlik hakları, sağlık olanaklarının sağlanması, barınma ihtiyaçlarının karşılanması, adil dağılım - fırsat eşitliği gibi temel koşulların sağlanabilmesidir. Uluslararası şartlar içerinde ise dayanışma ile az gelişmiş ülkelerin barış içerisinde

yaşaması demokratik ve insan haklarının korunması (Çobanoğlu ve Ergün, 2012: 102) yer alır.

Sosyal boyut ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalardan biri WACOSS (Western Australian Council of Social Services)'a ait bir çalışmadır. WACOSS çalışmasında sosyal boyutta sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için toplumların yeterliliklerini desteklemek, sürdürülebilir, yaşanabilir ve sağlıklı toplumlar oluşturulabilmesi için süreçlerin, toplumsal ilişkilerin ve sistemlerin oluşturulması gerektiğini savunmuştur. Bir diğer çalışma ise McKenzie'nin çalışmasıdır. McKenzie çalışmasında sürdürülebilir kalkınmanın sosyal yönden sağlanabilmesi için sosyal hizmetlere kolay erişilebilir olması gerekliliğine vurgu yapmıştır. Ayrıca WACOSS 'a benzer bir görüş sunarak sosyal boyutta sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için belli bir sürecin gerekliliğine değinmiştir (Tiryakioğlu ve Tuna, 2016: 211-212).

McKenzie'ye göre sosyal boyutta sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesinin şu süreçlerden (McKenzie, 2004: 12-13) geçilmelidir:

-Sağlık, barınma, ulaşım, eğitim vb. gibi hizmetlere ulaşımının toplum içerisinde eşit şekilde dağılımının sağlanması,
-Toplumun siyasal haklarını sadece oy zamanlarında değil politik her alanda ve her zaman kullanılmasının sağlanması,
-Sosyal sürdürülebilirlik bilincinin sonraki nesillere aktarılması,
-Sosyal sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için sistemler oluşturulması ve bu sistemlerin korunması amacı ile sosyal sorumluluk bilinci meydana getirilmesi,
-Şimdiki neslin faaliyetlerinin, gelecek nesillerle eşitlik sağlaması ve gelecek nesiller açısından dezavantaj oluşturmaması,
-Toplumun ortak, güçlü yanlarının ve ihtiyaçlarının belirlenmesi; sonuç olarak kendi ihtiyaçlarını mümkün olduğunca kendilerinin karşılayabileceği düzenekler oluşturulması.

2.4.3. Sürdürülebilir Kalkınmanın Ekonomik Boyutu

Sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik boyutu ekonomik faaliyetlerle elde edilen maliyetler ile çevresel menfaatler arasındaki dengeyi ifade etmektedir. Bu dengenin sağlanabilmesi için ekonomik faaliyetlere devam edilirken kaynakların kapasitesi ve kullanımına dikkat edilmesi, kaynaklar yenilenemeyen kaynaklarsa idareli bir şekilde kullanılması, yenilenebilir kaynaklarsa üretim kapasitesinin korunması gibi süreçleri kapsamaktadır (Akgül, 2010: 156-157).

Ekonomik kalkınma sağlanırken maliyetlerin düşürülmesi için ekolojik çevre üzerinde gereğinden fazla baskı oluşturulmamalıdır. Çevrenin içinde bulunan kaynaklar, kısa sürede kendini yenileyememesi nedeniyle uzun dönemde maliyetlerin artışına neden olabilmekte ve artan maliyetler ekonominin sürdürülebilirliğini tehlikeye sokabilmektedir (Akgül, 2010: 156).

Günümüze kadar yapılan çevre konferanslarında ekonomik kalkınma gerçekleştirilirken çevre faktörünün önemi ortaya konulmuştur. Ekonomik faaliyetlerin devamı ve gelecek neslin ihtiyaçlarının sorunsuzca karşılanabilmesi için şüphesiz çevre ve içinde bulunan doğal kaynakların önemi büyüktür. Küresel alanda çok yaygın surette kullanılan fosil kökenli doğal kaynak kullanımının iklim değişikliğine yol açması ve kullanılan kaynakların tükenebilir olması nedeniyle sürdürebilir kalkınmanın önünde engel teşkil etmektedir. Bu durum karşısında tedbir alınmazsa ekonomik boyut uzun vadede olumsuz yönde gelişebilir.

Kyoto protokolünün yürürlüğe girmesinden bir yıl sonra İngiliz hükümeti talimatıyla Prof. Nicholas Stern önderliğinde uzman bir ekip tarafından Stern raporu hazırlanmıştır. Raporda iklim değişikliği sorununun ekonomik boyutuna vurgu yapılmış, sorun ciddi boyutlara ulaşmadan tedbirler alınması gerekliliği vurgulanmıştır. Raporda tahminlere göre iklim değişikliğine karşı önlemler alınmazsa, iklim değişikliği sonucu ortaya çıkacak küresel ısınma maliyetinin toplam GSMH'nın her yıl %5'ine denk bir kayıp yaşanacağı varsayılırken; hesabın içine daha geniş çaplı etkiler ve riskler eklendiğinde oranın %20 ve daha fazla olabileceği öngörülmektedir. Öngörülen duruma karşın iklim değişikliğinin küresel ısınma

üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılabilmesi için alınacak tedbir maliyetlerinin GSMH'nın %1'i gibi bir orana tekabül ettiği tahmin edilmektedir. Raporda iklimde değişikliğin belirtilen ekonomik nedenlerden dolayı ortak bir sorun olduğu, birlikte hareket edilmesi gerektiği (Çelikkol ve Özkan, 2011: 204) vurgulanmıştır.

2.5. Sürdürebilir Kalkınmanın Amaçları

Sürdürülebilir kalkınmada ekonomik faaliyetler açısından ekolojik dengenin gözetilmesi amaçlamaktadır. Sadece ekonomik faydaları gözeten bir kalkınma yerine uzun dönemli ekolojik ve toplumsal faydaları da kapsamaktadır (Bayraktutan, 2011: 26). Sürdürülebilir kalkınmanın amaçları aşağıdaki gibi (Aksu, 2011: 6) sıralanabilmektedir:

-Büyümenin niteliklerinin yeniden belirlenmesi ve canlandırılması,
-Toplumun sağlık, gıda, enerji gibi alanlarda temel gereksinimlerinin karşılanması,
-Doğal kaynak rezervlerinin korunması ve zenginleştirilmesi,
-Teknolojinin yeni bir yön alması ve yönetilmesi,
-Karar verirken ekonominin çevreyle beraber değerlendirilmesi.

2.6. Sürdürülebilir Kalkınma ve Enerji Arasındaki İlişki

Günümüzde refah seviyesinin arttırılmasında ve kalkınmanın sağlanmasında en önemli ölçütlerden biri enerjidir. Enerji gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülke seviyesine ulaşabilmesi için köprü görevi görürken aynı zamanda gelişmiş olan ülkelerin gelişmişliklerini devam ettirebilmesi için önem arz etmektedir. Enerji kaynaklarının tükenebilir olması ve arz güvenliği nedeniyle fiyatlarında dalgalanmalar olmaktadır. Dolayısı ile enerji fiyatındaki dalgalanmalar birçok ülke ekonomisini olumsuz etkileyerek yüksek işsizlik, enflasyon ve ekonomide durgunluk gibi çeşitli makro ekonomik problemlere neden olmaktadır. Ayrıca çevresel olarak sera gazı artışına etki ederek iklim değişikliğine neden olmaktadır. Tüm bu sorunların çözümü ise "sürdürülebilir enerji politikaları"ndan (Adaçay, 2014: 87) geçmektedir.

Sanayi devriminden bu yana doğal kaynaklara duyulan talep her geçen gün artmıştır. Kullanılan doğal kaynakların yenilenemeyen fosil kaynaklardan oluşması gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamasını tehlikeye sokmakta ve kalkınmanın sürdürülebilirliği önünde büyük bir engel teşkil etmektedir

Kalkınma ve enerjide sürdürülebilirliğin sağlanması için fosil kaynaklar yerine çevreye zarar vermeyen yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi, geri dönüşüme önem verilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması gibi konulara (Karabıçak ve Özdemir, 2015: 47) yer verilmelidir.

Enerji talebinin dâima artması, artan talebin karşılanması için kullanılan fosil kaynakların sınırlı olması alternatif kaynaklara yönelinmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Enerji kullanımı, sürdürülebilir kalkınma ve çevre arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Son dönemde yapılan küresel sürdürülebilir kalkınma zirvelerinde küresel ısınma konusuna yoğunlaşılmış, sebep olarak fosil kaynaklarının kullanılması gösterilirken çözüm, öneri olarak ise yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının gerekliliği vurgulanmıştır (Seydioğulları, 2013: 25).

Sürdürülebilir kalkınmayı destekleyecek ve en önemlisi doğal kaynakların korunması ile gelecek nesilllerin haklarının gözetilmesinde enerji politikalarında önemli rol oynayan yenilenebilir enerji kaynaklarına, sıklıkla yer verilmelidir (Dikmen, 2009: 7).

Dünya enerji istatistikleri sonucu yapılan analizler gösteriyor ki sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması ile iklim değişikliğinin önlenmesi için sunulan tüm seçenekler içerisinde neredeyse en gerçekçi tek alternatif yenilenebilir enerji olarak görülmektedir (Kum, 2009: 221).

Enerji sosyo-ekonomik amaçlara ulaşmakta oldukça önem arz etmektedir. Fakat kullanılan enerjinin fosil kaynaklı olması iklim değişikliği ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olan en büyük etkenlerden biridir. Bu konuya verilen önem ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre farklılık göstermektedir. Gelişmiş ülkelerde enerji verimliliğini artırmak ve çevreyi daha az kirletici olan enerjilere geçmek söz

konusudur. Gelişmekte olan ülkelerde ise ekonomik büyümeyi sağlamak ve yoksulluğu azaltmak daha bir önem kazanmaktadır. Optimal maliyet ve sürdürülebilir enerji arzı ekonomik kalkınmanın önemli koşullarından biridir. Bununla birlikte enerji gerek üretim, gerekse tüketiminde çevresel problemlere neden olmaktadır. Sürdürülebilir kalkınmanın amaçlarına ulaşılabilmesi için yenilenebilir enerji kullanımına geçilmelidir. Yenilenebilir enerji kullanımına geçilmesi için de uygun stratejiler belirlenmesi ve teknolojinin geliştirilmesi gerekmektedir (Dinçer ve Aslan, 2008: 65-66).

Kalkınmanın sağlanabilmesi için en etkili çözüm yollarından biri de enerjidir. Fakat kalkınmanın sürdürülebilirliği açısından geleceğe kalabilmesi de önemlidir. Bu anlamda geleceğe kalabilen, temiz ve yerli enerjiler özellikle enerjide dışa bağımlı ve gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye gibi ciddi potansiyele sahip ülkeler için tek alternatif olarak görülmektedir (Kaygusuz ve Kaygusuz, 2002: 431-432).

Özellikle enerjiye ihtiyacı yüksek gelişmekte olan ülkeler için, sürdürülebilir kalkınma ve enerji ilişkisi incelendiğinde ön plana, insan ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli enerji kaynağını sağlayabilmek, enerjide verimlilik elde etmek, enerji kullanımı sonucu ortaya çıkan toplum sağlığı ve ekosistemde denge gibi konuların göz ardı edilmemesi gibi başlıklar çıkmaktadır (Jefferson, 2006: 573).

Sürdürülebilirliğin gerçekleşmesi için enerjide verimliliğin sağlanması ve yerli enerji kaynaklarında çeşitliliğe gidilmesi şarttır. Ayrıca politika yapıcıların politikalarını oluştururken kalkınmayı ekonomik sosyal ve çevresel yönden ele almasının gerekliliği gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaktadır (Johansson vd, 1992: 210 - 211).

3. ENERJİ KAYNAKLARI

3.1. Enerji Kavramı

Enerji eski Yunanca'dan türetilen, "aktif ve iş" anlamına gelen bir kelimedir. Daha sonraları ise enerji kısaca iş yapabilme kapasitesi veya yeteneği olarak ifade edilmiştir (Karluk, 1999: 247).

Enerji, insanların temel ihtiyaçlarının karşılanması ve ekonomik faaliyetlerin gerçekleştirilmesinin yanında ülkelerin sosyal ve ekonomik gelişmişlik düzeyinin oluşmasında da önemlidir. Günümüzde küresel çapta büyük önem arz eden ve dünya siyasetine yön veren enerji gelecekteki iktisadi, coğrafi ve sosyal düzenin en önemli unsuru olacaktır (Bayrak ve Esen, 2014: 139-140).

Günümüzde giderek artan nüfus artışı, teknolojik gelişmeler gibi etkenler enerjiye talebi artırmaktadır. Artan talep karşısında kısıtlı olan fosil kaynaklarının gelecekte yetersiz kalacağı düşüncesi, enerjide dışa bağımlılığın yüksek olması, stratejik kaynakların bulunduğu yerlerde yaşanan siyasi istikrarsızlıklar nedeniyle enerjide ortaya çıkan arz güvenliği sorunu ve küresel çapta olumsuzluklara neden olan iklim değişikliği gibi etkenler enerjinin önemini arttırmıştır. Enerji kaynaklarının düşük maliyetli, verimli kullanılması ve enerjide tasarruf sağlamak gibi konular devlet politikalarına yön vermektedir (Koçaslan, 2014: 118).

Üretim ve tüketim miktarlarıyla gelişmişlik düzeyini belirleyen en önemli etkenlerden biri olan enerjinin güvenilir, çevreyle uyumlu, iktisadi şartları gözeten, yeterli miktarda ve uygun zamanda temin edilmesi durumunda ancak, sürdürülebilir bir kalkınma mümkün olmaktadır (Akbulut, 2008: 118).

Artan enerji talebini karşılamak için kullanılan fosil kaynaklar CO_2 gazının atmosferde birikmesine ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. Bu durum buzulların erimesi, verimli arazilerin azalması, bazı canlı türlerinin yok olması gibi durumlara yol açmaktadır. İklim değişikliğini engellemenin en önemli şartlarından

biri fosil kaynaklar kullanımı yerine yenilenebilir kaynakların kullanımına ağırlık vermektir (Keleş ve Hamamcı, 2002: 105).

3.2. Enerji ve Gelişmişlik Arasındaki İlişki

Enerji ekonomilerin iktisadi ve sosyal ilerlemesinde, toplumun yaşam kalitesinin artmasında büyük rol oynamaktadır. Bu sebeple bir ülkede kişi başına düşen enerji tüketimi o ülkedeki ekonomik gelişmişliğin en önemli göstergelerinden biridir (Çalışkan,2009: 299). Ekonomik gelişmeyi olumsuz etkileyen en önemli nedenlerden biri enerji arzında yaşanan sıkıntılardır. Örneğin 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizleri fiyatların artışına neden olmuş bu durum özellikle enerjide dışa bağımlı olan ülkelerin ekonomilerini olumsuz yönde etkilemiştir (Kar ve Kınık, 2008: 334).

Gelişmiş ülkeler daha az enerji girdisi ile gelişmekte olan ülkelerle aynı GSMH'ya sahip olabilmektedirler. Bu sebeple gelişme yolunda olan ülkelerin kalkınma yolunda atacakları en önemli adımlardan biri enerji verimliliğini artırıcı politikalara yer vermektir. Ayrıca ödemeler dengesi açığı bulunan ve enerjide dışa bağımlı olan gelişmekte olan ülkelerde enerjinin mümkün olduğu kadar sabit ve daha az maliyetli fiyatlarla alımı ihtiyacı söz konusu iken; gelişmiş ülkelerde enerji ithalatında kesintiye uğramadan devamlılık esası önem arz etmektedir (Bayraç, 2009: 119).

Gelişmekte olan ülkeler, daha önce gelişmiş ülkelerin sanayileşirken kullandıkları kıt ve fosil kaynaklar yerine yenilenebilir enerjilere yatırım yapmaları durumunda, yerli, güvenilir ve tükenme sorunu olmayan kaynaklara sahip olacaklardır. Yenilenebilir enerji kaynakları doğal kaynaklardan oluştukları için ithal enerjilere ödeme yapma gereksinimini ortadan kaldırmakta, dış borçlanmayı azaltmaktadır. Böylelikle dış ödemeler bilançosunda açığı oluşturan ithal enerji maliyetinden kurtulmuş olacaklardır (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 259-260).

3.3. Enerji ve İklim Değişikliği Arasındaki İlişki

Atmosferde insan kaynaklı sera gazların artması ekosistemdeki dengenin bozulmasına ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. İklim değişikliğine neden olan

insan kaynaklı sera gazı bileşenleri içerisinde en önemli paya sahip olan gaz türü karbondioksittir (CO_2). Karbondioksit oranını artıran en önemli nedenlere bakıldığında ise kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil kaynaklı enerji kullanımı ve ormanların yok edilmesi karşımıza çıkmaktadır (Aksay vd, 2005: 32).

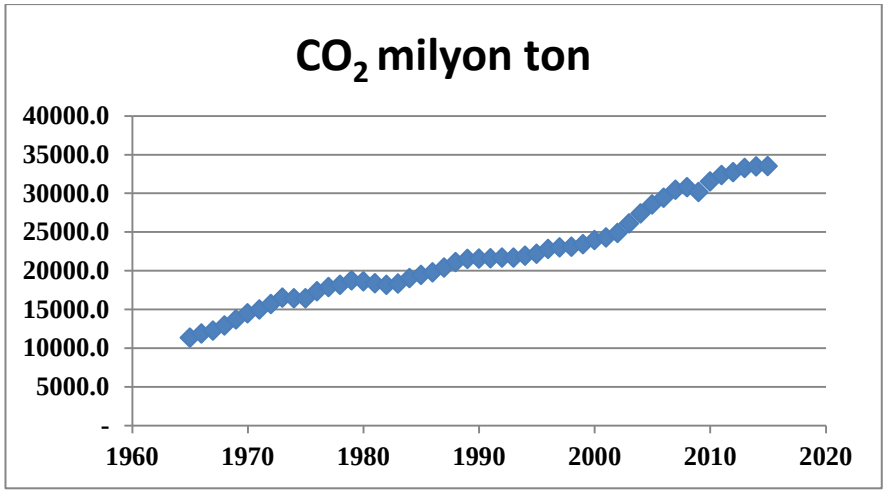
Tablo 3.1: 1990-2015 Sera Gazı Emisyonu İstatistikleri (Milyon Ton)

	N2O Emisyon (Nitröz Oksit)	CH4 Emisyon (Metan)	CO2 Emisyon (Karbondioksit)
1990	**80,0**	**1 649,7**	**148 194,8**
1995	**78,2**	**1 649,3**	**181 418,6**
2000	**84,2**	**1 691,5**	**227 718,6**
2005	**88,1**	**1 774,8**	**263 940,6**
2010	**96,6**	**2 048,8**	**322 056,8**
2011	**99,8**	**2 137,2**	**348 003,8**
2012	**103,1**	**2 271,1**	**355 492,0**
2013	**109,9**	**2 223,5**	**347 746,5**
2014	**109,9**	**2 273,3**	**359 220,2**
2015	**111,7**	**2 057,6**	**383 426,7**

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2017

TÜİK'e göre 1990-2015 yılları arası sera gazı salınım miktarları aşağıdaki gibidir. Tablo 3.1'te insan kaynaklı artan sera gazı türleri içerisinde en büyük paya sahip olan üç sera gazı türü miktarları verilmiştir. Miktarca en büyük paya sahip olan, karbondioksit (CO_2) gazıdır.

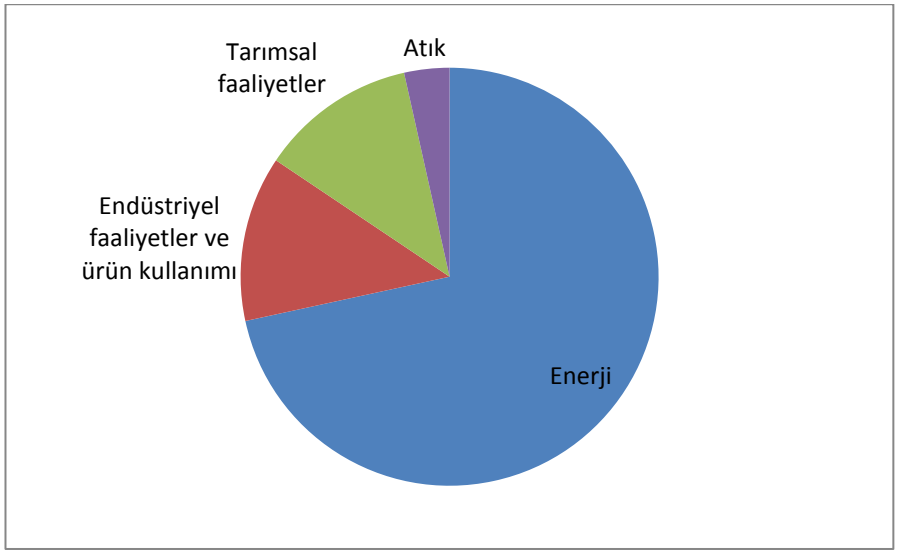
Grafik 3.1: Karbon Salınımının Yıllara Göre Dağılımı



Kaynak: TUİK (2017).

Küreselleşen dünyada sanayileşmenin artması, kullanılan fosil kaynakların artması, ormanların azalması gibi sebeplerden dolayı karbon emisyonundaki artışlar Grafik 3.1'de gözükmektedir.

Grafik 3.2: 2015 Sera Gazı Salınımının (CO_2 eş değeri) Sektörel Dağılımı



Kaynak: TÜİK (2017).

Toplam sera gazı emisyonunun (karbondioksit eşdeğeri) sektörel dağılımına baktığımızda enerji, atıklar, tarımsal faaliyetler ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı gibi alanlarda dağılım göstermektedir. Grafik 3.2'ye bakıldığında en büyük oranın % 71,6 ile enerji sektöründe olduğu görülmektedir. Sıralamayı %12,8 ile

endüstriyel faaliyetler ve ürün kullanımı, %12,1 ile tarımsal aktiviteler ve son olarak %3,5 ile atık izlemektedir. Günümüzde enerji elde etmede kullanılan kaynakların büyük kısmını fosil kaynaklar oluşturmaktadır. Fosil kaynakların kullanımı ise sera gazı (karbondioksit eşdeğeri) salınımını arttıran en önemli etkenlerden biri olarak kabul edilmektedir (Aksay vd, 2005: 32).

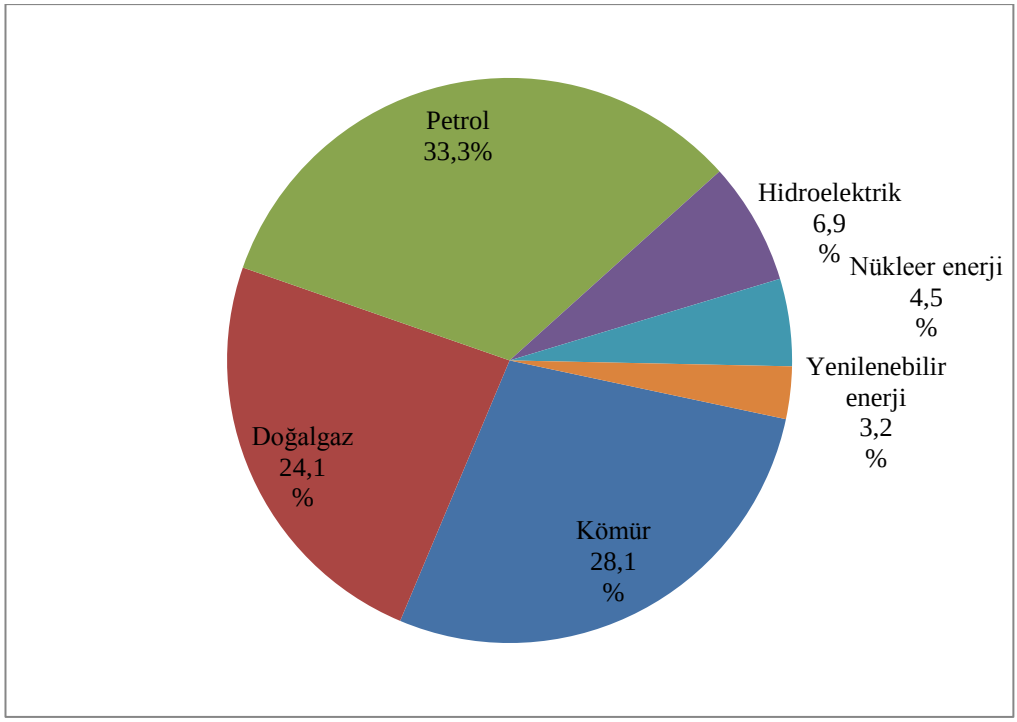
Sera gazı salınımı ya da iklim değişikliği sorunlarının altında yatan temel sebep enerji kullanımıdır. Fosil kaynaklı enerji kaynakları hem tükenebilme sorununun olması hem de sürdürülebilir çevreyi olumsuz etkilemesi nedeniyle, geleceğin enerji kaynakları olarak görülmemektedir (Kum, 2009: 208).

Enerji tüketiminde çevresel faktörlerin tartışılması, enerji politikalarını belirlerken fosil kaynaklara olan bağımlılığın azaltılarak çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarına karşı önemin daha fazla arttırılması gerekliliği sonucunu doğurmaktadır. Bu doğrultuda küresel politikalar belirlenirken sera gazı emisyonunu azaltıcı politikalar belirlenmesi gerekmektedir (Doğan ve Tüzer, 2011: 26).

3.4. Enerji Türleri

Enerji, elde ediliş biçimlerine göre birincil enerji kaynakları ve ikincil enerji kaynakları olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Birincil enerji kaynakları doğrudan doğada bulundukları şekliyle kullanılan doğalgaz, kömür, petrol, güneş, su gücü, biyokütle, rüzgâr gibi kaynaklardır. Bu kaynaklar kendi içerisinde yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları olarak iki sınıfa ayrılmaktadır (Kılıç ve Aslan, 2016: 1-2).

Grafik 3.3: Dünya Birincil Enerji Tüketimi Oranları (2016)



Kaynak: British Petroleum (BP) Statistical Review Of World Energy (2017).

Dünya 2016 yılı birincil enerji tüketimi oranları Grafik 3.3'de görülmektedir. En büyük payı %33,3 ile petrol sağlarken sıralamayı %28,1 ile kömür, %24,1 ile doğalgaz, %6,9 hidroelektrik, %4,5 nükleer enerji ve %3,2 ile yenilenebilir enerji takip etmektedir.

BP Dünya Enerji İstatistik verilerine göre küresel birinci enerji tüketimi 2015 yılından 2016 yılına 171 Milyon Ton Petrol Eşdeğeri (MTOE) artmıştır. Bu artışın içeriğine bakıldığında en büyük pay 77 MTOE ile petrol oluşturmaktadır. İkinci sırada ise 57 MTOE ile doğal gaz yer almaktadır. Fosil kaynaklar içinde petrol ve doğalgaz artışının aksine kömür 2016 yılında 53 MTOE bir azalış göstermiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına bakıldığında sürdürülebilir kalkınmanın da etkisiyle 53 MTOE bir artış sağlanmıştır. Genel olarak dünya birincil enerji tüketim oranlarına bakıldığında fosil kaynaklarının %85,5 ile üstün bir hâkimiyet sağladığı görülmektedir. Yenilenebilir enerjiye hidroelektrik enerji de eklendiğinde 2016 yılında toplam oranı %10'u bulmuştur. Geçmiş yıllara bakıldığında yenilenebilir enerjinin yavaş da olsa ilerleme kaydettiği fosil kaynakların az da olsa azalış gösterdiği görülmektedir. Örneğin 2013 yılında %86.7 tüketimi olan fosil kaynaklar

2016 yılında %85,5'e gerilemiş, yenilenebilir enerji kaynakları ise %2,2 den %3,2'ye yükselmiştir (BP Statistical Review of World Energy , 2017).

Enerji tüketiminde %1'lik bir büyüme görülmektedir. Bu büyümenin yarısını gelişmekte olan ülkelerden Çin ve Hindistan oluşturmaktadır. Petrol fiyatlarının düşmesi ile petrol tüketimi %1,6 artarken doğalgaz ise %0.3 artış göstermiştir. Enerji tüketiminde en büyük artış %12 ile yenilenebilir enerjide olmuştur. Enerji talebindeki büyümenin üçte biri kadar gerçekleşen yenilebilir enerji artışı karbon salınımının 2016 yılında daha düşük seviyede (sadece %1 kadar) artmasını sağlamıştır.

3.4.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları fosil kaynaklarına ikame olarak düşünülmekte ve teknoloji kullanılarak enerji piyasasındaki değerinin arttırılması için politikalar belirlenmektedir. Başlıca yenilenebilir enerji kaynakları; güneş, su gücü biyokütle, rüzgâr, jeotermal gibi enerji kaynaklarından oluşmaktadır (Koç ve Kaya, 2015: 40).

Dünyada hızla artış gösteren enerji talebine karşı, mevcut enerji kaynaklarının her geçen gün azalması ve çevreye verilen zararlar sonucunda oluşan iklim değişikliği gibi olumsuzluklar yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini artırmıştır. Fosil kaynaklar karşısında birçok avantajı bulunan yenilenebilir enerji kaynakları, dışa bağımlılığın azaltılması ve istihdama katkı sağlaması gibi konularda önemli bir rol üstlendiği için kamuoyundan geniş bir destek görmektedir (Ata ve Öcal, 2014: 2).

3.4.2. Yenilenebilir Enerji Kavramı ve Tarihsel Gelişimi

Yenilenebilir enerji kaynakları doğada natürel haliyle mevcut olup, sürekli devam eden bir enerji türüdür. Yenilenemeyen fosil kaynaklar gibi doğada sınırlı olarak bulunmadıkları için insanoğluna her dönem hizmet verebilmektedirler. Ayrıca küresel ısınmaya sebebiyet veren sera gazının artmasına neden olmazlar ve karbon kökenli enerji kaynaklarından olmadıkları için çevre kirliliğine ya çok sınırlı seviyede zarar verirler ya da hiç zarar vermezler (Tutar ve Eren, 2011: 3). Yenilenebilir enerji kaynakları çok eski çağlardan itibaren kullanılmaya başlanmıştır.

Örneğin yiyeceklerin nihai hale getirilmesi, yelkenli gemilerin hareketi, suyun ısıtılması gibi günlük hayatı kolaylaştırmak için yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmıştır. Ancak sanayi devrimiyle beraber kullanımı azalarak yerini fosil kaynaklarına bırakmıştır. Küresel dünyada geniş etkileri görülen 1973 petrol krizinin yaşanması ile fosil kaynaklara karşı güvensizlik oluşmaya başlamıştır. 1990'lı yıllarda ise iklim değişikliği sorununa karşı önlem alınabilmesi ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı konusunda politikalar oluşturulmaya çalışılmıştır (GEKA, 2011: 7). Çünkü enerji kaynaklarının kullanımı, çevresel etki ve sürdürülebilir kalkınma arasında çok yakın bir ilişki bulunmaktadır. Sürdürülebilir bir kalkınmanın sağlanabilmesi için çevre kirliliğin azaltılması, yenilenebilir enerji kaynak kullanımın arttırılması ve enerjide verimliliğin sağlanması gibi konular büyük önem arz etmektedir (Seydioğulları, 2013: 25).

Yerli ve ulaşımının kolay olmasının yanında ve tükenebilme sorununun olmaması nedeniyle "yenilenebilir enerji" olarak adlandırılan bu kaynaklar günümüzde temel enerji kaynağı olarak birçok ülkede kullanılmaktadır. Gelir enerjisi (Tümertekin ve Özgüç, 1997) olarak da tanımlanan yenilenebilir enerji kaynakları 1900'lü yılların ikinci yarısında Birleşmiş Milletler tarafından desteklenmiş ve enerji piyasasında ağırlığını artırmak amacıyla gelişmiş ülkeler başta olmak üzere teşvik edilmeye başlanmıştır. (Arslan, 2016: 315).

3.4.3. Yenilenebilir Enerji Kaynak Türleri

3.4.3.1. Güneş Enerjisi

Tüm gezegenlere ve dünyaya sonsuz denilecek kadar enerji veren güneş sistemi nükleer yakıtlar haricinde kullanılan yakıtların ana kaynağı olarak gösterilmektedir. Güneş sisteminin içerisinde nükleer füzyon reaksiyonları gerçekleşmektedir. Gerçekleşen reaksiyon sonucunda büyük bir enerji ortaya çıkmaktadır. Fakat elde edilen büyük enerjinin küçük bir bölümü yeryüzüne ulaşmaktadır (Külekçi, 2009: 84-85, Bedeloğlu vd, 2010: 48). Fosil kaynaklara göre sürdürülebilir kalkınma yönünde daha avantajlı olan ve küçük enerji miktarıyla yeryüzüne ulaşan güneş

enerjisi, bir yılda elde edilen enerji miktarıyla bilinen petrol kaynaklarının 800 katına denk gelirken; kömür kaynaklarının ise 50 katına tekabül etmektedir (Dinçer, 2011: 9).

Güneş her dönemde ısı ihtiyacının karşılanması için kullanılmıştır. Günümüzde konutların ısıtılmasında, sıcak su elde edilmesinde, gıdanın pişirilmesi ve kurutulmasında, tarımsal teknolojilerin kullanım sürecinde, endüstriyel ısı ihtiyacının karşılanmasında, güneş ocakları ve fırınları gibi ısı-elektrik gerektiren alanlarda güneş enerjisinden yararlanılmaktadır (Varınca ve Gönüllü, 2006: 4; İraz vd, 2010: 71-72).

Güneş enerjisi teknolojilerinde kullanılan yöntem malzeme ve düzey açısından teknolojik farklılık gösterdiğinden dolayı iki ana gruba ayrılmaktadır. Birinci yöntemde "fotovoltaik güneş enerjisi teknolojisi" veya diğer adıyla "güneş pilleri" olarak bilinen teknoloji sayesinde elektrik enerjisi doğrudan elde edilmektedir. İkinci yöntem "ısıl güneş teknolojisi" dir. Isıl güneş teknolojisinde ilk başta ısı elde edilmektedir. Elde edilen ısı doğrudan konutlarda ve diğer alanlarda suyun ısıtılması amacıyla kullanılabileceği gibi dolaylı olarak elektrik üretiminde kullanılabilmektedir. Tüm bu sistemlerin yanında bir de yoğunlaştırılmış güneş sistemleri (CSP) bulunmaktadır. CSP sistemleri aynalar vasıtasıyla elde edilen güneş enerjisinin jeneratörler aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülmesi suretinde elde edilir (YEGM, 2012a). Sistemin verimli çalışabilmesi için güneşli, açık havalı ve sıcak bölgelerde yer alması büyük önem arz etmektedir(Cengiz ve Mamiş, 2016: 11).

Fotovoltaik güneş enerjisi sistemleri diğer güneş enerjisi sistemlerine göre daha çok tercih edilmektedir. Sebebi güneş ışığının az olması durumunda bile elektrik üretebilmesi ve kurulumunun kolay olmasıdır (Özcan, 2013: 56). Ayrıca güneşten gelen enerjiyi doğrudan elektik enerjisine çevirebilen fotovoltaik güneş enerjisi sistemleri yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en temiz enerji kaynağı olarak gösterilmektedir (Bedeloğlu vd, 2010: 48).

Güneş enerjisi %5 - %20 aralığında bir verimle enerjiye çevrilebilmektedir. Güneş enerjisinden verim alınabilmesi için fotovoltaik hücrenin yapısı oldukça önemlidir. Fotovaltaik güneş enerjisi sistemi, yüzeyindeki iletken hücreler sayesinde güneş ışınlarını ileterek elektrik enerjisine dönüştürür. Fotovoltaik hücreler kablolar vasıtasıyla birbirine bağlanarak monte edilir. Birbirine monte edilen fotovoltaik hücreler modülleri oluştururken modüllerde birleşerek güneş enerjisi santrallerini oluşturur (Çanka Kılıç, 2015: 39; Özcan, 2013: 56).

Küresel önemi giderek artan yenilenebilir enerji türlerinden biri olarak karşımıza çıkan güneş (pv) enerjisinde dünyada fotovoltaik enerji teknolojilerinin uygulanmasına öncülük eden ülkeler: Çin, Japonya, ABD, Almanya ve İtalya'dır. Bu beş ülke dünyada fotovoltaik güneş enerjisi kurulu gücünün %73,6'sına sahiptir.

Tablo 3.2: Güneş Enerjisi Kapasitesinde İlk Beş Ülke

Ülkeler	**Kümülatif PV Kurulu Toplam Güç(GW)**	**Toplam Kümülatif PV Kurulumu Gücü İçindeki Oranı**
ÇİN	78.1	25,9
JAPONYA	42.8	14,2
A.B.D	40.3	13,4
ALMANYA	41.3	13,7
İTALYA	19.2	6,4

Kaynak: BP (2017a); IEA-PVPS (2017: 53-65-70-72-110); REN21 (2017: 67).

2016 yılında dünya güneş enerji kapasitesi geçmiş yıla göre 75GW artarak 303GW'a ulaşmıştır. Dünyada 2015 yılına göre %33.2 artış gösteren güneş enerjisinde son 4 yılda kapasite 3 kat artmıştır. Tablo 3.2'ye bakıldığında 2016 yılına göre güneş enerjisi kurulu güçte ilk sırayı Çin alırken sıralama Japonya, Almanya, ABD ve İtalya olarak devam etmektedir (BP, 2017a; REN21, 2017: 21).

Tablo 3.3: 2016 Yılı PV Güneş Enerjisi Kapasite Artışı (GW)

Ülkeler	Artış (GW)
Çin	34,5
ABD	14,8
Japonya	8,6
Hindistan	4,1
Almanya	1,5

Kaynak: IEA-PVPS (2017: 53-65-70-72-110); REN21 (2017: 67); BP (2017a).

2015 yılına göre en fazla artışı 34.5 GW ile Çin gerçekleştirmiştir. Sıralamayı 14.8 GW ile ABD, 8.6 GW ile Japonya, 4,1 GW ile Hindistan ve son olarakta 1,5 GW ile Almanya takip etmektedir. Sıralamaya bakıldığında dikkat çeken nokta gerek yenilenebilir enerjide gerek güneş enerjisinde ilk sıralarda karbon salımına fazla neden olan ülkelerin yenilenebilir enerji konusunda da ilk sıralarda yer almasıdır ki bu, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması açısından umut vericidir.

3.4.3.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi kaynağını güneşten almaktadır. Güneş ışınlarının dünyanın şekli gereği yeryüzüne ve atmosfere eşit miktarda dağılmaması sonucu ortaya çıkan sıcaklık, basınç ve nem farklılıkları hava hareketine neden olmaktadır. Bu hava hareketleri rüzgârı oluşturmaktadır. Rüzgârların enerjiye dönüştürülebilmesi için rüzgâr türbinleri kullanılmaktadır. Rüzgâr türbinlerinin kullanılabilmesi için arazinin şekli, hava ve iklim şartları gibi coğrafi ve meteorolojik koşullar büyük önem arz etmektedir. Bundan dolayı rüzgâr enerjisi santralleri istenilen her bölgeye kurulamamaktadır (Şenel ve Koç, 2015: 47; Bayraç, 2011: 39). Ayrıca yasal düzenlemelerle rüzgâr türbinlerinin kurulması için uygun olmayan alanlar belirlenmiştir. Belirlenen alanlar şu şekilde (Değirmenci vd, 2017: 20) sıralanabilir:

- Radar koordinatları içerisindeki bulunan bölgeler ve 5 km yakın çevresinde bulunan tampon bölgeler (Resmi Gazete, 2014),
- Havaalanı ve 3 km yakın çevresinde bulunan tampon bölgeler,

- Hava ve yerdeki bulunan haberleşme istasyonları ve 2 km yakın çevresinde bulunan tampon bölgeler,
- Fay hattı bölgeleri ve 150 metre yakın çevresinde bulunan tampon bölgeler,
- Yerleşim alanları ve 1 km yakın çevresinde bulunan tampon bölgeler (Resmi gazete 2015),
- Koruma alanları (Resmi gazete, 1983-1956),
- Yüksekliği 1500 metrenin üzerinde olan alanlar.

Yukarıda bahsedilen alanların dışında Rüzgâr Enerjisi Santralleri (RES) kurulumu için verimli araziler de uygun olmayan mekânlar arasında görülmektedir (Özşahin ve Kaymaz, 2013: 14). RES'ler verimli araziler üzerine kurularak tarım alanları daraltılmamalıdır. Bu faktörler gözetildiğinde aynı zamanda kalkınmanın sürdürülebilirliği de sağlanmış olacaktır.

Rüzgâr enerjisi ilk olarak yel değirmenlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Yel değirmenleri vasıtasıyla pirinç tarlalarının sulanmasında ve tahıl öğütme gibi alanlarda da kullanılmıştır. Daha sonraki süreçte geliştirilerek New York'ta 1882 yılında elektrik üretiminde kullanılmaya devam edilmiştir. Sanayileşmenin artmasıyla yerini fosil kaynaklara bırakan rüzgâr enerjisi 1970'li yıllarda petrol krizlerinin ortaya çıkmasıyla tekrar gündeme gelmiştir (Özdamar, 2000: 135). Günümüzde türbinler vasıtasıyla elektrik üretimine katkı sağlayan rüzgâr enerjisi, aydınlatma, soğutma ısıtma gibi alanlara yönelik ihtiyaçlara cevap vermeye çalışmaktadır (Öztürk ve Çelik, 2006: 268).

Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında etkin rol oynayan rüzgâr enerjisi enerji güvenliği açısından fosil kaynakların aksine yenilenebilir ve temiz enerji olması, uzun dönemde enerji güvenliği sorununu ve yakıt fiyatı risklerini sıfıra indirmesi ile tedarik risklerini ortadan kaldırmakta ülkelere enerjide dışa bağımlılığın yerine yerli alternatifi sunmakta, bu yüzden giderek önem kazanmaktadır (Oskay, 2014: 80).

Ayrıca rüzgâr enerjisinin çevreye ve insan yaşamına uyumlu olması, sera gazını artıcı gazlara neden olmaması, kurulan rüzgâr türbinlerinin az yer kaplaması ve diğer ekonomik faaliyetlere alan kalması, ekonomilere istihdam sağlayarak gelişmeye

katkıda bulunması, çok yüksek kurulum ve işletim maliyetinin olmaması gibi etkenler rüzgâr enerjisinin tercih edilmesinde önemli rol oynamaktadır (Bayraç, 2011: 40-41).

Rüzgâr enerjisi ilk yatırım maliyeti yüksek olmasına rağmen değişken ve sabit maliyeti düşük bir enerji türüdür (Kaya ve Koç, 2015: 66). Yıllar itibariyle dünyada rüzgâr enerjisi piyasası genişledikçe maliyetlerde düşüş görülmektedir. Örneğin rüzgâr enerjisi maliyetlerine bakıldığında, 1990 yılından bu yana üretim kapasitesi giderek artarken maliyetler giderek azalmıştır. Rüzgâr enerjisi 1981 yılında maliyeti kilovat başı 2600 dolarken 1998 yılında bu miktar azalarak 800 dolara gerilemiştir. Teknolojik ilerlemeler devam ettiği müddetçe maliyetin daha da düşeceği, böylece rüzgâr enerjisinin en uygun enerji kaynaklarından biri olacağı düşünülmektedir (Batı, 2013: 113).

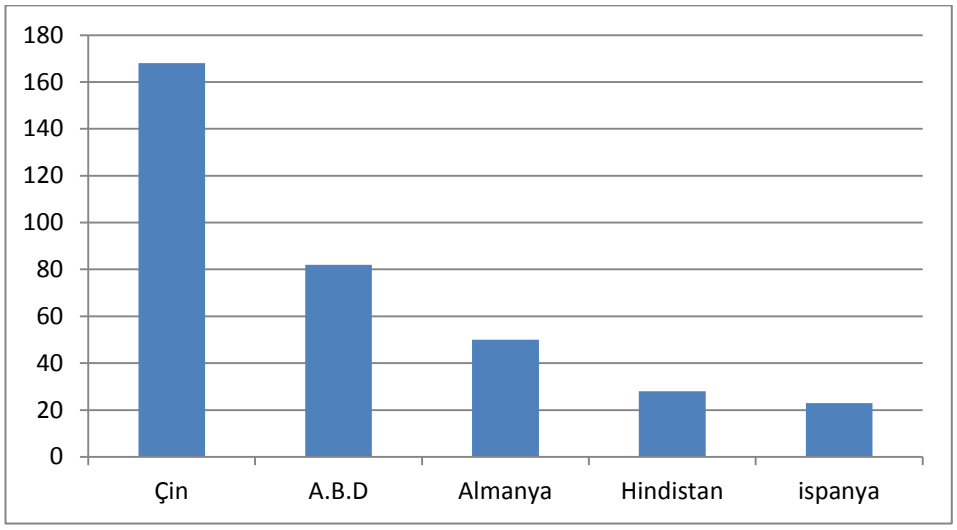
Rüzgâr enerjisinin olumlu yanları olduğu kadar olumsuz yanları da bulunmaktadır. Göçmen kuşların yol güzergâhı üzerine kurulan rüzgâr türbinleri güzergâh üzerinden geçen kuşların türbinlere maruz kalmaları sonucunda can kaybı yaşamalarına neden olabilmektedir. Türbinler çalışırken, gürültü oluşumuna ve radyo sinyallerinin kesilmesine neden olabilmektedirler (Fıçıcı, 2008: 52-54). Ancak bu olumsuz özellikler fosil kaynakların olumsuz etkileri kadar büyük olmayan ve tolere edilebilir mahiyettedir.

Rüzgâr türbinlerinin oluşturduğu gürültü kirliliğinin önlenmesi ve olumsuz etkilerini azaltması amacıyla günümüzde türbinlerin gövdeleri ses izolasyonu ile kaplanmaktadır. Ayrıca kafes kuleler şeklinde kullanılan türbinler gerek bakımının zorluğu nedeniyle gerekse görüntü kirliliğinden dolayı büyük çoğunlukta terk edilmiştir. Kafes kuleler yerine maliyeti kafes kulelerden daha fazla olan fakat rüzgâr türbinlerinin olumsuzluklarını daha aza indiren gri renkli silindirik şekle sahip konik kesitli kuleler tercih edilmektedir (YEGM, 2012b).

Küresel çapta rüzgâr ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına teşvik durumuna bakıldığında pek çok ülke sürdürebilir kalkınmanın sağlanması, enerjide kaynak çeşitliliğini attırması ve dışa bağımlılığı azaltması gibi amaçlarla rüzgâr enerjisine

yönelmektedir. Rüzgâr enerjisi ile diğer yenilenebilir enerji türlerinin fosil kaynaklar ile rekabet edebilmesi için dünyanın birçok ülkesinde çeşitli teşvikler geliştirilmiştir. Teşvikler sayesinde üretimi her geçen gün artan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım alanları giderek yaygınlaşmaktadır (Oskay, 2014: 87-88). ABD, Çin, Almanya, İspanya gibi birçok ülkede yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması adına önemli adımlar atılmıştır. Bunlar yatırımları arttırmak üzere ucuz kredi desteği verilmesi, devlet yardımı, yerli üretim zorunluluğu, AR-GE ve kalite sertifikasyon desteği gibi vergilerde fiyat indirimi, yüksek birim fiyattan alım garantisi gibi teşviklerdir (Koçaslan, 2010: 55). Örneğin bahsedilen teşvik yöntemlerini uygulamaya koyan, AB ülkelerinden biri olan ve rüzgâr enerjisinde Avrupa'da liderliğe sahip olan Almanya, rüzgâr enerjisinden sağlanan elektriğe finansman temini ve sübvansiyon sağlarken aynı zamanda çıkarılan yenilenebilir enerji kanunu ile üretilen elektriğin devletçe satın alınması konusunda alım garantisi getirmiştir (Bayraç, 2011: 47-49).

Grafik 3.4: Rüzgâr Enerjisinde Kurulu Güce Göre İlk Beş Ülke (2016, GW)



Kaynak: Global Wind Energy Council (2017).

Rüzgâr enerjisi üretim kapasitesine göre ülkeler sıralandığında grafik 3.4'te görüldüğü üzere başı Çin (168 GW) çekerken onu sırasıyla ABD (82 GW), Almanya (50 GW), Hindistan (28 GW) ve İspanya (23 GW) gibi ülkeler takip etmektedir. Çin sıralamada ilk sırada geldiği gibi dünya rüzgâr enerjisi türbini imalatında da dünyada ilk sırada gelmektedir. Bu sıralamayı Danimarka, ABD ve Almanya izlemektedir.

2016 yılı rüzgâr enerjisi kapasite artışına bakıldığında Çin geçtiğimiz yıla göre yaklaşık kapasitesini 23,4 GW artırarak en çok gelişme kaydeden ülke olmuştur. Dolayısıyla liderliğini rüzgâr enerjisi imalat alanında sürdürdüğü gibi kapasite artışında da sağlamıştır (GWEC, 2017).

Tablo 3.4: Yıllara Göre Rüzgâr Kapasitesi (GW)

Yıllar	GW
2006	73,9
2007	93,9
2008	120,6
2009	159,0
2010	197,9
2011	238,1
2012	282,8
2013	318,6
2014	369,8
2015	432,6
2016	486,7

Kaynak: GWEC 2017; REN21 (2017: 88)

2016 yılında rüzgâr enerjisi kapasitesinde küresel ölçekte geçmiş yıla göre genel bir artış görülmüştür. Maliyetlerin azalmasıyla küresel kapasite miktarı 2016 yılında 54,6 GW artarak 486,7 GW'a yükselmiştir. Özellikle son üç yıldaki artışlarına bakıldığında 2015'teki artış dikkat çekmektedir. 2015 yılı gerek yenilenebilir enerjiye yatırım gerekse kapasite artış miktarı yönünden önemli bir yıl olarak karşımıza çıkmaktadır.

Artan miktarlara bakıldığında bazı yenilenebilir kaynakların yanında rüzgâr enerjisinde de artış görülmektedir. Artan enerji kapasitesi maliyetin giderek azalmasını sağlarken kullanılan yenilenebilir enerjiden elektrik üretilmesi sürdürülebilir kalkınma adına olumlu bir adım olarak gösterilebilmektedir (Karagöz ve Kavaz, 2017: 12).

3.4.3.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde sıcaklığı devam eden magmanın çıkardığı ısının oluşturduğu enerji türü şeklinde tanımlanmaktadır. Bir diğer tanıma göre; havzalardan beslenerek su potansiyelini oluşturan artan ısı sonucunda ortaya çıkmakta, sıcaklıkları kaya yapılarının geçirimli veya geçirimsiz olmasına göre farklılık göstermekte ve bünyesinde mineral, gaz, tuz ve buhar barındırmakta olan hidrotermal bir sistemdir (Külekçi, 2009: 85).

Jeotermal enerji kaynağı doğrudan kullanıldığı gibi elektrik üretiminde, sera alanlarının ısıtılmasında, sıcak su elde edilmesinde, endüstriyel alanlarda, konutların ısıtılmasında, sağlık alanı ve turizminde, tarım ve gıda gibi sektörlerde kullanılmaktadır (Erkul, 2012:119).

Jeotermal enerjinin tarihsel gelişimine baktığımızda ilk jeotermal enerjiden elektrik üretimi denemesi İtalya'nın Larderello kentinde 1904'te yapılmıştır. Endüstriyel alanda değer kazanan jeotermal elektrik enerjisi sonraki süreçte dünyanın birçok ülkesinde kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin Japonya ve ABD'de ilk jeotermal kuyuları açılmıştır. Bazı ülkelerde jeotermal enerjinin ısıtma gücünden yararlanmak için uygulamalar başlatılmıştır (Dagdaş, 2004: 40). Dünyada jeotermal enerjinin kullanımı 1970'lerdeki petrol krizinden sonra artış göstermiştir.

Fosil enerji kaynaklarının kullanımı çevreye zarar vermektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasına katkı sağlayacak, fosil kaynakların çevreye verdiği zararı azaltacak alternatif çözümlerden biri yenilenebilir enerji kaynaklarından olan jeotermal enerjinin kullanımıdır. Düşük gaz konsantrasyonları olan jeotermal enerji, sera gazı artışına fosil kaynaklar kadar neden olmamaktadır. Bazı fosil kaynaklarla fiyat bakımından rekabet edebilir olması, iklim şartlarından etkilenmemesi ve arz güvenliği sorunu olmadığı için fiyatlarında dalgalanmalar görülmemesi jeotermal enerjinin avantajları arasında gösterilmektedir (Batı, 2013: 128).

Sürdürülebilir kalkınma açısından jeotermal enerji kaynakları, 100-300 yıl kadar uzun süreli kullanımlar sonucunda akışkan jeotermallerin oluşturdukları traverten,

gayzer gibi doğal güzelliklerin korunmasını kapsamaktadır. Jeotermal enerji kaynaklarının gelişiminde;

- Sürdürülebilirliğini destekleyici yasal düzenlemeler ve politikaların oluşturulması,
- Uzun süreli gözlemeler sonucu oluşturulan saha modelleri belirlenmesi,
- Çok amaçlı kullanılması,
- Akışkan jeotermalin kullanıldıktan sonra tekrar rezervuara basılması,
- Derinliklerine ve entapili düzeylerine göre ısı pompalarının kullanımı

jeotermal enerji kaynağının sürdürülebilirliğinin gelişmesine katkı sağlayacaktır (Külekçi, 2009: 89).

Tablo 3.5: Jeotermal Enerjisinde İlk Beş Ülke

Ülkeler	Jeotermal Toplam Kapasite (GW)	Toplam Paydan % Oranı
ABD	3.6	%27
Filipinler	1.9	%14.4
Endenozya	1.6	%12
Yeni Zelanda	1.0	%7.2
Meksika	0.9	%7.0

Kaynak: BP (2017c); REN21 (2017: 52).

Jeotermal enerji üretimi yenilenebilir enerji içerisinde en köklü ve eski enerjilerden biri olarak gösterilmektedir. Jeotermal enerji 1 MW'lik rüzgâr ve güneş enerjisi kapasitesinden daha fazla elektrik üretebilmektedir. Fakat dünyada üretimine bakıldığında küresel üretimin sadece %0.3'üne tekabül etmektedir. Dolayısıyla bu durumdan dünyada az sayıda ülkenin jeotermal enerjiden faydalandığı anlaşılmaktadır. 2016 yılında jeotermal enerji kapasite artışına bakıldığında 2015 yılına göre %3,4 oranında artış göstermiştir. Jeotermal enerji kapasitesine 2016 yılında en büyük katkıyı Türkiye ve Endonezya gibi ülkeler sağlamıştır (BP, 2017c). Tablo 3.5'e bakıldığında dünya üretiminin %27 sini karşılayan ABD liderliği sağlarken onu Filipinler, Endonezya, Yeni Zelanda ve Meksika takip etmektedir.

3.4.3.4. Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik enerji hidroelektrik santrallerinde (HES) suyun sahip olduğu potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi yoluyla elde edilen bir yenilenebilir enerji türüdür (Selam vd, 2013: 321). Hidrolik enerjinin elde edilebilmesi için hidroelektrik santrallerinin kurulması gerekmektedir. Hidroelektrik santralleri depolamalı (Baraj tipi) ve depolamasız (Nehir tipi) olarak ikiye ayrılır. Depolamalı hidroelektrik santrallerinde elektrik üretiminde akarsuyun akış hızı ve debisi önemli olduğu kadar barajların suyu tutma kapasitesi de önem arz etmektedir. Depolamasız hidroelektrik santrallerinde elektrik üretiminde ise sadece akarsuyun akış hız ve debisi önemlidir (Şengül vd 2014. 45).

Hidroelektrik enerji işletim aşamasında sürdürülebilir kalkınmaya olumlu katkıları olan çevre dostu, yakıt maliyeti olmayan, ekonomik ömrü uzun olan, dışa bağımlılık yaratmayan, kurulduğu yerde yöre halkına sosyo-ekonomik katkı sağlayan, istihdam yaratan, atmosfere yok denilecek kadar sera gazı salınımı yapan doğaya en az zarar veren enerji türlerinden biridir. Bu olumlu özelliklerinin yanı sıra hidroelektrik enerjinin olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Bunlar (Ürker ve Çobanoğlu, 2012: 68):

- İnşaat aşamasında, bulundukları bölgeye göre çevreye zarar vermektedir. İnşaat alanlarında toprak yüzeylerindeki sıyrılmalar arazilerde tahribata ve toprak kaymalarına neden olmaktadır.
- Hidroelektrik santrallerinde bulunan ve su alma özelliğine sahip olan regülatörler akarsuların bütünlüğünün bozulmasına neden olmakta ve açık kanallarda balık gibi hayvanların göç hareketlerini ve geçişlerini etkilemektedir.
- Akım hareketliliği ve debilerin farklılaşması sonucunda tarımsal sulama olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu, tarımsal verimlilikte düşüşlere yol açabilir.
- Hidroelektrik santrali (HES) yapılırken ağaçların kesilmesi orman kalitesinde düşüşlere neden olmaktadır.

Hidroelektrik enerji üretiminde barajların olumsuzlukları aşağıdaki tedbirler alınarak azaltılabilir (Berkhun vd, 2008: 46-47):

-Biyolojik çeşitliliğin yüksek olduğu alanlardan uzak durulması,
-Nesli tükenme noktasına gelen organizmaların olduğu bölgelerden uzak durulması,
-Verimliliği yüksek olan alanlardan uzak durulması,
-Mevsimlik su akışının korunması ve debinin sağlanması,
-Yüksek çevre etki değerlendirme standartlarının sağlanması,
-Barajlarda sulama sistemi ile ilgili kaçakların önlenmesi,
-Ömrünü tamamlamış barajların kapatılması,
-Barajlarda göç eden canlıların göç devamlılığının kontrol edilmesi ve sürekliliğin sağlanması için donanımlar oluşturulması.

Hidroelektrik santraller bazı fosil kaynak santrallerinin oluşturduğu sera gazı salınımı gibi olumsuz çevresel faktörlere göre ve küresel eğilimlere kıyasla daha avantajlıdır (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 267). Ayrıca ilk yatırım maliyetinin doğalgazdan pahalı, kömür ile aynı seviyede olması özellikle doğalgazı daha cazip hale getirse de uzun ömre sahip olması, yakıt giderinin olmaması sebebiyle hidroelektrik enerji doğalgaz ve kömüre karşı daha avantajlıdır (Devlet Su işleri Genel Müdürlüğü (DSİGM), 2011: 30).

Hidroelektrik enerji santralleri kısa sürede devreye girebildikleri için ani oluşan elektrik enerjisi taleplerine karşı cevap verebilmesi yönünden büyük bir avantaj sağlamaktadır. Özellikle depolamalı sistemlerde en fazla 5 dakika içerisinde devreye girebilmekte ve devreden çıkarılabilmektedirler (Özgen ve Karadoğan, 2013: 27). Fakat termik santrallerde bu süre birkaç saati bulabilmektedir (DSİGM, 2011: 30).

Tablo 3.6: Ülkelerin 2016 Yılı Hidroelektrik Kapasiteleri

Ülkeler	Toplam kapasite (GW)
Çin	331
ABD	102
Brezilya	98
Kanada	79
Hindistan	52
Japonya	50
Rusya	48
Norveç	32
Türkiye	26

Kaynak: International Hydropower Association (IHA) (2017)

2016 yılında dünyada hidroelektrik enerji kapasitesi 31,5 GW artarak 1.246 GW'a çıkmıştır. Kapasite artışına pompa depolamalı hidroelektrik enerjisi dâhildir. Pompa depolamalı hidroelektrik enerji, enerji talebinin düşük olduğu dönemlerde enerji ile suyun pompalanıp depolanması ile elde edilen enerjidir. En büyük kapasiteye sahip Çin ise kapasitesini 11,74 GW artırarak 331 GW'a çıkartmıştır (IHA, 2017).

3.4.3.5. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle enerjisi doğada mevcut tarımsal ve hayvansal kökene sahip ürünlerden çeşitli yöntemlerle elde edilen, ticari amaç güden, kalıplaşmış bazı özellikleri bulunan ve katı, sıvı, gaz halindeki bitkisel (nebati) (biyolojik) kökenli sahip; fosil kaynağa dayanmayan enerji kaynaklarıdır (Kapluhan, 2014: 98). Ayrıca bitkiler biyokütleyi oluştururken fotosentez yaparlar. Fotosentez yaparken bünyelerine karbondioksit alıp dışarı oksijen verirler. Biyokütlenin enerjiye dönüşmesi için yakıldığı sırada karbondioksit açığa çıkar. Böylelikle doğal karbon dengesi sağlanarak atmosfere zarar vermeden enerji üretmiş olur (Karaosmanoğlu, 2006: 112; Kurt ve Koçer, 2010: 241).

Ana bileşenlerinde karbonhidrat bulunan tarımsal atıklar, odun, hayvansal atıklar, endüstriyel ve şehir atıkları gibi maddeler biyoenerjinin kaynağını oluşturmaktadır.

Bu kaynakların işlenmesi sonucunda biyodizel başta olmak üzere biyogaz, biyoetanol gibi birçok enerji türevleri ortaya çıkmaktadır (Yılmaz, 2012: 46).

Biyokütle enerjisi, sürdürülebilir enerji ihtiyacına cevap veren ve çevre kirliliğine sebep olmayan en önemli enerji kaynaklarından biridir. Biyokütle enerjisi tükenmez olması ve her yerde var olması sebebiyle kırsal alanda sosyoekonomik gelişmelere katkı sağlamaktadır (Topal ve Arslan, 2008: 242). Biyokütle enerjisinin diğer avantajları şu şekildedir (Kapluhan, 2014: 99):

-Fosil kaynakları kadar sera gazı salınımına neden olmaması,
-Depolanma özelliğine sahip olması,
-Her tür ölçekte enerji üretimini sağlayabilmesi,
-Sürdürülebilir çevrenin önünde engel teşkil etmeyerek asit yağmuru gibi kirliliklere sebep olmaması,
-Sıcaklıkların 5-35 derece aralığında yeterli olması,
-Üretim koşulları ve değişen teknolojilerin biliniyor olması.

Su ihtiyacının fazla olması, enerjinin kökeni tarım alanlarına dayandığı için rekabete neden olması ve çevrim veriminin düşük düzeyde olması gibi nedenler biyokütlenin olumsuz özellikleri arasında (Koçer ve Ünlü, 2007: 176) sayılmaktadır. Fosil kaynaklarla kıyaslandığında biyokütle enerjisinin daha üstün özellikleri olduğu görülmektedir.

Dünya biyokütle enerjisinde kurulu güç kapasitesi 2016 yılında 2015'e göre %6 artışla toplamda 112 GW seviyesine ulaşmıştır. Biyokütleden elektrik üretimi ise 504 TWh seviyesine yükselmiştir. 2016 yılında biyokütleden elektrik üretiminde ülke sıralamasında ilk sırayı 68 TWh ile ABD alırken sıralamayı 54 TWh ile Çin, 52 TWh ile Almanya, 51 TWh ile Brezilya, 38 TWh ile Japonya ve 30 TWh ile Hindistan izlemektedir (REN21, 2017: 46).

Dünya biyoyakıt üretimi 2016 yılında 2015 yılına göre artış sağlayarak 135 milyar litre seviyesine yükselmiştir. Dünyada biyoyakıt enerjisi üretiminde ilk beş ülkenin oranları Tablo 3.7'deki gibidir.

Tablo 3.7: Biyoyakıtta İlk Beş Ülke

Ülkeler	Biyoyakıt Kullanımında Oranlar(%)
ABD	43,5
Brezilya	22,5
Almanya	3,9
Arjantin	3,4
Endonezya	3,0

Kaynak: BP (2017d)

Küresel anlamda 2016 yılı biyoyakıt üretim oranları Tablo 3.7'de görülmektedir. Dünya toplam biyoyakıt kullanımının % 66 'sını ABD ve Brezilya oluşturmaktadır. ABD biyoyakıt üretiminde 2016 yılında geçmiş yıla göre %5,4'lük bir artışla en yüksek artışı sağlamıştır. 2016 yılında etanol üretiminin düşmesiyle Brezilya'da biyoyakıt üretiminde %4,3 oranında bir azalış görülmüştür. Dünya toplam biyoyakıt enerji üretimine bakıldığında ise 2016 yılında %2.6 artış göstermiştir (BP, 2017d).

Küresel biyoyakıt üretiminin tahmini olarak %72'sini biyoetanol oluştururken %23'ünü biyodizel oluşturmaktadır. 2016 yılında biyoetanol üretimi bir önceki yıla göre pek bir değişiklik göstermemiş ve yaklaşık olarak 99 milyar litrede kalmıştır. Biyoetanol üretiminde ABD %59 üretim payı ile lider iken onu %27 biyoetanol üretim payı ile Brezilya takip etmiştir (REN21, 2017: 48).

Biyodizel üretimi dünyanın birçok ülkesinde yaygınlaşmış durumdadır. Üretimde lider ülkelerin oranları birbirine yakındır. Biyodizel üretimde öncü ülkeler sıralamasında %18 ile ABD ilk sırada yer alırken sıralamayı %12 ile Brezilya, %10 ile ise Almanya, Endonezya ve Arjantin takip etmektedir. Dünya biyodizel üretimi 2015 yılında %6,5 azalış göstermiş ve toplamda 28,7 milyar litre olmuştur. 2016 yılında ise %7,5 artış ile 30,8 milyar litre seviyesine yükselmiştir. 2016 yılında biyodizel üretimindeki artışın nedenleri ise Arjantin ve Endonezya gibi ülkelerin üretimlerindeki azalışları artışa çevirmesi, ABD ve Kanada gibi ülkelerin biyodizel üretimindeki artışlar meydana gelmesi (REN21, 2017: 48) şeklinde sıralanabilir.

2016 yılı REN21 enerji raporuna bakıldığında son dönemlerde giderek artan enerji talebini karşılamak ve sürdürülebilir kalkınma sağlamak maksadıyla biyoenerji üretimini bazı ülkeler artırmıştır. Ancak son zamanlarda petrol fiyatlarındaki azalış ve politikalardaki belirsizlikler biyoyakıt konusunda bazı ülkelerin cesaretini kırmıştır (REN21, 2017).

3.4.4. Yatırım, İstihdam ve Maliyet Açısından Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi

2016 yılında küresel çerçevede yenilenebilir enerjinin kapasite artışlarına bakıldığında 2015 yılında 127,5 GW iken; 2016 yılında artış göstererek 138,5 GW'a çıkmıştır. Yenilenebilir enerji yatırımlarında ise 2015 yılına göre %23 azalış görülmüştür. Yatırımlar azalırken kapasitenin artmasındaki en büyük etmen özellikle rüzgâr ve PV güneş enerjisindeki ilk yatırım maliyetlerindeki keskin düşüşlerdir (Bloomberg New Energy Finance, 2017: 12).

Tablo 3.8: 2016 Yılı Küresel Bazda Yenilenebilir Enerji Kapasiteleri (GW)

2016 Yenilenebilir enerji kapasiteleri (GW)	2015	2016
Küresel yenilenebilir enerji(Hidroelektrik hariç) GW	785	921
Küresel yenilenebilir enerji(Hidroelektrik dahil) GW	1.856	2.017
Hidroelektrik kapasitesi	1.071	1.096
Bio-güç kapasitesi	106	112
Jeotermal kapasitesi	13	13,5
Güneş (PV) kapasitesi	228	303
Rüzgâr enerjisi	433	487

Kaynak: REN21 (2017: 21).

Tablo 3.8'e baktığımızda tablodaki yenilenebilir enerji kaynaklarındaki kapasitenin (hidroelektrik enerji dahil) 2015 yılına göre 161 GW artarak 2.017 GW'a çıktığı görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en büyük kapasite artışı güneş (75 GW) ve rüzgâr (54 GW) enerjisinde sağlanmıştır.

Tablo 3.9: **Yıllara Göre Yenilenebilir Enerjiye Yatırım Miktarları**

Yenilenebilir Enerji Yakıtlarına Yatırım (Yıllık Milyar Dolar)	
2004	**47**
2005	**72,7**
2006	**112,7**
2007	**159,3**
2008	**181,4**
2009	**178,3**
2010	**243,6**
2011	**281,2**
2012	**255,5**
2013	**234,4**
2014	**278,2**
2015	**312,2**
2016	**241,6**

Kaynak: Bloomberg New Energy Finance (2017: 12).

Yenilenebilir enerji kaynaklarında 2015-2016 yıllarında kapasite artışı görülürken yatırımda %23'lük bir azalış görülmüştür. Yatırımların azalmasındaki sebeplerden biri yenilenebilir enerji konusunda öncü yatırımcı ülkelerden olan Çin ve Japonya'nın yenilenebilir enerji pazarında ciddi duraksamalar yaşanmasıdır. Özellikle Çin yenilenebilir enerjide adından söz ettirdiği gibi yenilenebilir enerji malzemeleri üretiminde de söz sahibi ülkelerden biri olarak gösterilmektedir. Keskin maliyet düşüşleri, parasal destek sistemi olan FİT'in (sabit parasal teşvikler) sene ortasında sona ermesi ve daha önceden üretimi tamamlanmış olan yeni kapasitelerin mevcut sisteme dahil edilmesi gibi etkenler Çin'in 2016 yılında yatırımlarında 2015 yılına göre %32'lik bir azalış meydana getirmiştir. Çin'in yatırımlarındaki azalma 2016 dünyada yenilenebilir enerji yatırımlarının toplam seviye olarak azalmasındaki en önemli etkenlerin başında gelmiştir (Bloomberg New Energy Finance 2017). Yatırımların azalmasındaki diğer önemli neden pv ve rüzgâr enerjisindeki maliyet düşüşüdür. Rüzgâr ve pv güneş enerjisi teknolojilerinde maliyet düşüşü rekabet gücünü (ikabileyetini) artırmıştır. Artan rekabet gücü sonucunda 2016 yılında yatırımcılar daha az sermaye ile daha fazla yenilenebilir enerji kapasitesi elde etmişlerdir (REN21, 2017: 24).

2016 yılında petrol fiyatlarındaki düşüşler yenilenebilir enerji yatırımlarını etkilemiştir. Özel şirketlerin yenilenebilir enerji alanındaki AR-GE yatırımlarının azalmasında etkili olmuştur. Yenilenebilir enerji AR-GE yatırımları %7 gerileyerek 8 milyar dolara düşmüştür. Hükümetler değişik araçlarla yenilenebilir enerjiye destek vermeye başlamıştır. 2016 yılında özel şirketlerin yatırımları %40 azalırken, hükümetlerin yatırımları %25 artmıştır (Enerji Enstitüsü, 2017).

Tablo 3.10: Yenilenebilir Enerji Türleri Yatırımlarının 2016 Yılı Verileri

Yenilenebilir Enerji Türlerinde	2015-2016 Yıllarında Artış Oranı	2016 Yılı Yatırım Milyar Dolar
Rüzgâr	-9	112,5
Güneş	-34	113,7
Biyokütle	-37	2,2
Biyoyakıt	0	6,8
Jeotermal	17	2,7

Kaynak: Bloomberg New Energy Finance (2017: 14)

Tablo 3.10'da bakıldığında yenilenebilir enerji türlerine yapılan yatırım miktarları görülmektedir. 2016 yılında güneş enerjisi, 75 GW ile en yüksek kapasite artışına sahipken yatırımlarda ise en fazla azalışın gerçekleştiği yenilenebilir enerji türlerinden biri olması dikkat çekmektedir.

Yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımların artması iş imkânları, sosyal, ekonomik ve çevresel faydaların artması bakımından da önem arz etmektedir. Yenilenebilir enerjiye yatırımların artması proje, yapım, bakım, onarım, montaj gibi süreçlerle birlikte istihdamda sürekli olarak artış doğurmaktadır (Huntington, 2009: 12-15) Ayrıca bu süreçlere bağlı olarak yenilenebilir enerji kurulması için imalat süreçleri istihdamın artmasına katkı sağlamaktadır (Wei, 2010: 919-931).

Tablo 3.11: Yenilenebilir Enerji Türlerine Göre İstihdam Verileri (Bin)

Güneş (PV)	3.095
Sıvı biyoyakıtlar	1.724
Hidroelektrik(Büyük çaplı)	1.519
Rüzgâr enerjisi	1.155
Güneş ısıtma/soğutma	828
Katı biyokütle	723
Biyogaz	333
Hidroelektrik(Küçük ölçekli)	211
Jeotermal	182
CSP	23

Kaynak: International Renewable Energy Agency (IRENA) (2017: 7).

Yenilenebilir enerjide azalan maliyetler ve destekleyici devlet politikaları sonucunda istihdamda rekor bir artış yaşanmıştır. Artışla beraber yenilenebilir enerji sektöründe 2016 yılında toplamda 9 milyon 824 kişiye istihdam sağlanmıştır. Tablo 3.11'e bakıldığında 2016 yılında küresel bazda yenilenebilir enerjiye en büyük istihdamı güneş enerjisi sağlamıştır. Güneş enerjisi 2015-2016 yıllarında istihdam oranı %12 arttırarak toplamda 3.1 milyon kişiye iş imkanı sağlamıştır. Bu artışın en büyük destekçisi olan Çin artışın yarısından fazlasını oluşturmaktadır (IRENA, 2017: 7).

Tablo 3.12: Yenilenebilir Enerjide İstihdamı Sağlayan Öncü Beş Ülke

Ülkeler	İstihdam miktarı (Bin)
Çin	3.643
Brezilya	876
Hindistan	385
Almanya	334
Japonya	313

Kaynak: IRENA (2017: 12).

Dünya genelinde 2016 yılında ülkelerin istihdam miktarlarındaki artışlarına bakıldığında öncü ülke olarak Çin görülmektedir. Çin 2016 toplam yenilenebilir enerji istihdamının % 40'ına yakın bir paya sahip olması yönüyle son derece dikkat çekmektedir.

Dünyada yenilenebilir enerji birim üretim maliyetleri giderek azalmaktadır. İhaleler, rekabetçi ihaleler, küresel enerji dağıtımı gibi mekanizmalar yenilenebilir enerjide birim maliyetlerin düşmesini destekler niteliktedir. Yenilenebilir enerji maliyetlerindeki düşüş elektrik üretiminde daha fazla yenilenebilir enerjiden faydalanabilme ve diğer enerji türleriyle rekabetçi olabilme anlamına gelmektedir. Öyle ki gelişmiş ülkelerde güneş enerjisi, nükleer enerjiden daha ucuz hale gelmeye başlamıştır. (IRENA, 2018).

Tablo 3.13: Dünya'da Yenilenebilir Enerji Maliyetleri (2010-2016)

Yenilenebilir Enerji Türleri İçin Küresel Ağırlıklı Ortalama Toplam Kurulu Maliyetler(2016 USD/Kw)							
Yıllar	**PV**	**Rüzgâr(Kara)**	**Rüzgâr(Deniz)**	**Hidroelektrik**	**Jeotermal**	**Biyokütle**	**CSP**
2010	4.394	1.843	4.331	1.171	2.452	1.608	7.583
2016	1.749	1.538	4.239	1.780	2.959	2.668	5.564
Yenilenebilir Enerji Türleri İçin Küresel Ağırlıklı Ortalama LCOE Maliyetleri (2016 USD/kW)							
Yıllar	**PV**	**Rüzgâr(Kara)**	**Rüzgâr(Deniz)**	**Hidroelektrik**	**Jeotermal**	**Biyokütle**	**CSP**
2010	0,36	0,08	0,17	0,04	0,05	0,06	0,33
2016	0,12	0,07	0,15	0,05	0,06	0,07	0,27

Kaynak: IRENA (2018)

Tablo 3.13'te yenilenebilir enerji için 2010 ve 2016 yılındaki maliyet değişimleri verilmiştir. Maliyetler iki türde verilmiştir. Birincisi küresel ağırlıklı toplam maliyetler iken ikinci ise enerji santralinin işleyebilmesi için yatırım, bakım, işletim gibi maliyetlerin dahil edilmesiyle elde edilen birim maliyet mahiyetindeki "seviyelendirilmiş elektrik maliyetidir" (LCOE). Tabloya bakıldığına dikkat çeken ayrıntı pv güneş enerjisi maliyetlerindeki düşüşlerdir. 2010 yılında maliyeti fosil kaynak maliyetlerine göre çok yüksek olan güneş fotovoltaik (PV) güneş enerjisi maliyetinde 2010 yılından 2016 yılına kadar %60'ın üzerinde bir azalış meydana gelmiştir. Ayrıca rüzgâr enerjisi maliyetleri ve yenilenebilir enerji türleri içerisinde maliyeti en yüksek olan CSP güneş enerjisi sistemi maliyetinde de 2010'dan 2016 yılına düşüş meydana gelmiştir. PV güneş enerjisi başta olmak üzere diğer

yenilenebilir enerji türlerinin maliyetlerindeki azalışların ileriki dönemlerde daha da düşeceği (IRENA, 2018) öngörülmektedir.

3.4.5. Fosil (Yenilenemeyen) Enerji Kaynakları

Fosil kaynaklar günümüz enerji piyasasında çok önemli bir yere sahip olan, ancak sürdürülebilir kalkınmayı ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlardan hayli olumsuz etkileyen bir enerji türüdür. Fosil kaynaklar yaklaşık son iki asırlık sürede üretim teknolojisindeki gelişmelerden ve ucuz olmalarından dolayı geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Fakat 1970'li yıllarda ortaya çıkan ve fosil kaynaklardan en önemlisi olan petrol krizi enerji piyasasında güvensiz bir ortam oluşmasına neden olmuştur. Fosil kaynaklarında arz güvenliği sorununun oluşması, sürdürülebilir çevre ve kalkınmanın uzun vadede sağlanamaması ülkeleri fosil kaynaklarına karşı alternatif enerji kaynakları aramaya itmiştir (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 258).

Sürdürülebilir ekonomik kalkınma sürecinde üretimde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için enerji arz güvenliği ve çevre etkileşimi hayli önemlidir. Fosil enerji kaynağına dayalı ekonomilerde enerji kullanımı; yeterli kaynağa sahip olunamaması durumunda ithalat nedeniyle gider artışına sebebiyet verirken aynı zamanda ciddi boyutlarda çevre kirliliğine neden olmaktadır. Günümüzdeki fosil kaynaklarının oluşturduğu en büyük çevre sorunlarından biri sera gazı etkisiyle oluşan küresel ısınmadır (Bayraç, 2010: 119).

3.4.6. Fosil (Yenilenemeyen) Enerji Kavramı ve Tarihsel Gelişimi

Fosil enerji kaynakları mineral enerji kaynakları olarak da bilinen, içeriğinde hidrokarbon bulunan petrol, kömür ve doğalgaz gibi kaynaklardan oluşan doğal enerji kaynaklarıdır (Çalışkan, 2009: 298). Küresel dünyada çok yaygın olarak kullanılan fosil kaynak kullanımı günümüzde dünya enerji kullanımının %85,5'ini oluşturmaktadır.

Enerji kaynaklarının öneminin anlaşılmasında gerek ülkelerin uluslararası politikalarındaki rolünün, gerekse kalkınmanın gerçekleşmesindeki öneminin

anlaşılabilmesi için tarihi gelişimi oldukça önem arz etmektedir. Enerjinin tarihi gelişimine bakıldığında Sanayi Devrimi öncesi enerji kaynağı olarak rüzgâr, hayvansal ve bitkisel atıklar, odun gibi kaynaklardan yararlanılmıştır. Dünya nüfusunun azlığı, sanayileşme ve ulaşımın gelişememesi gibi faktörler enerji tüketiminde belirleyici unsurlar olmuştur. Ayrıca az sayıda nüfusun enerjiyi ısınma amacı ile kullanması günümüzdeki gibi ağır tahribatlı çevre sorunlarına neden olmazken o dönemde çevre tahribatının minimum düzeyde olmasını sağlamıştır. Sanayi Devrimiyle birlikte kullanılan bu enerji kaynaklarının yerini zamanla kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil enerji kaynakları almaya başlamıştır (Akbulut, 2008: 118-119).

3.4.7. Fosil (Yenilenemeyen) Enerji Kaynak Türleri

3.4.7.1. Kömür

Kömür ilk kez 9. yy'da İngiltere'de konutların ısıtılması amacıyla kullanılmıştır. 18yy'a gelindiğinde demir madeninin eritilmesinde kullanılan kömür sanayi inkılâbının gerçekleşmesinde önemli bir role sahiptir. Sanayi Devriminden sonra kömür talebinde büyük artışlar meydana gelmiştir. Talep artışının en önemli nedenlerinden biri kömürle çalışan buhar makinesinin icat edilmesidir. 20. yy'ın ortalarına kadar sanayi (demir-çelik), ulaştırma ve ısınma gibi endüstrilerde hammadde olarak kullanılan kömür, ekonomik büyümede ve insanoğlunun yaşam standardının yükseltilmesinde önemli bir yere sahip olmuştur. Günümüzde halen kullanılan önemli enerji kaynaklarından biri olarak gösterilen kömür, petrolün keşfedilmesine kadar çok yaygın bir şekilde kullanılmıştır (Akbulut, 2008: 119; İşcan, 2002: 88; Tamzok, 2011: 2).

Nüfus artışı ve teknolojinin gelişmesiyle artan enerji talebine karşılık kullanılan fosil kaynakların rezervleri her geçen gün azalmaktadır. Kömür rezervlerine bakıldığında 2016 yılına göre küresel bazda kesinleşmiş rezervler dünya üretimine 114 yıl boyunca yetecek seviyededir. Ayrıca kömür fosil kaynakları içinde en uzun ömürlü rezerve sahip enerji kaynağı olarak gösterilmektedir (ETKB, 2017: 4). Fakat sürdürülebilir kalkınma ilkesi gereğince gelecek nesillerin de ihtiyaçlarını karşılama

misyonu, başta kömür olmak üzere fosil kaynakların geleceğin enerji kaynakları olarak görülememesine neden olmaktadır. Ayrıca kömür enerji kaynağının aşağıda belirtilen olumsuz etkileri sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutunu olumsuz yönde etkilemektedir (DMİGM, 2010):

- İklim değişikliğine neden olması,
- Asit yağmurlarına neden olması,
- Su kirliliğine neden olması,
- Hava kirliliğine neden olması,
- Radyasyona neden olması,
- Gürültüye neden olması.

Tablo 3.14: Dünya Kömür Üretim ve Tüketim Oranları, 2016

Ülkeler	Kömür üretim oranları	2015-2016 kömür üretimi artışı	Kömür tüketim oranları	2015-2016 kömür tüketimi artışı
Çin	46,1	-7,9	9,6	-1,6
A.B.D	10	-19	50,6	-8,8
Avustralya	8,2	-2,4	1,2	-0,9
Hindistan	7,9	2,4	11	3,6
Endonezya	7	-6,2	1,7	22,2

Kaynak: BP (2017a).

Dünya kömür üretim ve tüketim itibariyle Tablo 3.14'te ilk beş ülke verilmiştir. Tabloda dikkat çeken ve yaygınlık gösteren husus kömür üretim ve tüketimindeki azalmalardır. Daha önce bahsedildiği üzere dünya birincil tüketim oranları içerisinde kömürün oranı %28'dir. 2015 yılına göre dünya kömür üretimi %6,2 oranında azalma göstermiş ve 3887,3 Milyon Ton Petrol Eşdeğeri (MTOE) olan kömür üretimi 3656,4 MTOE 'ye gerilemiştir. Dünya kömür tüketim oranlarına bakıldığında ise %1,7 oranında azalma yaşanmış ve 3784,7 MTOE olan tüketim 3732,0 MTOE'ye düşmüştür (BP, 2017a).

3.4.7.2. Petrol

Sanayi İnkılâbından sonra yayılan hammadde arayışları petrolün keşfi ile yeni bir boyut kazanmıştır. 1882 yılında İngiliz ordusu amirallerinden Lord Fisher'in gemilerde kömüre ikame olarak petrolün kullanılabileceği fikrini ortaya atması, İngiliz hükümetinin dikkatini çekmiş, yapılan araştırmalar sonucunda petrolün yapısındaki mucizevî işlevin farkına varılmıştır. İngiliz hükümeti ilk iş olarak Basra körfezindeki petrol kaynağını ele geçirmiş, daha sonraki süreçte ise İran'da petrol üretmeye başlamıştır. İngiltere 1890 yılına kadar petrol konusunda tekel şeklinde hâkimiyetini sürdürmüştür. Birinci Dünya Savaşı sonucunda Almanya gibi ittifak devletlerine karşı galibiyet kazanan İngiltere Basra körfezindeki petrollere hakim olmuştur. San Rome Anlaşması ile İngiltere'nin Fransa'ya Musul petrollerinden %25 pay vermesi, ABD'nin tepki göstermesine neden olmuştur. Sonuç olarak ABD ilk kez Orta Doğu petrollerinden pay almıştır. (Sevim, 2009: 94-95).

Orta Doğu petrollerinin bu derece önem arz etmesinin temel nedenleri petrolü arama ve kaynağı ortaya çıkartmadaki kolaylık ile petrolde maliyetin düşüklüğüdür. Bundan dolayı özellikle İkinci Dünya Savaşı öncesi geçen her yıl petrolün dünya ekonomisindeki stratejik önemi artarken İkinci Dünya Savaşı sonrası Orta Doğu petrollerine hakim olma düşüncesi başta ABD olmak üzere bazı devletlerin devlet politikası haline gelmiştir (Emeklier ve Ergül, 2010: 69-70).

İkinci Dünya Savaşı dünya için bir dönüm noktası olmuş ve dünyadaki güç dengeleri değişmeye başlamıştır. Bir enerji kaynağı olarak petrol bu güç değişiminde en önemli rolü oynamıştır. Birçok önemli yerleri işgal eden Almanya tankları hareket ettirecek yakıtı bulamadığından savaşı kaybederken, savaş öncesi petrol üretiminde % 61 paya sahip ABD'nin uçaklarında petrol kullanması savaşta stratejik üstünlük kazanmasını sağlamıştır (Akbulut, 2008: 119).

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra petrol kullanımının ağırlık kazandığı ikinci sanayi devrimi ortaya çıkmıştır. Sanayide özellikle otomotiv sektörü ve petro kimya sektörü gibi alanlarda ilerleme kaydedilirken Sanayi Devrimi'nden sonra nüfus 3 kat artmıştır. Sanayileşmenin hızlanması enerjiye duyulan talebi arttırmış ve dönemin en

güçlü enerji kaynağı olan petrol üretimi global şirketler arasında ciddi bir rekabet alanına dönüşmüştür. 1970'li yıllarda yaşanan ilk petrol krizi ülkelere; sosyal, iktisadi, askeri yönlerden güçlü toplumlar olabilmek ve kalkınmayı sürdürülebilir hale getirmek için başta petrol olmak üzere enerji kaynakları üzerinde söz sahibi olmanın önemini göstermiştir (Timör, 2000; Akova, 2003; Akbulut,2008: 119).

1970'lerdeki petrol krizi ve sonrasında dünyada petrol kaynaklarının yoğunluk kazandığı stratejik bölgelere hâkim olma düşüncesi beraberinde savaşları getirmiştir. Petrol fiyatlarının yükselmesi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye ve yenilenebilir enerji kaynaklarının öneminin artmasına yol açmıştır. (Sevim, 2009: 95).

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmenin sebeplerinden biri petrol gibi fosil kaynakların tükenme özelliğine sahip olmasıdır. 2016 Ekim ayı itibariyle dünyada toplam 1,7 trilyon varil miktarında petrol rezervi bulunmaktadır. Bu petrol miktarı toplam dünya petrol tüketiminin yaklaşık 51 yıllık petrol tüketimini karşılayacak düzeydedir. Dünyada geriye kalan üretilebilir petrol rezervlerinin %60 civarı karalarda, %37'si denizlerde ve geriye kalan yaklaşık %3'ü de Kuzey Kutup bölgesinde yer almaktadır (ETKB, 2016: 6).

ETKB'nin resmi olmayan bilgilerine göre petrol rezervlerine bakıldığında 2016 yılında rezerv miktarı 2015 yılına göre çok düşük bir artış göstermiştir. 2015 yılında 50,7 yıl olan küresel petrol rezerv ömrünün 2017 yılında 50,6 yıla gerilediği görülmüştür. 2016 yılı dünyada Irak 10,5 milyon varil artışı ile en büyük ham petrol rezervi artışını gerçekleştirmiştir. 2016 yılında küresel birincil enerji kaynakları tüketimi içerisinde ham petrol toplam enerji talebinin %33,3'ünü karşılamıştır (www.enerji.gov.tr). Ayrıca petrolün üretim seviyesi 2015'te 4359,5 milyon ton iken 2016 yılında %3 artarak 4382,4 milyon tona yükselmiştir (BP, 2017a).

Tablo 3.15: Kanıtlanmış Rezerv Oran ve Miktarlar

Bölgeler	Varil Miktarı(milyar)	Dünya Payı Oranı
Orta Doğu	814	47,7
Güney ve Orta Amerika	328	19,2
Kuzey Amerika	228	13,3
Avrupa ve Avrasya	162	9,5
Afrika	128	7,5
Asya Pasifik	48	2,8
Toplam	1708	100

Kaynak: BP (2017a).

Tablo 3.15'ten dünyada ispatlanmış petrol rezervlerine bakıldığında yarısına yakınının (%47,7) stratejik öneme sahip olan Orta Doğu Bölgesinde olduğu görülmektedir. Petrol rezervinde sıralamaya bakıldığında Amerika toplam rezervlerin %32,5'ine sahip olarak ikinci sırada yer almaktadır. Özellikle İkinci Dünya Savaşı sonrası petrol kaynakları azalan ABD kendi kaynaklarının yanında Orta Doğu'da bulunan petrol kaynaklarına yönelmeye başlamıştır (Sevim, 2009: 95). 1950'den sonra ABD kendi kaynaklarını aşırı kullanmaktan kaçınmış talep-arz dengesini sağlayabilmek için Orta Doğu başta olmak üzere petrol ihracatı yapan coğrafi bölgelerden petrol ithalatı yaparak enerji ihtiyacını karşılamayı politika edinmiştir (Akbulut, 2008: 120). Yine tablodan ispatlatmış en düşük petrol rezervinin Asya Pasifik Bölgesinde olduğu görülmektedir.

Petrolün sanayileşmenin önemli bir girdisi, ulaşım sektöründe günümüzde en büyük enerji kaynağı olması, ekonomilerde hemen hemen her sektörde varlığından söz ettirmesi, kalkınma için en önemli enerji unsuru olması gibi (Uslu vd, 2007: 84) olumlu yanları bulunmaktadır. Bu olumlu yanlarının yanında sürdürülebilir kalkınmayı olumsuz etkileyen yanları vardır. Bunlar şu şekilde (DMİGM,2010) sıralanabilir:

-Asit yağmurlarına neden olması,
-Sera gazının doğal dengesini arttırarak iklim değişikliğine neden olması,
-Su kirliliğine neden olması,

-Toprak kirliliğine neden olması,
-Tükenebilir kaynaklardan oluşu.

3.4.7.3. Doğalgaz

Doğalgaz diğer fosil kaynaklarda olduğu gibi milyonlarca yıl evvel yaşamış olan bitki ve hayvan kalıntılarının yeraltında basınç ve sıcaklık etkisiyle oluşan, rengi ve kokusu olmayan hafif bir gazdır. Zaman ilerledikçe değeri artan, son dönemde petrol kadar stratejik öneme sahip olmasa da jeopolitik olarak değer kazanan doğalgaz genellikle petrol sahalarında bulunmaktadır (Uslu vd, 2007: 94; Akpınar ve Başıbüyük, 2011: 121).

Doğalgaz çok eski çağlardan beri bilinen bir fosil enerji kaynağıdır. Eski Yunan ve Mısır gibi medeniyetlerde kutsal ateş olarak nitelendirilen enerji kaynağı, işlevsel olarak Çin'de tuz kurutma gibi işlerde kullanılırken İtalya'da 17. yy'da aydınlatma ve ısınma gibi alanlarda kullanılmıştır. Ticari üretimi ilk kez ABD'de 1820 yılında W. Hart tarafından gerçekleştirilmiştir. Boru hatları ile bir yerden bir yere taşınması ise ilk kez 1883 yılında yine ABD' de yapılmıştır. Yakın tarihe kadar ulaştırma ve alt yapı maliyetlerinin yüksekliğinden dolayı pek tercih edilmeyen doğalgazın dünya genelinde rezervleri açılmamış ve yerine petrol tercih edilmiştir. Ancak zamanla nüfus artışı, teknolojinin gelişimi gibi faktörler enerji tüketimini arttırmıştır (Tümertekin ve Özgüç, 2007: 365; Akpınar ve Başıbüyük, 2011: 122). Dünyanın doğalgaza yönelmesinin temel sebepleri şu şekilde (Akpınar ve Başıbüyük, 2011: 122) sıralanabilir:

-1970'li yıllarda petrol krizinden dolayı ortaya çıkan petrol fiyatında yaşanan dalgalanmalar ve fiyatların aşırı artışı,
-Teknolojik gelişme sayesinde doğal gaz kullanımı maliyetlerinin ucuzlaması,
- Petrol ve kömür gibi fosil yakıt kaynaklarına göre çevreye verdiği zararın düşük olması.

Teknolojinin gelişmesiyle taşınabilme kolaylığı sağlanan doğalgaz kaynağının tüketimi gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde hızla artış göstermektedir. 1970

yılından önce yaygın olmayan doğalgaz fosil kaynağı özellikle 2000'li yıllardan sonra değer kazanmış, üretim seviyesi ve ticari değeri yükselmiştir. Doğalgaz tüketiminin özellikle sanayi üretimi, elektrik üretimi, konut ısıtılması gibi alanlarda (Uslu vd, 2007: 94) giderek artmaktadır. Fakat fosil kaynakların tükenebilir olması nedeniyle her fosil kaynağın belli bir ömrünün olduğu gibi doğalgazın da 53 yıl kadar (ETKB, 2017: 4) bir ömrünün olduğu tahmin edilmektedir. Doğalgazın tükenebilme özelliğinin yanında bazı olumsuz özellikleri bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir (DMİGM,2010):

- İklim değişikliğine neden olması,
- Asit yağmurlarına neden olması,
- Su kirliliğine neden olması.

Tablo 3.16: Dünya doğalgaz Üretim ve Tüketim Miktarları (MTOE)

Yıllar	Üretim	Tüketim
2006	2596,8	2573
2007	2660,3	2678,1
2008	2756,7	2748
2009	2679,1	2675,5
2010	2879,2	2874,2
2011	2967,3	2926,3
2012	3024,7	3010,5
2013	3073,1	3054,4
2014	3132,8	3073
2015	3195	3146,7
2016	3212,9	3204,1

Kaynak: BP (2017a).

Doğalgaz üretim ve tüketim miktarları yıllara göre Tablo 3.16'da verilmiştir. Tabloda 2009 yılı dikkat çekmektedir. Üretim ve tüketim miktarında sürekli artış gösteren doğalgaz 11 yıllık süre zarfında ekonomik krizin yaşandığı 2009 yılında azalış göstermiş, 2010 yılından itibaren tekrar artışa geçmiştir (International Energy Agency/Natural Gas Information: Overview, 2017: 3). Doğalgazın üretim seviyesi dünyada 2006 yılında 2596,8 MTEO iken 2016 yılında 3212,9 MTOE'ya çıkmış, tüketim miktarı ise 2573 MTOE'dan 3204,1 MTOE'ya yükselmiştir.

3.5. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Olumlu ve Olumsuz Yönleri

3.5.1.Yenilenebilir Enerjinin Olumlu Yönleri

-İstihdama katkı sağlamaları (Erdal, 2012: 172),
-İklim değişikliğine fosil kaynaklar kadar çok olumsuz etkide bulunmamaları,
-Yerli kaynaklar olmasından dolayı enerji ithalatının azaltılmasına yardımcı olmaları (Oskay, 2014: 77),
-Ülkelere uzun vadede enerjide arz güvenliğini sağlamaları (Hinrichs-Rahlwes, 2013: 10),
-Belirli teknolojik faaliyetlerin gelişmesi sonucunda iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin hafifletilmesini sağlamaları (Hinrichs-Rahlwes, 2013: 10),
-Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasına katkı vermeleri (Oskay, 2014: 77),
-Son yıllarda özellikle güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetlerinin giderek azalması (Bloomberg New Energy Finance, 2017: 5).

3.5.2. Yenilenebilir Enerjinin Olumsuz Yönleri

Yenilenebilir enerjinin fosil kaynaklar kadar fazla zararının olmamasına rağmen bazı olumsuz yönleri söz konusudur. Bunlar:

-İlk yatırım maliyetlerinin yüksek olması (Kaya ve Koç, 2015: 64),
-Geleneksel olarak kullanılan fosil kaynakların yenilenebilir enerji kaynaklarına tercih edilebilmesi (Nitekim 2016 yılı yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımın azalmasındaki sebeplerden biri petrol fiyatındaki düşüşlerdir) (Bloomberg New Energy Finance, 2017),
- Yenilenebilir enerji üretiminin küresel bazda istenilen düzeye ulaşamamış olması (istenilen düzeye ulaşamamasının nedeni her ülkede alt yapının bulunmaması ile destek ve teşviklerin yeterli düzeyde olmayışıdır) (Türkeş, 2002: 34; Çıtak ve Pala 2016: 81),
-Yenilenebilir enerjinin diğer dezavantajlar şu şekildedir (Çıtak ve Pala 2016: 85):

- ✓ Güneş ve rüzgâr enerjisinin elde edilmesinin hava şartlarına bağlı olması,
- ✓ Dünyanın her bölgesinde jeotermal enerjiye ulaşılamaması,

- ✓ Su gücüne dayalı enerjinin hidroelektrikle sınırlı olması,
- ✓ Biyokütle enerjisinin dünya çapında yaygınlaşamaması.

Gereken destek ile teşviklerin verilmesi ve teknolojinin gelişmesiyle ileriki yıllarda, sayılan olumsuz özelliklerin giderileceği beklenmektedir.

3.6. Fosil Kaynakların Olumlu ve Olumsuz Yönleri

3.6.1. Fosil Kaynakların Olumlu Yönleri

Dünya enerji tüketiminin % 80'den fazlasını oluşturan fosil kaynakların (British Petroleum (BP) Statistical Review Of World Energy, 2017) olumlu yönleri şu şekilde sıralanabilir:

-Dünyada enerji kaynakların üretim ve tüketim oranlarına bakıldığında üretim ve tüketimin %85'ten fazlası fosil kaynaklardan karşılanmaktadır. Dolayısıyla enerji sektöründe kullanılan kaynakların çoğunluğunu fosil kaynakları oluşturmaktadır. Fosil kaynaklar; ulaşım konut, güç, endüstri gibi sektörlerde kullanılarak yaşam kalitesinin artmasını sağlamaktadır (Satman, 2011: 181).
-Günümüzde kullanılan enerji kaynaklarının büyük bir bölümünü oluşturduğundan her ne kadar tükenebilir olduğu için sürdürülebilir kalkınmayı olmasa da kalkınmayı sağlayan temel unsurlardandır (Ayan ve Pabucçu, 2013: 90).

3.6.2. Fosil Kaynakların Olumsuz Yönleri

Fosil kaynakların başta çevre kirliliği olmak üzere birçok sakıncası vardır. Sakıncaları (Dikmen, 2009: 171-172) sıralanmaktadır:

-Hava, su, toprak gibi kirliliklere neden olması,
-Küresel ısınma ve iklim değişikliklerine neden olmaları,
-Yerine konulması olanaksız kaynaklardan olmaları,
-Yaşam zincirini oluşturan canlıların hayatını tehlikeye atmaları,
-Dışa bağımlılığa neden olmaları,

-Asit yağmurlarına neden olmaları,

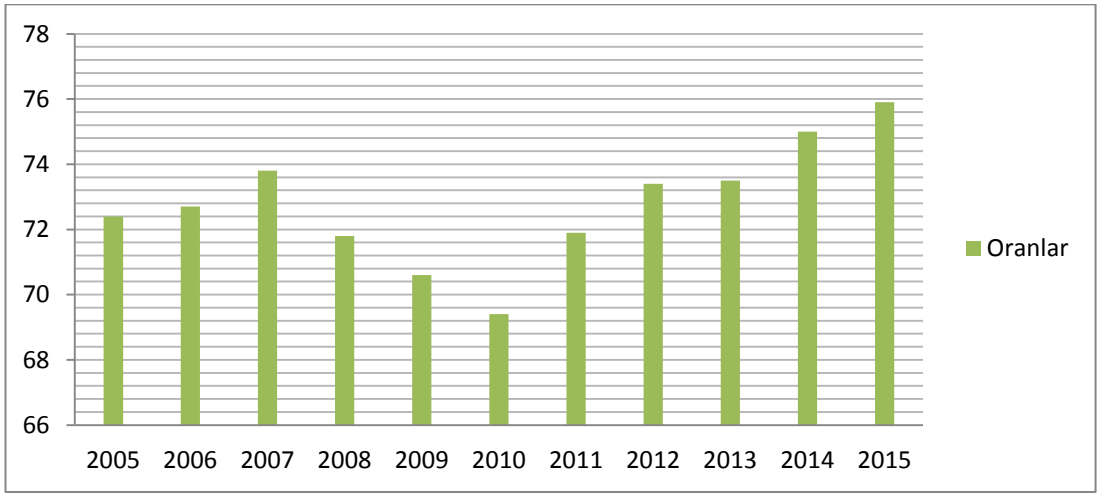
-Kirlilik boyutlarının küresel düzeyde olmaları.

4. TÜRKİYE'DE VE ALMANYA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI KULLANIMI

4.1. Türkiye'de Enerji Kaynakları ve Enerji İhtiyacı (Açığı)

Türkiye'nin ithalat yapısına bakıldığında, enerji ithalatının büyük bir paya sahip olduğu ve enerji açısından önemli ölçüde dışa bağımlılığın olduğu göze çarpmaktadır. 2016 yılı ithalat fasılları incelendiğinde toplamda 198.618.235 (Bin ABD $) ithalat bedeli bulunurken bu bedelin 27.169. 080' ini (Bin ABD $) içeriğinde petrolünde bulunduğu mineral yakıt yağ ve türevleri oluşturmaktadır (TÜİK, 2016).

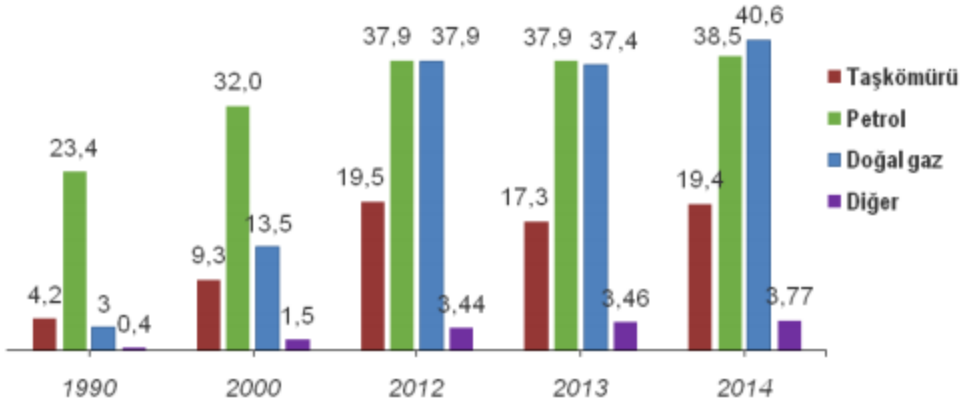
Grafik 4.1: Türkiye'de Birincil Enerji Tüketiminde Yıllara göre Dışa Bağımlılık Oranları (%)



Kaynak: Makine Mühendisler Odası (TMMO) (2017: 19)

TMMO tarafından hazırlanan raporda birincil enerji tüketiminde dışa bağımlılık oranı verilmiştir. Nüfus artışı, teknolojik gelişmeler, fosil kaynakta dışa bağımlı olma gibi etkenler nedeniyle bu oran yıllar içerisinde hem azalış hem de artışlar göstermiş ve şekil 4.1.'de de görüldüğü üzere, 2010 yılında % 69,4 olan enerjide dışa bağımlılık 2015 yılında %75,9'a yükselmiştir (TMMO, 2017: 19).

Grafik 4.2: Türkiye'nin Enerji İthalatının Kaynaklara Göre Dağılımı (MTEP)



Kaynak: MMO (2016: 8).

Türkiye'de enerji ithalatının kaynaklara göre dağılımı incelendiğinde, doğalgaz ithalatının 1990 yılından 2014 yılına 12,5 kat arttığı görülmektedir. 1990 yılında 4,2 MTEP olan taş kömürü ithalatı 2014 yılında 19,4 MTEP'e yükselmiştir. Petrol ithalatı ise 1990 yılına göre %64,5 oranında artarak 2014 yılında 38,5 MTEP'e yükselmiştir (MMO, 2016: 8).

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları bakımından oldukça iyi bir potansiyele sahiptir. Sürdürülebilir kalkınma, ülkemiz açısından istikrarlı bir büyüme ve refah seviyesinde artış için yerli, temiz ve dışa bağımlılığı azaltacak olan yenilenebilir enerji kaynakları oldukça önemlidir (Urgun ve Kılınç, 2016: 149).

Türkiye'nin enerji görünümüne bakıldığında Cumhuriyet döneminden bu yana enerji talebi yıldan yıla artış göstermiştir (Yılmaz ve Hotunoğlu, 2015: 76). Talep artışını daha da hızlandıran,1980'den sonra sanayideki gelişme ve nüfus artışıdır. Ayrıca tarım sektörünün, yerini hizmet ve sanayi sektörüne bırakması fosil kaynaklara olan talebi büyük miktarda artırmıştır (Mucuk ve Uysal, 2009: 106). Bu durum enerjide dışa bağımlı hale gelmesine ve cari açık problemine neden olmuştur. Dışa bağımlılığın en aza indirilmesinde kullanılacak alternatiflerden biri yenilenebilir enerji kaynaklarıdır (Demir, 2013: 3).

TUİK (2014) verilerine baktığımızda kullanım alanlarına göre, elektrik üretiminde kullanılmak üzere 44.723.504 ton eşdeğeri petrol enerji harcanmıştır ve en fazla enerji tüketimi %44,4 ile elektrik üretiminde kullanılmıştır. (TÜİK, 2016a). Türkiye'de 2016 yılsonu ile beraber toplamda 273.387 GWh elektrik üretimi sağlanmıştır. Elektrik üretiminde; termik santrallerden 184.889 GWh, hidroelektrik santrallerinden 67.268 GWh ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından 21.230 GWh enerji sağlanmıştır. Türkiye'de son yıllarda yenilenebilir enerji kaynakları olan rüzgâr ve jeotermal enerjiden elektrik üretiminde artış görülmektedir (ETKB, 2017: 14).

Tablo 4.1: Türkiye'deki Elektrik Üretiminin Birincil Enerji Kaynakları İçerisindeki Dağılımı (GWh)

Enerji Türleri	2014	Toplam Payı	2015	Toplam Payı	2016	Toplam Payı
Termik	200.417	79,5	179.366	68,52	184.889	67,63
Hidroelektrik	40.645	16,1	67.146	25,6	67.268	24,6
Rüzgâr	8.520	3,4	11.652	4,45	15.492	5,76
Jeotermal	2.364	0,9	3.424	1,31	4.767	1,74
Güneş	17,4	0,01	194	0,07	972	0,36

Kaynak: ETKB (2017: 16).

Tablo 4.1'e bakıldığında termik santrallerden elde edilen üretim azalırken yenilenebilir enerjide artış görülmektedir.

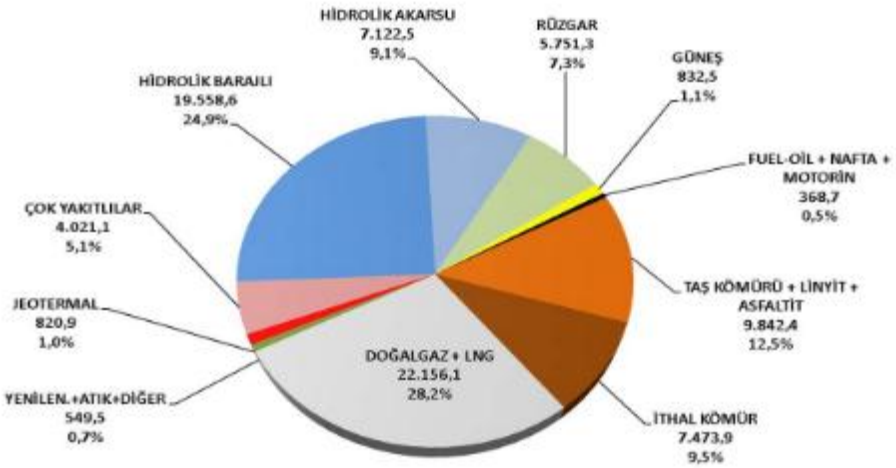
Tablo 4.2: Türkiye'de Kurulu Elektrik Gücünün Birincil Enerji Kaynaklarına Dağılımı (%)

Yıllar	Termik				
	Kömür	Doğalgaz	Diğer	Hidroelektrik	Rüzgâr+Jeotermal+güneş
2006	25,2	31,2	11,2	32,3	0,2
2007	24,7	31,5	10,6	32,8	0,4
2008	24,1	32,1	9,7	33,1	0,9
2009	23,5	32,5	9,6	32,5	1,9
2010	24	32,5	8,6	32	2,9
2011	23,6	30,2	10,3	32,4	3,5
2012	22	30,1	9,3	34,4	4,2
2013	19,6	31,6	9,2	34,8	4,8
2014	21,2	30,9	8	34	5,9
2015	21,2	29,1	7,1	35,4	7,3
2016	22,1	28,3	6,2	34	9,4

Kaynak: ETKB (2017: 21)

Tablo 4.2'ye bakıldığında 2006-2016 arasında en büyük kurulu güç artışı rüzgâr, jeotermal ve güneş enerjisi kaynaklarında görülmüştür.

Grafik 4.3: Türkiye'de Elektrik Enerjisinin Kurulu Gücü (2016)



Kaynak: TEİAŞ (2017).

Grafik 4.3'de 2016 yılı için Tükiye'deki elektrik enerjisi kurulu gücündeki en yüksek oran Doğalgaz+LNG (Sıvılaştırılmış Doğalgaz)'dir. Türkiye'de çıkarılan doğalgazın çok düşük bir düzeyde olması doğalgaz ithalatını arttırmaktadır. Bu, elektrik üretiminde doğalgazın en büyük paya sahip olmasını sağlamaktadır. Yenilenebilir enerjide en büyük orana bakıldığında ise %34 kurulu güç ile hidroelektrik enerjisi karşımıza çıkmaktadır. Fakat gerek rüzgâr ve güneşte gerekse jeotermal enerjide potansiyel yüksek olmasına rağmen kurulu güç adedi iki haneli sayılara ulaşamamıştır.

4.2.Türkiye'de Enerji Kaynakları Kullanımda Çeşitlilik

Türkiye'de enerji kaynakları arasında fosil kaynaklar ağırlıklı olarak kullanılırken yenilenebilir enerji kaynakları alanında ise başta hidroelektrik enerji yaygın olarak kullanılmakta, düşük oranda da güneş, jeotermal, rüzgâr ve biyokütle enerji çeşitleri kullanılmaktadır (Urgun ve Kılıç, 2016: 149).

Türkiye'nin enerji üretimine bakıldığında doğalgaz rezervi çok az olan ve doğalgazın büyük çoğunluğunu ithal eden bir ülke olması doğalgaz, petrol ve kömürde dışa bağımlılığı herhangi bir siyasi kriz veya savaş durumunda ciddi bir enerji sıkıntısı yaşaması olasılığını ortaya çıkarmaktadır. Buna karşı ciddi yenilenebilir enerjide potansiyele sahip olması nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı iyi bir alternatif olarak görülmektedir (Özen, 2016: 149).

4.2.1. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanımı

Türkiye'de birincil enerji kaynakları içerisinde yenilenebilir enerji payının artması kalkınmasının sürdürülebilirliği açısından olumlu bir gelişmedir. Fakat yenilenebilir enerji konusunda ülkedeki potansiyel göz önüne alındığında üretilen enerji miktarı istenilen seviyenin bir hayli altında kalmaktadır (Arslan, 2017: 247).

Türkiye'nin yenilenebilir enerji durumuna bakıldığında özellikle 2009 yılından sonra önemli adımlar atılmaya başlanmıştır. 2009 yılında yenilenebilir enerji toplam güç kapasitesi 15,5 GW iken 2016 yılına gelindiğinde elde edilen kapasite 34,2 GW' a

yükselmiştir. Toplam güç kapasitesinde yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en büyük paya sahip enerji türü hidroelektrik enerjidir (IEA, 2016: 23; TEİAŞ, 2017).

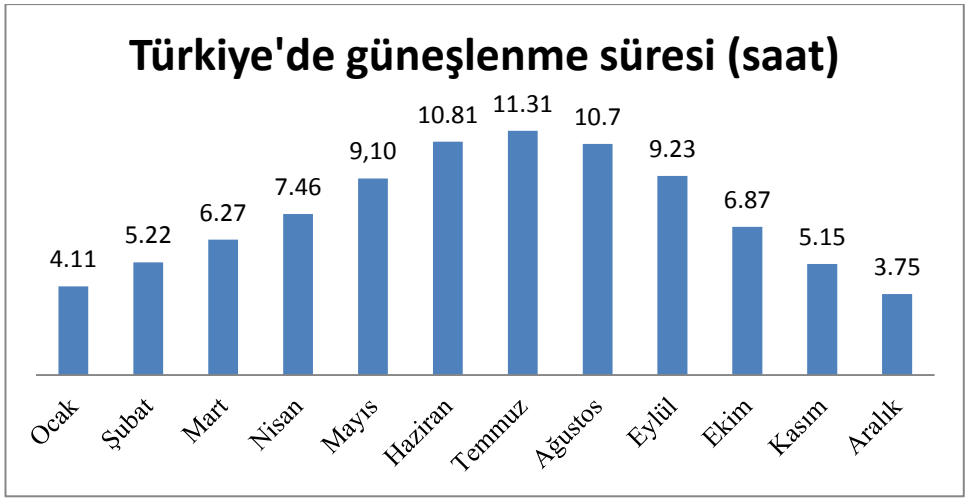
Yenilenebilir enerji kaynakları oranının toplam kurulu güç içerisinde artmasına rağmen potansiyelleriyle kıyaslandığında denilebilir ki özellikle güneş enerjisi kaynağı başta olmak üzere rüzgâr, biyokütle gibi enerji türlerinden istenilen düzeyde yararlanılamamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu güç içerisinde payının artmasındaki en büyük etken hiç şüphesiz ki hidroelektrik enerjidir. 2016 yılında hidroelektrik enerjinin toplam yenilenebilir enerji kaynakları içerisindeki payı %70'in üzerindedir.

Türkiye yenilenebilir enerji alanında hidroelektrik enerji üretiminde gelecek vaad etse de yenilenebilir enerjinin toplam enerji üretimi içindeki payını artırması gerekmektedir. Kalkınmada bağımsız ve sürdürülebilirliğin sağlanması yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve karbon salınımı azaltımı konusunda büyük önem arz etmektedir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları açısından değerlendirme yapması ve işaret edilen potansiyelin ayrıntılı sürette gösterilmesi faydalı olacaktır (Özen, 2016: 148).

4.2.1.1. Türkiye'de Güneş Enerjisi

Türkiye coğrafi konumundan dolayı güneş enerjisi potansiyeli bakımından oldukça önemli bir konuma sahiptir. Türkiye'de güneşlenme süreleri yıllara göre farklılık gösterse de güneşlenme süresi yıllık olarak yaklaşık 2.737 saattir. Günlük olarak da ortalama 7,5 saat güneş almaktadır. Ayrıca yıllık toplam güneş enerjisinin 1.527 kWh/m² olarak tespit edilirken toplam günlük gelen güneş enerjisi 4,2 kWh/m²'dir (YEGM/GEPA).

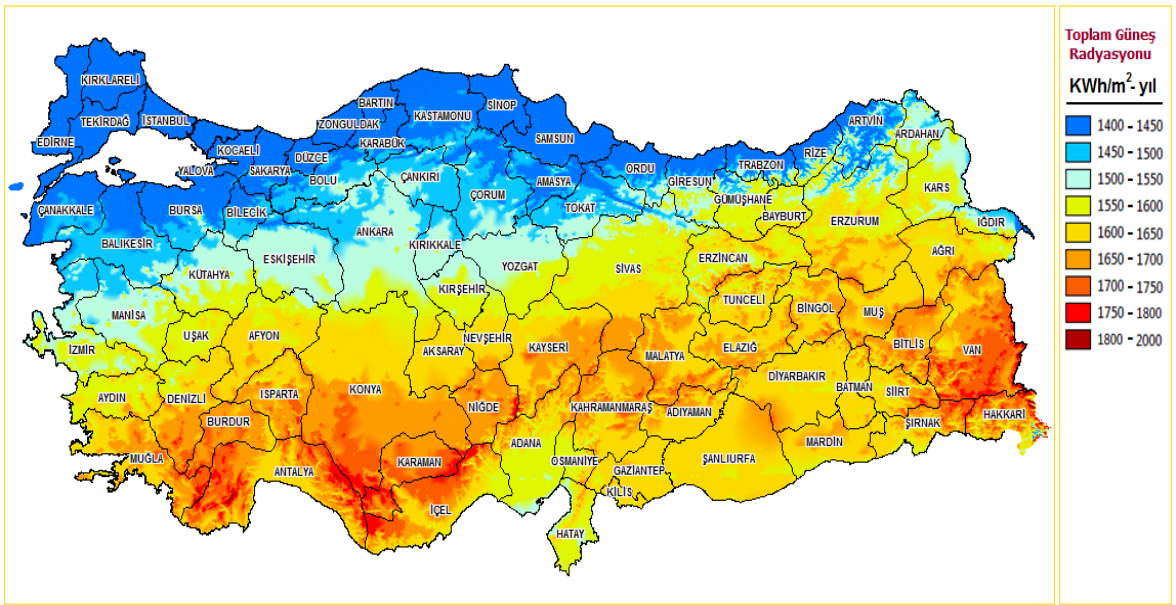
Grafik 4.4: Türkiye'nin Aylık Güneşlenme Süresi (saat)



Kaynak: (YEGM/GEPA).

Aylık Güneşlenme süreleri Grafik 4.4'te gösterilmiştir. Kuzey yarım kürede bulunan Türkiye'nin konumu gereği en fazla güneşlendiği aylar Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları iken; en az güneşlendiği aylar ise Aralık ve Ocak aylarıdır.

Şekil 4.1: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA)



Kaynak: YEGM Güneş Enerjisi/GEPA

Şekil 4.1'e bakıldığında toplam güneş radyasyonu görülmektedir. Enlemin de etkisiyle sıcaklık güneyden kuzeye doğru gidildikçe azalmaktadır. Türkiye'de güneş

potansiyeline bakıldığında, en az güneş enerjisine sahip olan bölgeler sırasıyla Karadeniz ve Marmara Bölgesi iken en fazla güneş enerjisinden faydalanan bölgeler ise Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz bölgesidir.

Türkiye'de güneş enerjisi potansiyeli iki şekilde ele alınmaktadır. Bunlardan Global Horizontal Irradiation (GHI), güneşten doğrudan gelen ışınlar ile güneşten gelen ışınların yeryüzüne yansımaları sonucu ortaya çıkan ışınlar toplamı iken, Direct Normal Irradiation (DNI) ise güneşten yalnızca doğrudan gelen ışınların toplamını ifade etmektedir.

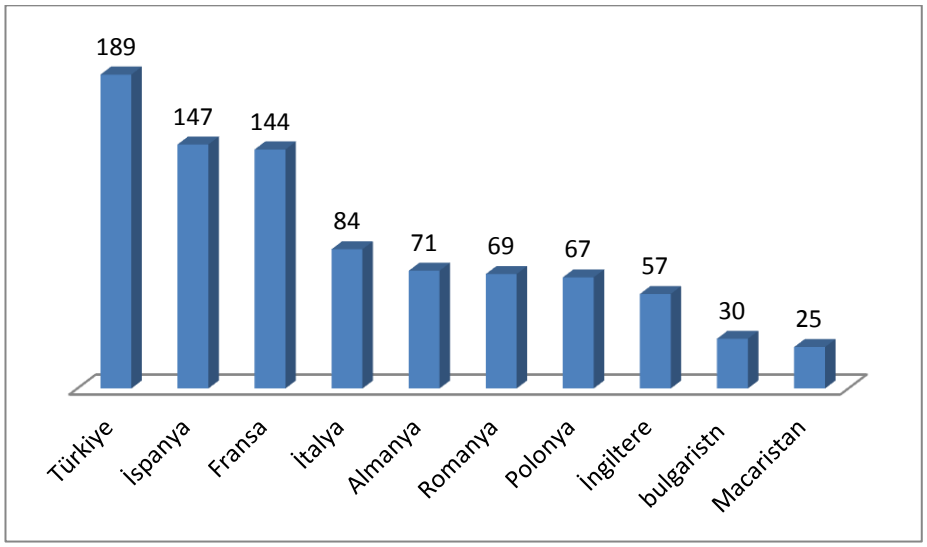
Tablo 4.3: **Türkiye'deki Yıllık GHI ve DNI Potansiyeli (kWh/m^2)**

Değerler	En Yüksek Seviye	En Düşük Seviye	Fark	Ortalama
GHI	1907	1026	881	1661
DNI	2153	631	1522	1632

Kaynak: Beták vd (2012).

Tablo 4.3'te Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli GNI ve DNI değerleri üzerinden değerlendirilmiştir. GHI değeri ortalaması 1661 kWh/m^2 iken DNI değeri ortalaması 1632 kWh/m^2 olarak tespit edilmiştir.

Grafik 4.5: Güneş Enerjisinin Potansiyeline Göre Avrupa Ülkelerinde Dağılımı (GWH/yıl)



Kaynak: Karagöz ve Kavaz (2017: 21).

Grafik 4.5'e göre Avrupa ülkeleri ile Türkiye'nin güneş potansiyeli karşılaştırıldığında Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli yönünden oldukça zengin bir ülke olduğu görülmektedir. Fakat daha kuzeyde yer alan ve güneş enerjisi potansiyeli yönünden Türkiye'den daha az potansiyele sahip olan Almanya'nın 2'nci bölümde de bahsedildiği gibi kurulu güçte (pv) dünyada ilk beşte yer alması enerjisi ihtiyacı giderek artan ve gelişmekte olan Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelini üretime geçirmesi gerekliliğini göstermektedir.

Türkiye'nin güneş enerjisinden elektrik üretme potansiyeline dâir yapılan hesaplamalara göre en az 500 GW olduğu tahmin edilmektedir (Bayraktar, 2016: 50). 2016 yıl sonu itibariyle toplam kurulu elektrik enerjisinin 78,5 GW, güneş enerjisinin 2016 yılında kurulu gücün içindeki oranının %1,06 ve yaklaşık 0,8325 GW olduğu düşünülürse Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarından potansiyeline göre çok düşük ölçüde faydalandığı anlaşılmaktadır (TEİAŞ, 2017). Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelinden yararlanması kalkınmasının sürdürülebilirliği açısından önemlidir.

Tablo 4.4: Güneş Enerjisinin Yıllık Elektrik Üretimi(GWh) ile Güneş Enerjisinin Elektrik Tüketimini Karşılama Oranı

Yıllar	Güneş enerjisi ile yıllık elektrik üretimi (GWh)	Güneş enerjisi ile elektrik tüketimini karşılanması (%)
2014	17	0.007
2015	194	0.073
2016	1020	0.371

Kaynak: Enerji Atlası (a)

Türkiye'nin güneş enerjisi ile yıllık elektrik üretiminin elektrik tüketimini karşılama oranında her yıl ilerleme kaydedilmiştir. Fakat potansiyeli birçok ülkeye göre daha çok olan güneş enerjisinin kullanımı uygun politikalar ve hedefler belirlenerek arttırılmalıdır.

Türkiye'de güneş enerjisi türlerinden biri olan güneş enerjili su ısıtma kollektör sistemi 2010 yılından önce bina çatılarında su ısıtılmasında kullanılmıştır. 2010 yılı ve sonrasında güneş panelleri (pv) sistemleri yaygınlaşmaya başlamış ve elektrik üretimi konusunda ilerleme kaydedilmiştir. Türkiye 2016 yılında güneş enerjisinden elektrik üretiminde kurulu güç olarak 0,833 GW ulaşabilmişken güneş enerjisinden ısı elde etmede (kümülatif kapasite) ABD, Çin, Hindistan ile Brezilya gibi ülkelerle birlikte ilk beşte yer ve kapasitesi dünya kapasitesinin %3'ünü kapsamaktadır. 2016 yılında güneş enerjili su ısıtma kollektörü kapasitesinde birçok ülkede azalış meydana gelmiştir. Fakat Türkiye'de 2016 yılında kapasite artışı veya azalışı olmamış, değer 2015 yılı ile aynı seviyede kalmıştır (REN 21, 2017: 78-79).

Dünya'da CSP güneş enerjisinde ilk sırada İspanya yer almaktadır. İspanya ile Türkiye benzer iklim şartlarına sahiptir. Özellikle Türkiye'de Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgeleri CSP güneş enerjisi için en uygun bölgelerdir. Fakat Türkiye İspanya gibi CSP konusunda adından pek söz ettirememektedir. CSP ile ilgili Türkiye'de yapılan çalışmalara bakıldığında ilk santral Mersin'de kurulmuştur. Kurulu gücü 5 MW olan santral 100 dönümlük arazi üzerine inşa edilmiş, 510 adet

heliostat'a (yansıtıcı ayna) sahiptir. Güneşin günlük hareketleri doğrultusunda 50 metre yükseklikteki kule üzerine yansıtılan güneş ışınlarından yüksek derecede basınç ve sıcaklık elde edilerek elektrik üretilmektedir (Cengiz ve Mamiş, 2016: 7-8).

Türkiye'de güneş enerjisi 10 yıllık süreçte alım garantisi (FİT), hem PV güneş enerjisinde hem de CSP güneş enerjisinde 13,3 USD cent/kWh'tir. Ayrıca yerli ekipman teşvikleri PV güneş enerjisinde 6,7 USD cent/kWh olup CSP güneş enerjisinde ise 9,2 USD cent/kWh'tir.

Ulusal Eylem Planı çerçevesinde 2023 yılı yenilenebilir enerjinin kullanımının artırılması hedefi doğrultusunda ısıtma ve soğutma gibi işlemlerin en az % 15'inin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması hedeflenmektedir. Bu hedefin gerçekleştirilmesi için atılacak adımlardan biri Türkiye'nin güneş enerjisi kullanımının yaygınlaştırılmasının gerekliliğidir. Fakat güneş enerjisinin kullanılması noktasında bazı zorluklarla karşılaşılmaktadır. Karşılaşılan zorlukların başında finansal kısıtlar ve teknolojik engeller gelmektedir. Bu engellerin aşılması için yerli üretimi artırmak açısından teşviklerin artırılması, bürokratik işlemlerden kaynaklanan sorunların giderilmesi, finansal şartların iyileştirilmesi, sigorta şirketlerindeki poliçe şartları ve bankalardaki teminat şartları ile ilgili düzenlemeye gidilmesi gerekmektedir. Ayrıca istihdama katkı sağlayan yenilenebilir enerji sektöründe kalifiye eleman yetiştirilebilmesi için eğitim gibi konusunda düzenlemeler yapılmalıdır (Karagöz ve Kavaz, 2017: 22-23).

Tablo 4.5: Tükiye'de Güneş Enerjisi Santral Sayısı ve Üretim Durumu

Kayıtlı santral sayısı	**543**
Toplam kurulu güce oranı	**2,70%**
Yıllık elektrik üretimi	**~ 2.301 GWh**
Üretimin tüketimi karşılama oranı	**0,88%**
Lisans durumu	**10 lisanlı, 533 lisansız**

Kaynak: Enerji Atlası (b)

2016 yılına göre 10'u lisanslı 533'ü lisanssız olmak üzere toplam kayıtlı 543 güneş enerjisi santrali bulunmaktadır. Yıllık elektrik üretimi yaklaşık 2.301 GWh'tir. Elde edilen güneş enerjisi elektrik üretimi tüketimin %0,88'ini karşılamaktadır.

4.2.1.2. Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi

Türkiye'de rüzgâr enerjisinin durumuna bakıldığında kurulu güç bakımından yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde hidroelektrik enerjisinden sonra ikinci sırada yer almaktadır (TEİAŞ, 2017). Rüzgâr enerjisi Türkiye'de gelişmeye en açık yenilenebilir enerji kaynaklarından birisidir.

Tablo 4.6: 50 m Yükseklikte Türkiye Kara ve Deniz Rüzgâr Potansiyeli

Rüzgâr Hızı (m/s)	Toplam Kara Rüzgâr Potansiyeli (GW)	Toplam Deniz Rüzgâr Potansiyeli (GW)
6.5-7.0	83.90696	6.92992
7.0-7.5	29.25936	5.13320
7.5-8.0	12.99432	3.44480
8.0-9.0	5.39992	1.74256
9.0	0.19584	0.14272
Toplam	131.7564	17.3932

Kaynak: Şenel ve Koç (2015: 52).

Türkiye'de rüzgâr enerjisi potansiyeline yukarıdaki Tablo 4.6'da detaylı bir şekilde yer verilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından elde edilen rüzgâr hız ölçümlerine göre; kara potansiyelinin 131,7564 GW; rüzgâr hızının 7.0 m/s'nin üzerinde olduğu yerler dikkate alındığında kara potansiyelinin 48 GW olduğu belirlenmiştir. Deniz rüzgâr potansiyeli ise 17,3932 GW olarak tespit edilmiştir. Ayrıca maliyet yönünden değerlendirildiğinde Türkiye'nin karada kurulan santrallerin denizde kurulan santrallere göre daha avantajlı olması nedeniyle stratejik olarak kara santrallerine öncelik verilmesi ülke açısından olumlu bir adım olarak değerlendirilmektedir (Şenel ve Koç, 2015: 51).

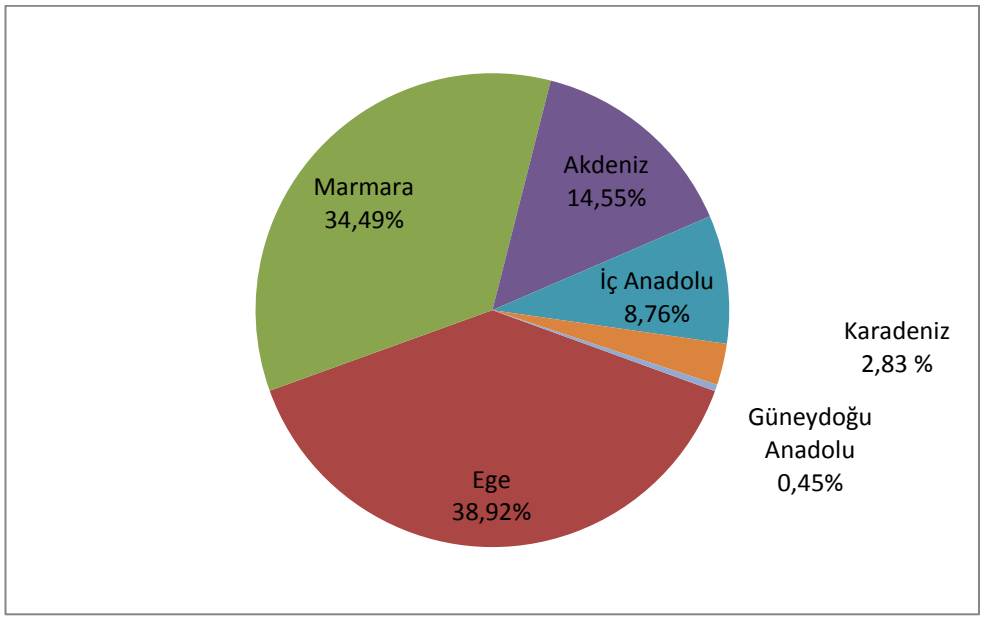
Tablo 4.7: Türkiye'de Yıllık Rüzgâr Enerjisi Santralleri (RES) Kurulumu ve Elektrik Üretimi

Yıllar	Rüzgâr Santrallerinin Yıllık Elektrik Üretim (GWh)	Türkiye'deki Rüzgâr Enerjisi Santralleri için Kümülatif Kurulum (GW)
2010	2916	1,329
2011	4724	1,806
2012	5861	2,312
2013	7558	2,958
2014	8367	3,762
2015	11652	4,718
2016	15370	6,106

Kaynak: Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği (TÜREB) (2017: 4); Enerji Atlası (c) ; GWEC (2017: 69).

Türkiye'de rüzgâr enerji santralleri (RES) sayısında Tablo 4.7'ye bakıldığında, sürekli artış kaydetmiştir. RES'lerin artışı sonucunda rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi de artmıştır. Ayrıca RES'lerin sürekli artışı ayrıca Türkiye'de rüzgâr enerjisine yatırımların arttığını göstermektedir. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı(ETKB) verilerine göre 2016 yılı kümülatif RES kurulumu 5,751 GW iken yeni eklenen RES kurulumları ile birlikte toplam güç 6,106 GW'a ulaşmıştır.

Grafik 4.6: RES'lerin Bölgesel Dağılımı



Kaynak: Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği (TÜREB) (2017: 15)

Rüzgâr enerjisi potansiyelinin yüksek olduğu yerlerde orantılı olarak RES yatırımları artmaktadır. Türkiye'de Rüzgâr enerjisi potansiyelinin en yüksek olduğu bölgeler Ege, Marmara, Akdeniz gibi yerlerdir. Rüzgâr enerjisi santrallerinin %88'ini sayılan üç bölgedekiler oluşturmaktadır. Grafik 4.6'da Doğu Anadolu Bölgesi yer almamaktadır, çünkü bu bölgede rüzgâr enerjisi potansiyelinin diğer bölgelere göre zayıf ve RES maliyeti oldukça yüksektir.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) tarafından yapılan çalışmada 50 m yükseklikten ölçülen rüzgâr hızları sonucu rüzgâr potansiyelleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak rüzgâr enerjisi potansiyeli yüksek olan iller; başta İzmir, Balıkesir, Çanakkale, Manisa gibi illerden oluşmaktadır. Belirlenmiş illerin yüksek rüzgâr enerjisi potansiyeline sahip olması buralardaki rüzgâr enerjisi santrallerine yatırımların artmasını sağlamıştır (Şenel ve Koç, 2015: 52). Aşağıda Tablo 4.8'de, verilen bilgiler detaylandırılmıştır:

Tablo 4.8: Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin İllere göre Dağılımı

RES'lerin İllere Göre Dağılımı	Oranları
İzmir	19,15%
Balıkesir	16,61%
Manisa	10,47%
Hatay	5,97%
Çanakkale	5,18%
Osmaniye	4,34%
Kayseri	4,28%
İstanbul	3,74%
Afyon	3,62%
Aydın	3,33%
Mersin	2,84%
Kırşehir	2,75%
Kırklareri	2,27%
Tekirdağ	2,22%
Sivas	1,72%
Diğer	11,47%

Kaynak: TÜREB (2017: 16).

Tablo 4.8'de belirtildiği gibi rüzgâr enerjisi santrallerinin illere göre dağılımı potansiyelleriyle orantılı şekilde gerçekleşmiştir. İlk beş ildekiler, rüzgâr enerjisi santrallerinin yarısından fazlasını oluşturmaktadır.

Tablo 4.9: RES'lerin Elektrik Tüketimi Karşılama Oranı

Yıllar	Tüketimi karşılama oranı
2010	1.39
2011	2.05
2012	2.42
2013	3.04
2014	3.25
2015	4.39
2016	5.59

Kaynak: Enerji Atlası (c)

Türkiye'de rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi için kurulan türbinlerin tamamıyla yerli üretimi mümkün olmadığından rüzgâr türbinleri büyük ölçüde yabancı firma ve markalardan temin edilmektedir. Türkiye'deki RES'lerin ana kaynağı durumundaki türbinler olarak kullanılan markalar dünya çapında en yaygın halde kullanılan türbin markalarıdır. Türkiye'deki rüzgâr enerjisinde kullanılan ilk beş markaya bakıldığında, en büyük pay %24,94 Nordex'e aitken onu sırasıyla %23,37 pay ile Vestas, %20,55 pay ile Enercon, %17 pay ile GE ve %7,82 pay ile Siemens gibi markalar takip etmektedir (TÜREB, 2017: 14). Rüzgâr türbinlerini oluşturan ana bileşenler ve türbinlerin önemli kısmı ithal edilmektedir. Bunun yanında yabancı firmalarla ortaklık kurarak türbin kule ve kanatları yurt içinde üretilmektedir. Bahsedilen etkenler göz önüne alındığında yüksek fiyatlı türbinlerin maliyetinin azaltılması için rüzgâr türbini üreten firma sayısının artırılması önemlidir (Oskay, 2014: 87).

Türkiye'nin rüzgâr enerjisinde 2023 yılı hedef 20 GW'tir (www.yegm.gov.tr). Bu hedefi gerçekleştirebilmesi için 2016 yılı itibariyle yaklaşık 14 GW daha kurulu güce ihtiyacı vardır. Dolayısıyla hedefe ulaşılabilmesi için teşvik, sübvansiyon gibi araçlarla yatırımların artırılmasına destek verilmelidir.

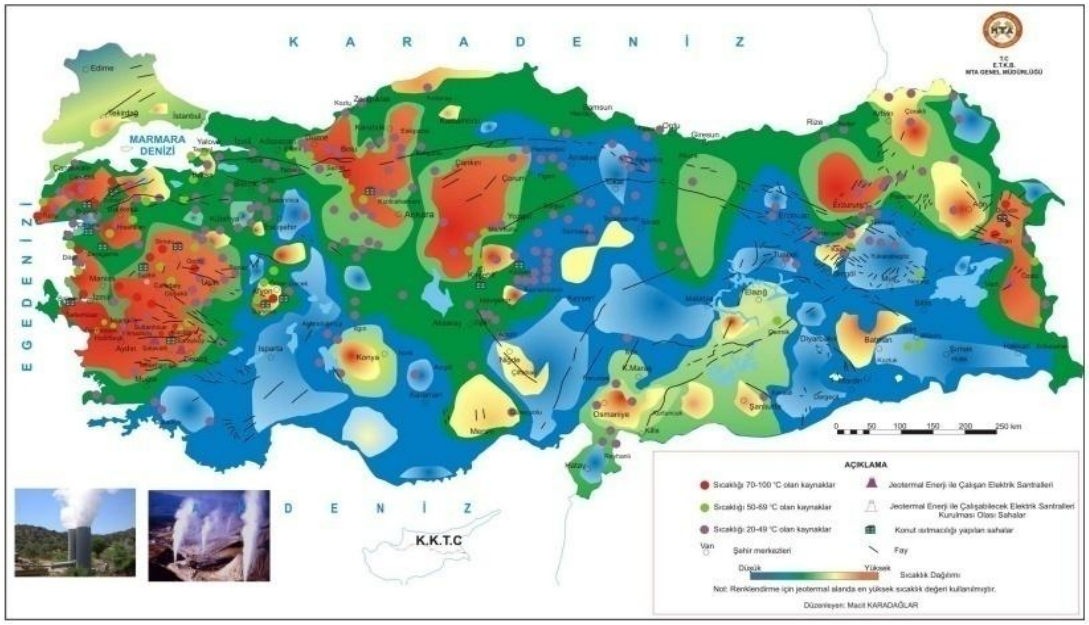
Türkiye'de rüzgâr enerjisi sabit parasal teşvik (FİT) tarifesi sistemine göre alım garantisi 7,3 USD cent/kWh iken yerli ekipmanlara teşviki, kule (0,6 USD CENT/kWh), jeneratör ve güç ekipmanları (1,0 USDcent/kWh), bütün mekanik ekipmanlar (1,3 USD cent/kWh) ve kanat (0,8USDcent/kWh) olmak üzere toplam 3,7 USDcent/kWh'tir (Ataseven, 2017).

4.2.1.3. Türkiye'de Jeotermal Enerji

Türkiye, genç oluşumlu bir ülke olması ve Alpin Orojenik kuşağında yer alması nedeniyle tektonik hareketliliğin olduğu bir bölgede yer almaktadır. Hareketlilik sonucu oluşan fay hatları jeotermal enerjinin oluşmasına neden olmaktadır (Kervankıran, 2012: 112).

Türkiye jeolojik yapısı nedeniyle jeotermal enerji kaynakları potansiyeli yönünden oldukça zengindir. Öyle ki jeotermal enerji potansiyeli bakımından dünyada 7. sırada yer almaktadır. Ayrıca jeotermalden ısı üretiminde dünya üretim kapasitesinin %4.3'üne, elektrik üretiminde dünyadaki üretim kapasitesinin %0.23'üne sahiptir (Koç ve Şenel, 2013: 38).

Şekil 4.2: Türkiye Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası



Kaynak: (www.mta.gov.tr).

Fay hatları sonucu oluşan jeotermal enerjinin Türkiye'deki dağılımına bakıldığında (Şekil 4.2) özellikle Kuzey Anadolu, Doğu Anadolu ve Batı Anadolu bölgesinde yaygınlaştığı görülmektedir.

Jeotermal kaynaklı suların ve buharlı sıcaklıkların bulunduğu alanlar, düşük sıcaklıktaki (20-70°C), orta sıcaklıktaki (70-150°C) ve yüksek sıcaklıktaki (150°C) sahalar olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Akın, 2016: 101). Orta ve düşük sıcaklıkta bulunan sahalardan genellikle ısıtma, sanayi, kimyasal madde üretimi gibi alanlarda yararlanılmaktadır. Fakat orta sıcaklıkta sahalardaki akışkanlar teknolojisinin gelişmesiyle birlikte elektrik üretimi kullanımına sunulmuştur. Yüksek sıcaklıkların olduğu sahalar elektrik üretimi için kullanılabildikleri gibi diğer alanlarda da entegre olarak kullanılabilmektedirler (Külekçi, 2009: 86).

Türkiye'de jeotermal alanlara bakıldığında %95'i kaplıca ve ısıtmaya, diğer kısmı da elektrik üretimine uygundur. Ülkedeki jeotermal enerji kaynakları genel olarak orta ve düşük sıcaklıkta sahalardan oluşmaktadır (Külekçi, 2009: 87). Ayrıca Batı Anadolu fay hatlarının bulunduğu kuşakta yüksek entelpili (sıcaklık) olan alanlar bulunmaktadır. Bu alanlar ise elektrik üretiminde kullanılmaktadır (Kervankıran, 2012: 112).

Teorik olarak Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli 31,5 GW' tır. Jeotermal enerji potansiyeline bölgesel olarak bakıldığında % 78'ini Batı Anadolu oluştururken sıralamayı %9 ile İç Anadolu, % 7 ile Marmara, %5 ile Doğu Anadolu ve %1 ile diğer bölgeler takip etmektedir (MTA, 2017).

Türkiye'de yaklaşık 1000 kaynak kuyusu, sıcak ve mineralli su kaynağı bulunmaktadır. Bunlardan 11 tanesi elektrik enerjisi üretimin de kullanılabilecek yüksek sıcaklıkta bulunan sahalardır. Bu yerler Ege bölgesinde İzmir, Aydın, Manisa, Kütahya gibi illerde yoğunlaşmıştır (Kılıç ve Kılıç, 2013: 50).

Tablo 4.10: Türkiye'de Jeotermalden Yıllık Elektrik Üretimi ve Üretimin Tüketimi Karşılama Oranı

Yıllar	GWh	Üretimin Tüketimi Karşılama Oranı
2009	436	0.225
2010	668	0.318
2011	694	0.301
2012	899	0.371
2013	1364	0.549
2014	2252	0.875
2015	3318	1.25
2016	4214	1.53

Kaynak: Enerji Atlası (e)

Elektrik üretimine ve üretimin tüketimi karşılama oranlarına bakıldığında her yıl bir önceki yıla göre artış gözlenmektedir.

Jeotermal enerji potansiyeli bakımından zengin olan Türkiye jeotermal enerji potansiyelinin tamamından yararlanamamaktadır (Aydın, 2016: 101). Oysa jeotermal enerjinin tespitinin kolay, maliyetinin düşük, üretiminin kolay, yatırımını kısa sürede geri kazandıracak ve çevresel olumsuz etkilerinin çok az olması gibi avantajları vardır (Külekçi, 2009: 83). Enerjide dışa bağımlılığı %70'in üzerinde olan ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji bakımından zengin potansiyele sahip Türkiye'nin, dışa bağımlılığın azaltılmasında jeotermal enerji önemli bir rol oynamaktadır.

Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için gerekli olan yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde jeotermal enerji Türkiye için önem arz etmektedir. 2016 yılına bakıldığında Türkiye'nin jeotermal enerjide kurulu gücü 0,821 GW'tır (TEİAŞ 2017). Türkiye Ren21 Raporuna göre dünyada 2016 yılı jeotermal kapasite artışında Endonezya'dan sonra ikinci sırada yer almıştır (REN21, 2017: 53). 2023 yılında 1 GW'a ulaşılması hedeflenmektedir (ETKB, 2014).

Türkiye'de jeotermal enerjide devlet alım garantisi 10,5 USD cents/kWh olup 10 yıl boyunca destek verilmektedir. Ayrıca yerli ekipman gibi ek destekler içinse 2,7 USD cents/kWh devlet teşviki sağlanmaktadır (Uğurlu ve Gokcol, 2017: 151).

4.2.1.4. Türkiye'de Hidroelektrik Enerji

Türkiye kalkınmanın sağlanması için küresel ısınmaya sebep olan, dışa bağımlılığı arttıran ve fiyatlarında dalgalanmalar görülen fosil kaynaklar yerine kalkınmayı sürdürülebilir hale getiren yenilenebilir enerjilerden yararlanmalıdır. Dış açığı kapatmak için yararlanılabilecek en avantajlı yenilebilir enerji türü hidroelektrik enerjidir (DSİGM, 2011: 5-6).

Hidroelektrik enerji uzun ömürlü olması, yatırımı 5-10 yıl gibi kısa sürede geri ödemesi, işletme giderinin düşük seviyelerdedir. Bu yüzden enerji fiyatlarında sigorta görevi üstlenir. Bu nedenlerden Türkiye gibi potansiyeli yüksek, uygun iklim ve coğrafi şartları bulunan gelişmekte olan bir ülke için önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir (Ürker ve Çobanoğlu, 2012: 69-70).

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde hidroelektrik enerji, kurulu güç olarak en büyük paya sahip yenilenebilir enerji türüdür (TEİAŞ, 2017). Türkiye'nin hidroelektrik enerjisi teorik olarak dünya potansiyelinin %1,5'ine denk gelirken ekonomik potansiyel olarak Avrupa'daki potansiyelin %17,6 sına tekabül etmektedir (DSİGM, 2016: 67).

2016 sonu itibariyle hidroelektrik enerji, kurulu gücün yaklaşık olarak %34'üne denk gelirken, elektrik üretiminin ise %24,6'sı hidroelektrik enerjiden elde edilmiştir (ETKB, 2017).

Tablo 4.11: Türkiye'deki HES Potansiyeli Durumu

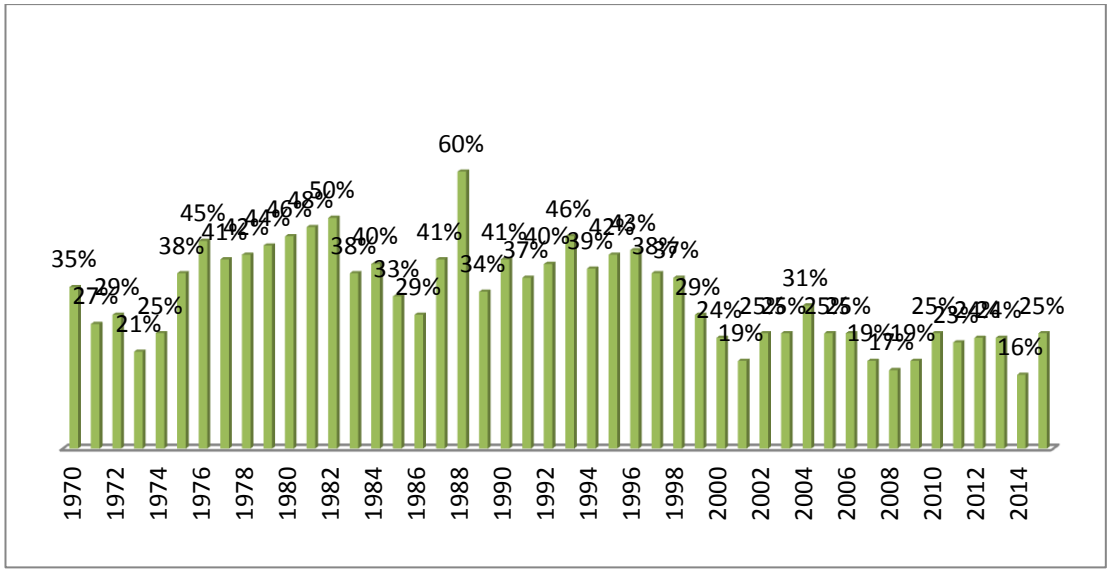
Potansiyel (HES)	Adet	Toplam Kurulu Güç (GW)	Ortalama Yıllık Üretim (GWh/yıl)	Oran
İşletmede Olan	596	26,819	93.653	59
İnşaat Halinde Olan	83	5,424	16.508	10
İnşaatı Henüz Başlamamış Olan	639	15,33	48.383	31
Toplam	1.318	47,573	158.544	100

Kaynak: DSİGM (2016: 68)

2016 yılı HES durumuna bakıldığında Türkiye, sahip olduğu potansiyelin % 59'unu kullanarak 596 HES'nden 26,814 GW kurulu güç elde etmiştir. Ülkenin 2023 hedefi olan 34 GW kurulu güce ulaşabilmesi için geriye kalan % 41'lik potansiyeli de kullanması gerekmektedir (Yaman ve Haşıl, 2018: 150-151).

Hidroelektrik enerjisinde devlet alım garantisi 7,3 USD cent/kWh olup 10 yıl boyunca sürmektedir. Ayrıca yerli ekipman gibi ek destekler için 2,7 USD cent/kWh devlet teşviki sağlanmaktadır (Uğurlu ve Gokcol, 2017: 151).

Grafik 4.7: HES'lerdeki Elektrik Üretimin Tüketimi Karşılama Oranı



Kaynak: Enerji Atlası(d)

Grafik 4.7'de HES'lerin elektrik üretiminin tüketimi karşılama oranları verilmektedir. 1988 yılında elektrik üretiminde tüketimin karşılandığı en yüksek oran görülürken 2014 yılında ise en düşük oran söz konusudur. Üretimde dalgalanmanın en önemli sebebi mevsimsel dalgalanmalardır.

Türkiye'de barajlı hidroelektrik santralleri yaygın olarak kullanılmaktadır. TEİAŞ 2016 yılı kurulu güç verilerine göre barajlı hidroelektrik enerjisi kurulu gücü yaklaşık olarak 19,5 GW seviyesinde iken akarsu hidroelektrik enerji kurulu gücü yaklaşık 7,1 GW seviyesindedir.

Türkiye'de hidroelektrik santrallerinden barajlı HES'ler tarım alanlarının sulanması, elektrik üretiminin sağlanması gibi ihtiyaçlara cevap vermesine rağmen sürdürülebilir kalkınmanın misyonuna aykırı durumlar da doğurmaktadır. Büyük çaplı söz konusu barajlar tarihi alanların sular altında kalmasına sebep olabilmekte, bu durum tarihi eserlerin gelecek nesillere kalmasını engellemektedir (Başkan, 2018: 202-203). Örneğin Hasankeyf'in sular altında kalacak olması nüfusunun yer değiştirmesine ve nehrin ekosisteminde değişikler yaşanmasına neden olacaktır. Bu durumda sunulan çözüm önerilerinden biri büyük barajlar yapmak yerine belirli şartlar oluşturarak yapılacak baraj gövdesinin planlanandan daha düşük bir seviyede

tutularak göl alanını küçültmek ve kaybolacak enerjiyi ise aynı akarsu üzerine birden fazla baraj yaparak sağlamaktır. Böylece tarihi alanlar korunurken kalkınmanın sürdürülebilirliği sağlanacaktır (Yalçın ve Tiğrek, 2014). Ayrıca büyük tek bir HES olmadığı için uzun iletim şebekelerine gerek duyulmayacağından büyük enerji kayıplarına neden olmayacaktır (Gökdemir vd., 2012).

4.2.1.5. Türkiye'de Biyokütle Enerjisi

Türkiye'de biyokütle enerjisinin sağlanmasında kullanılan kaynaklar; hayvansal ve şehir atıkları (organik), tarım ve orman ürünleridir. Biyoenerji potansiyeli 17MTEP (Milyon ton eşdeğeri petrol) civarındadır. Ülke biyoenerji potansiyelinin yüksek olmasın temel sebepleri; tarım alanında biyoenerji için gerekli ürünlerin yetişmesi, orman varlığı ve atık fazlalığının çok olmasıdır. Biyoyakıt türlerinden biyogaz, biyoetanol ve biyodizel gibi enerji türevlerinin üretimi yapılmaktadır. Fakat ülkemiz Biyoyakıtta potansiyeli yüksek olmasına rağmen büyük gelişme gösterememiştir (Üstün ve Genç, 2015: 161).

Günümüzde önemli biyoyakıtlardan olan biyoetanol; şeker pancarı, patates, buğday gibi nişastalı şeker bazlı tarım ürünlerinden elde edilmekte ve benzinle karıştırılarak kullanılmaktadır (Ar, 2008: 4). Türkiye'de biyoetanol üretimi için şeker pancarı iyi bir alternatif olarak görülebilir. Türkiye'de şeker pancarı için her yıl 8 milyon dekar tarım alanı ayrılmaktadır. Biyoetanol üretimi için gıda, yem dengesi gibi kriterler gözetildikten sonra elde 4,5 milyon dekar kalmaktadır. 4,5 milyon dekardan da 2-2,5 milyon ton biyoetanol elde edilmektedir. Elde edilen biyoetanol miktarı Türkiye'nin yıllık benzin ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayacak potansiyele sahiptir (Üstün ve Genç, 2015: 162).

Türkiye'de 3 adet biyoetanol tesisi vardır. Bunlar: Bursa, Adana ve Konya'da bulunmaktadır (http://bepa.yegm.gov.tr/). Sayılan iller içerisinde Konya'da bulunan Çumra Şeker Fabrikasının biyoetanol üretimi günlük 280.000 litre ve yıllık 84.000.000 litre kapasiteye sahiptir (Üstün ve Genç, 2015: 162). Biyoetanol ile ilgili yapılan yasal düzenlemeye göre 2014 yılından itibaren piyasaya arz edilen benzin

türleri içerisinde etanolun en az %3 oranında olma zorunluluğu getirilmiştir (Çelebi ve Uğur, 2015: 39).

Türkiye'nin coğrafi şartları, lignoselülozik atıkları, orman ve ekili arazi potansiyelleri düşünüldüğünde biyoetanol, petrole alternatif olarak düşünülebilir. Biyoetanole uygun hammadde ve yöntemlerle üretim maliyeti düşürülebilir, üründe verimlilik arttırılabilir. Dolayısıyla biyoetanol petrole ikame olarak kullanılabileceği gibi petrol ile karıştırılmak suretiyle, oranı daha da artırılarak kullanılabilir. Sonuçta biyoetanol üretimi; dışa bağımlılığın azaltılması, istihdamın arttırılması, organik atıkların değerlendirilmesi ve enerjiye erişimin ucuzlaması gibi olanaklar sunduğu için sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında önemli bir adım olarak görülebilir (Adıgüzel: 2013: 215).

Biyodizel; ayçiçeği, kanola, kolza, aspir gibi yağlı bitkilerin çeşitli biyolojik ve kimyasal süreçlerden geçilmesi sonucunda elde edilmektedir. Motorinle karıştırılarak kullanıldığı gibi motorinin yerine tek başına da kullanılabilmektedir (Ar, 2008:5) Biyodizel üretimi güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimiyle kıyaslandığında, üretilebilme açısından daha kolay ve daha az maliyetli olması üretiminin giderek artmasını sağlamaktadır. Ayrıca biyodizel üretimiyle birlikte tarım ve sanayi gibi sektörlerde istihdam ve gelir seviyesi artarken, biyodizel enerjisinin teknolojik olarak hızlı bir şekilde gelişmesi sağlanmaktadır (Alkan ve Fidan, 2014: 145).

Türkiye işlenebilir tarım alanlarına sahip ülkeler arasında sıralamasında dünyada ilk 10 ülke içerisinde yer almaktadır. Türkiye'de işlenebilir toplam 26 milyon hektar alan (ha) bulunmaktadır. Ekilen bitkiler itibariyle işlenebilir alanlar içerisinde 9.3 milyon ha ile buğday en fazla alana sahipken onu 3.9 milyon ha ile arpa takip etmektedir (Gizlenci vd, 2012: 340).

Biyodizel üretiminde önemli hammaddelerden biri olarak kullanılan kolza buğdayın yetiştiği yerlerde gerekli şartlar sağlandığında yetişebilmekte, buğday hasadından bir ay evvel hasadı yapıldığı için ikinci ürün yetiştirme şansına olanak sağlamaktadır. Ayrıca, ekstra bir masraf gerektirmemesi kolzanın avantajları arasında

sayılabilmektedir. Biyodizel üretiminde önemli hammaddelerden biri olan soya üretiminin nöbetleşe ekim ve iyi bir planlama ile Türkiye'de 400 bin hektar alanda yapılabilmesi mümkündür. Diğer bir biyodizel hammaddesi olan aspir üretiminde GAP bölgesinde nöbetleşe tarım uygulanabileceği ve sonucunda 360 bin ton ham aspir yağının elde edilebileceği öngörülmektedir. Son olarak gıda amaçlı kullanılan rafine yağları tüketim potansiyeline göre iyi bir planlama ile toplanıp biyodizel olarak kullanılabilir (Gizlenci vd, 2012: 340-342).

Türkiye'de biyodizel ile ilgili düzenlemelere bakıldığında yerli biyodizel ile motorin karıştırılarak kullanılan yakıtın %2'lik kısmı Özel Tüketim Vergisi (ÖTV)'nin dışında (muaf) tutulmuştur. Ayrıca 27.09.2011 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan ve yürürlüğe giren EPDK kararı gereğince yerli biyodizel ile motorinin karıştırılması zorunluluğu getirilmiştir. Bu oran 2014 yılbaşından itibaren %1 iken 2015 yılbaşı itibariyle %2 ve 2016 yılbaşı itibariyle %3 olarak belirlenmiştir (Koç ve Şenel, 2013: 39).

Biyoyakıtlar yerli hammadde kullanılarak yeterli miktarda üretilmediği için ithal edilmektedir. Örneğin Türkiye'de 2012 yılında içeriğinde 24.634 ton biyodizel olan motorin ithal edilmiş, 2014 yılında ise bu oran %180 artarak içeriğinde 68.901 ton biyodizel olan motorin ithal edilmiştir. Motorine göre daha ucuz bir fiyata sahip olan biyodizel gibi biyoyakıtların yurt dışından pahalıya satın alınması ülke vatandaşını mağdur etmektedir. İthalat sonucu elde edilen biyoyakıtları kullanmak yerine yerli hammadde ile üretilen biyoyakıtları kullanmak ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır (MMO, 2016: 271).

Biyogaz bitkisel ve hayvansal kökenli organik atıkların havasız ortamlarda mayalanarak çürütülmesi sonucu ortaya çıkan enerji kaynağıdır (Çeşmeli ve Gülen 2012: 66). Türkiye'de başta İstanbul, Ankara olmak üzere sanayi atıklarından, şehir çöplüklerinden, belediye atık sularından ve tesislerinden biyogaz üretimi yapılmaktadır (MMO, 2012: 188).

Ayrıca hayvancılık sektöründe yeterli yatırımların yapılması sonucu biyogaz üretimi gerçekleşebilmektedir. Türkiye'de biyogaz üretimi, Orman ve Su İşleri Bakanlığınca

özel sektörde az sayıdaki nitelikli projeler, Anadolu'nun farklı bölgelerindeki gazifikasyon demonstrasyon (Biyokütle ve kömür gibi karbon kökenli maddelerin gazlaştırılması ve gözlenmesi sürecini kapsamaktadır) projeleri ile yürütülmektedir (MMO, 2012: 188). Türkiye'nin biyogaz potansiyeli 2 MTEP olarak belirlenirken tahmini biyogazdan üretilen elektrik 23.260 GWh ve kurulu güç 4,5 GW olarak kaydedilmektedir.

YEGM tarafından hazırlanan Biyokütle Enerjisi Potansiyel Atlasına (BEPA) göre Türkiye'de biyokütle potansiyeli 8,6 MTEP olarak görülürken tahmini biyokütle elektrik üretimi potansiyeli 100.018 GWh ve kurulu güç 20 GW olarak belirlenmiştir (MMO, 2016: 267).

Türkiye'de biyokütle enerjisinde devlet alım garantisi 13,3 USD cent/kWh olup 10 yıl boyunca destek verilmektedir. Ayrıca yerli ekipman gibi ek destekler içinse 5,6 USD cent/kWh devlet teşviki sağlanmaktadır (Uğurlu ve Gokcol, 2017: 151).

4.3. Almanya'da Enerji Kaynakları

Almanya yakın döneme kadar (2010 yılı öncesinde) enerji yapısı önemli ölçüde dışa bağımlı bir ülkeydi. Doğalgazın %88'ini, petrolün ise tamamına yakınını ithal etmekte ve Almanya'da sera gazı salınımının %80'ine enerji tüketimi kaynaklık etmekteydi. 2011 yılında Energiewende (enerji dönüşümü) politikası ile enerji devrimini sağlayan yeni bir enerji politikası belirlenmiştir (Batı, 2009: 133-134). Enerji dönüşümü politikası 1980'li yıllarda geleceğin enerji hayali olarak düşünülmekteyken 2000 yılında Almanya'nın enerji politikası stratejisine dönüşmüştür. Bu süreç 2011 yılında Japonya'da yaşanan deprem sebebiyle Fukushima'da nükleer enerji reaktör kazası meydana gelmesi sonrasında hızlanmıştır.

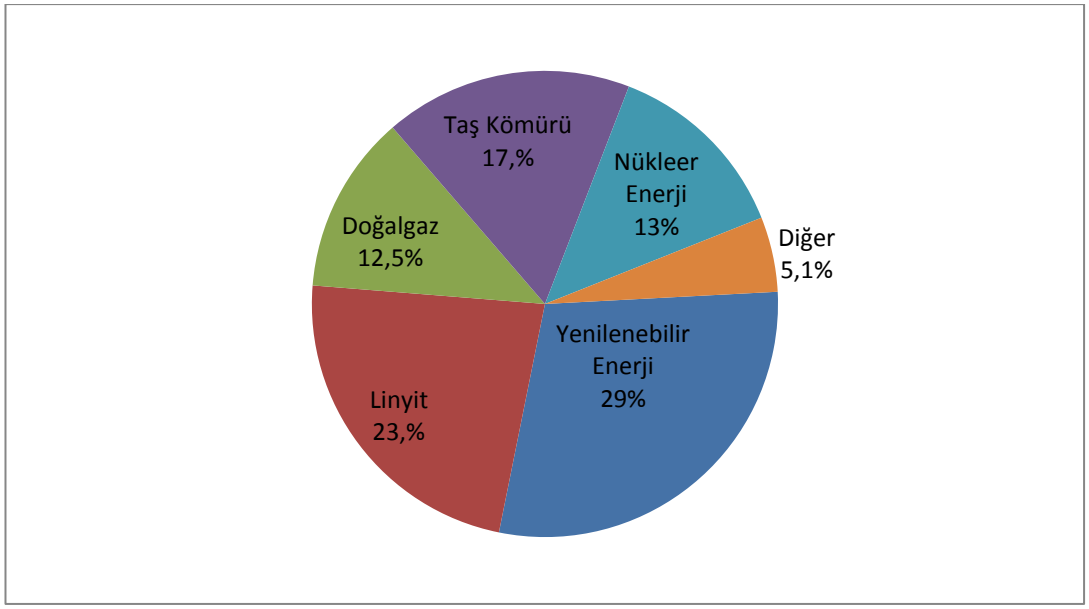
Fukushima faciasından sonra enerji politikalarında hızlı bir değişime giren Almanya ilk olarak 2022 yılına kadar nükleer enerji santrallerinin tamamen kapatılması perspektifini benimsemiştir. Ayrıca toplam elektrik üretimi içerisinde fosil kaynakların payını azaltarak yenilenebilir enerji kaynaklarının oranını arttırmayı

hedeflemektedir. Elektrik üretiminin 2020 yılına kadar %35'ini, 2030 yılına kadar % 50'sini ve 2050 yılına kadar ise %80'ini yenilenebilir enerjiden elde etmeyi amaçlamaktadır (Blazejczak vd, 2014: 1072).

4.4. Almanya'da Enerji Kullanımında Çeşitlilik

2000 yılından sonra enerji dönüşüm politikası ile birlikte Almanya'da enerji çeşitliliği anlamında elektrik üretimindeki enerji paylarında değişim yaşanmıştır. Özellikle 2011 yılında Fukushima faciasıyla beraber yıllar içinde oranlarda önemli değişmeler meydana gelmiştir. Elektrik üretiminde fosil kaynakların kullanımında yıllar içerisinde azalmalar olurken yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında artış olmuştur. Örneğin 2000 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam elektrik üretimi içerisindeki oranı %6-7 civarında iken 2016 yılında bu oran %29'lara yükselmiştir. Fosil kaynakları incelediğimizde ise 2000 yılında linyitin oranı %26'lardan %23'lere, taş kömürünün oranı %25'lerden %17'lere düşmüştür. Doğalgaz enerjisinde yıllara göre sürekli dalgalanmalar meydana gelmiştir. Son olarak nükleer enerji 2000 yılında %29'lardan 2016 yılında %13'lere düşmüştür. Almanya 2000 yılından itibaren 16 yıllık sürede (özellikle 2011 yılı sonrasında) enerji politikası hedefleri doğrultusunda önemli adımlar atmış ve 2016 yılında yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarından toplamda 649.000 GWh elektrik üretilmiştir (Almanya Enerji ve Su Endüstrileri Birliği (BDEW), 2017).

Grafik 4.8: 2016 Yılında Almanya'da Elektrik Üretimindeki Enerji Payları



Kaynak: BDEW (2017a); Deutschland Statistisches Bundesamt (Destatis) (2017: 563).

Grafik 4.8'de Almanya'nın 2016 yılı elektrik üretimindeki enerji payları verilmektedir. 2015 yılına kıyasla 2016 yılında doğalgaz enerji kaynağı hariç fosil kaynakların ve nükleer enerjinin payı düşmüştür. 2015 yılında %14,2 olan nükleer enerjinin oranı %13'e gerilerken, linyitin oranı %23,9'dan %23'e, taş kömürünün oranı %18,2'den %17'ye gerilemiştir. Doğalgazın oranı ise %9,6'dan %12,5'e yükselmiştir. 2016 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarının oranı ise %29 olarak gerçekleşmiştir. Bu oran içerisinde en yüksek pay %10,2 ile rüzgâr (kara) enerjisine aittir; onu %6,9 ile biyokütle enerjisi, %5,9 ile güneş enerjisi, %1,9 ile rüzgâr (deniz) enerjisi ve %3,2 ile hidroelektrik enerjisi, % 0,9 ile kentsel atıktan (çöpten) elde edilen enerji takip etmektedir.

4.4.1. Almanya'da Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanımı

Avrupa Birliği (AB), sera gazı emisyonunun azaltılması, yenilenebilir enerji arzının çeşitlendirilmesi ve arttırılması gibi konularda dünyada lokomotif olma rolünü üstlenmektedir. AB'de petrol krizi sonrası strateji oluşturularak yenilenebilir enerji kaynaklarından yaralanılmasının gerekliliği yönünde tavsiyelerde bulunulmuştur. Yenilenebilir enerji konusunda önemli adımlar atılmış ve Ar-Ge faaliyetlerine hız

verilip yenilenebilir enerjiyi teşvik edici mekanizmalar oluşturulmuştur. Bu politikaların oluşturulmasındaki en önemli sebeplerden biri karbon salınımının azalması için yenilenebilir enerjiyi çözüm yolu olarak gören Kyoto protokolüdür. AB ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı için hedeflerin belirlenmesi ve bu hedeflere ulaşılmasının gerekliliği konusunda 2009 yılında "Yenilenebilir Enerji Direktifi" AB tarafından yayımlanmıştır. Direktife göre 2020 yılına kadar birincil enerji kaynakları içerisinde en az %20 oranında yenilenebilir enerji kullanımı şartının getirilmesi ve AB ülkelerinin ulaşım için kullanılan enerjinin %10'luk kısmının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılaması hedeflenmiştir. Ayrıca enerji sektöründe serbestleşmenin önü açılmıştır. Böylelikle tekelci enerji piyasaları yerine maliyet etkinliği olan, rekabetçi piyasaların önü açılmaya çalışılmıştır **(**Klessmann vd,7637; 2011: Nagy ve Körmendi, 2012: 393; Nielsen ve Jeppesen, 2003: 3**)**.

Almanya'da hükümet politikalarının vazgeçilmezlerinden biri olan yenilenebilir enerjinin önemi giderek artmaktadır. Yenilenebilir enerji konusunda birçok ülkeden önce yönetmelikler ve kanunlar çıkarılmıştır. Artan enerji talebi dışa bağımlılığı olan ülkeyi yerli kaynaklara yönlendirmiştir. AB'nin belirlediği yenilenebilir enerji politikası konusundaki hedef ve şartlara uygun hareket eden Almanya'nın enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin oranı 2004 yılında % 9,3 iken 2013 yılında %25,4'e yükselmiştir. Almanya'nın uyguladığı yenilenebilir enerjiyi destekleme politikaları birçok ülke için örnek model olma özelliğine sahiptir (Strunz vd, 2016: 33-34).

Almanya, 1999 yılında yapılan seçim sonucu koalisyon olarak başa geçen Sosyal Demokrat-Yeşiller partileri ile yönetilmeye başlamıştır. Koalisyon hükümeti 2000'de Almanya'da istenilen enerji politikası çerçevesinde enerji dönüşümünün ilk adımı olarak Yenilenebilir Enerji Yasasını çıkarmıştır. Yasa farklı enerji kaynaklarından üretilen elektriğin ulusal şebekeye hangi önceliklerle verileceğini düzenlemiştir. Ayrıca üreticilere şebekeye verilecek olan elektrik yatırımına karşılık belirlenen fiyatın belirli bir süreliğine sabit tutulması garanti edilmiştir. Almanya'nın temel hükümet politikalarından biri olan Yenilenebilir Enerji Kanunu günümüzde de geçerliliğini büyük ölçüde korumaktadır. (Öktem, 2016).

Almanya yenilenebilir enerji kaynaklarını desteklerken aynı zamanda çevresel ve ekonomik boyutlar içeren sürdürebilir kalkınma amacı gütmektedir. Nitekim Kyoto Protokolüne taraf ülkelerden olan Almanya protokol çerçevesinde sera gazı salınımını 2012 yılında 1990 yılındaki durumuna göre en az %21 azaltmayı taahhüt etmiştir. 2007 yılında Kyoto protokolü çerçevesinde karbon salınımında 957 milyon ton yükümlülük ile hedefini yakalamıştır. 2020 yılı hedefi ise sera gazı emisyonunu 1990 yılındaki emisyona göre % 40 oranında azaltmaktır (Bayraktar ve Kaya, 2016: 8).

Tablo 4.12: Almanya'da Yenilenebilir Elektrik Enerjisi Üretimi ve Kurulu Gücü

Yıllar	Yenilenebilir Enerji Üretimi GWh	Yenilenebilir Kurulu Güç (GW)
2007	88.321	34,8
2008	93.247	37,8
2009	94,912	46,5
2010	104.430	55,8
2011	123.071	66,7
2012	142.393	77,4
2013	151.336	82,8
2014	161.421	89,4
2015	187.364	96,9
2016	188.216	103,6

Kaynak: Bundesministerium Für Wirtschaft Und Energie (BMWi**) (**2017: 10-12)

Tablo 4.12 Almanya'da yıllar itibariyle 2007- 2016 dönemi için yenilenebilir enerji üretimi ve kurulu güç verilerini içermektedir. Kurulu güç 2007 yılında 34,8 GW iken özellikle 2010 yılından sonra üretim her yıl artış göstermiş ve 2016 yılında 103,6 GW'a yükselmiştir. 2016 yılında üretim hızında yavaşlama görülse de bir artış kaydetmiştir.

Tablo 4.13: Almanya'daki Yenilenebilir Enerji Türlerine göre Elektrik Üretimi ve Kurulu Güç Miktarları

Yıllar	Yenilnebilir Enerji üretimi GWh	Yenilenebilir kurulu güç (GW)
Hidroelektrik	20.546	5,598
Rüzgâr (Kara)	66.324	45,412
Rüzgâr (Deniz)	12.274	4,133
Güneş	38.095	40,874
Biyokütle	50.815	7,562
Jeotermal	162	0,039
Toplam	188.216	103,618

Kaynak: BMWi (2017: 10-13)

Almanya'da 2016 yılında yenilenebilir enerji türleri itibariyle üretime bakıldığında en fazla üretimin 66.324 GWh (%35,2) ile rüzgâr (kara) enerjisinde olduğu görülmektedir. Sıralamayı 50.815 GWh (%27) ile biyokütle üretimi takip etmektedir. Biyokütle içerisinde katı, sıvı biyokütlenin yanında biyogaz, çöp ve kanalizasyon gazı atıkları gibi atıklar da yer almaktadır. En az üretim jeotermal(%0,1) enerjiden elde edilmektedir.

Kurulu güç açısından, üretimde olduğu gibi yine rüzgâr (kara) enerjisi ilk sırada yer almaktadır. Sıralamayı güneş enerjisi takip ederken en düşük kurulu gücü yine jeotermal enerji oluşturmaktadır.

Yenilenebilir enerjinin toplam enerji kaynakları içerisinde tüketimi 2015 yılında %31,5 seviyesindeyken, 2016 yılında bu oran %31,7'ye çıkmıştır. Tüketimde en yüksek paylar rüzgâr (kara), güneş ve biyokütleye aittir (BMWi, 2017: 6).

REN21 raporuna göre 2016 yıl sonu itibariyle yenilenebilir enerji üretimi veya kapasitesi değerlendirildiğinde ve hidroelektrik enerjisi dâhilken Almanya dünyada 4. sırada, hidroelektrik enerjisi dâhil değilken 3. sırada yer almaktadır. Dolayısıyla Almanya dünya yenilenebilir enerji üretiminde öncü ülkelerden biridir.

Almanya'da yenilenebilir enerji alanında çevre ve diğer projeleri desteklemek üzere devlete ait bir kalkınma bankası KfW Bankengruppe bulunmaktadır. KFW Bankergruppe bankası başta güneş, rüzgâr olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarını destekleyen bir kurumdur (KPMG, 2016: 30).

Almanya'nın yenilenebilir enerji politikalarından biri tarife garantisidir. AB'nin temel yenilenebilir enerji politikalarından biri olan ve ülkeden ülkeye farklılık gösteren tarife garantisi AB komisyonunca en az maliyetli ve etkin teşvik olarak görülmektedir (Connor vd, 2013: 8). Tarife garantisi uygulamasında yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik için 15-25 yıl gibi belirlenen sürede sabit bir fiyat üzerinden alım garantisi verilmektedir. Belirlenen fiyat kilowatt saat ve teknolojik boyutuna göre farklılık göstermektedir. Örneğin yatırım ve bakım gibi maliyetler rüzgâr enerjisine göre güneş enerjisinde daha fazla olduğu için sağlanan fiyat garantisi daha fazla olmaktadır. Fiyat garantisi yönteminde dikkat edilen husus, belirlenen fiyat miktarının mümkün olduğunca üretim maliyetine yakın olmasıdır. Böylece yatırımcılara olası fiyat dalgalanmalarına karşı güvence sağlanmaktadır. Sabit fiyat garantisi (FİT) AB ülkelerince en çok tercih edilen yöntemdir. (Çelikkaya, 2017: 5-6).

1991 yılında garanti tarifesine geçen Almanya bu konuda öncü ülkelerden biri olmuştur. Garanti tarifesi sistemi yenilenebilir enerjinin teknolojik gelişimi ve üretiminde önemli bir rol oynamıştır. Örneğin Almanya 2010 yılı yenilenebilir enerji üretimi hedefini %12,5 olarak belirlemiştir. 2000-2008 yılları arasında yenilenebilir enerji üretimi % 6,3'ten %15'e yükselmiştir. Böylelikle 2010 yılı için hedeflenen %12,5 yenilenebilir enerji üretimine 2008 yılında ulaşılmıştır. Garanti Tarifesi modeliyle hem istenilen hedefe daha az zamanda ulaşılmış, hem de 1 milyondan daha fazla küçük boyutta üretim kapasitesine sahip olan üretici piyasadaki yerini almıştır. Tarife garantisi tutarı teknolojisinin türüne göre farklılık göstermektedir. Tutar 7-51 cent aralığında yer almaktadır. Bu modelde uygulanan yüksek fiyat garantisi birçok tarifeye göre daha avantajlı olup, yenilenebilir enerji yatırımlarını cazip hale getirmektedir. Ayrıca 1999 yılından beri elektrik üretiminden vergi alınmaktadır. Fakat yenilenebilir enerjiden üretilen elektrik, vergiden muaf

tutulmuştur. Böylece yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi teşvik edilmektedir (Çelikkaya, 2017: 8-9; Cansino vd, 2010: 6004).

4.4.1.1. Almanya'da Güneş Enerjisi

Alman hükümeti 2050 yılı hedefi doğrultusunda toplam enerji üretimi içerisindeki nükleer ve fosil kaynaklardan elde edilen enerji payını azaltmakta, bu enerjiler yerine başta PV güneş enerjisi sistemleri olmak üzere yenilebilir enerji kaynaklarını ikame etmektedir. Almanya'nın 2050 hedefine ulaşabilmesi için güneş enerjisini 150-200 GW'a yükseltmesi gerekmektedir (Wirth ve Schneider, 2017: 5).

Almanya'nın enerji dönüşümü politikası önemli bir modernizasyon ve yatırım programıdır. Elektrik üretimi, şarj istasyonları, enerji verimliliği, şebekeler, ısı depolama ve dağıtımı gibi enerji alanındaki birçok konuyu geniş şekilde kapsamaktadır. Enerji sistemleri içerisinde en başta yer alan elektrik enerjisi üretiminin güneş (PV) ve rüzgâr enerjisinden elde edilmesinin planlanması, güneş ve rüzgâr enerji üretim maliyetlerindeki düşüşler Almanya'nın enerji politikasının uygulanması açısından gelecek vaad etmektedir (İEA/PVPS 2017: 64).

Almanya'da güneş enerjisi potansiyeli iki şekilde ele alınmaktadır: Global Horizontal Irradiation (GHI), güneşten doğrudan gelen ışınlar ile güneşten gelen ışınların yeryüzüne yansımaları sonucu ortaya çıkan ışınların toplamı iken Direct Normal Irradiation (DNI) ise güneşten doğrudan gelen ışınların toplamını ifade etmektedir.

Tablo 4.14: Almanya'da Yıllık GHI ve DNI Potansiyeli (kWh/m^2)

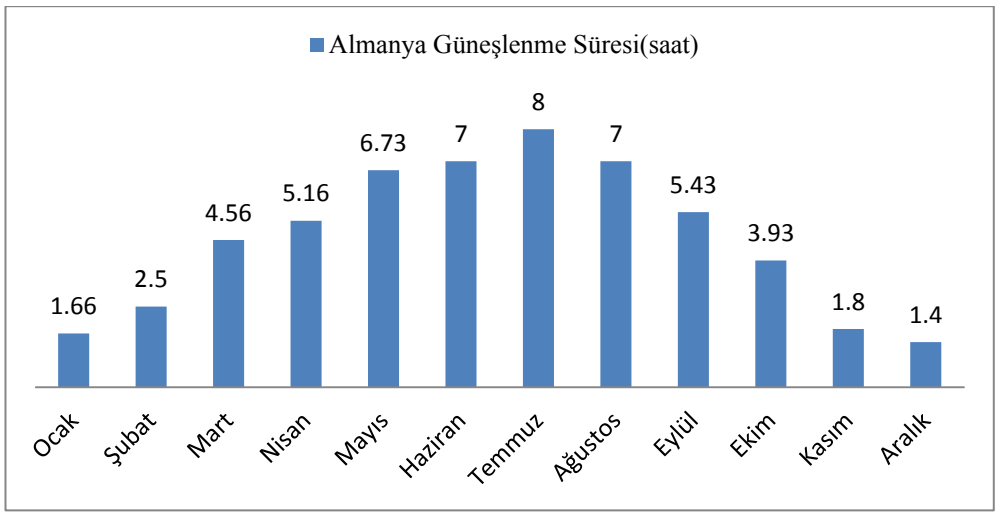
Değerler	En Yüksek Seviye	En Düşük Seviye	Fark	Ortalama
GHI	1224	934	290	1066
DNI	1221	616	605	921

Kaynak: Betàk vd (2012).

Tablo 4.14'te Almanya'nın güneş enerjisi potansiyelleri GHI ve DNI türünden verilmiştir. Almanya güneş enerjisi potansiyeli yönünden güneyinde olan birçok

ülkenin gerisinde kalsa da güneş enerjisi üretimi için dünyada yaygın olarak kullanılan fotovoltaik güneş enerjisi sistemlerinde (pv) 2016 yılı verilerine göre dünyada üçüncü sıradadır. Ayrıca kişi başına düşen güneş enerjisi kapasitesinde dünyada ilk sırada (REN 21, 2017: 25) gelmektedir.

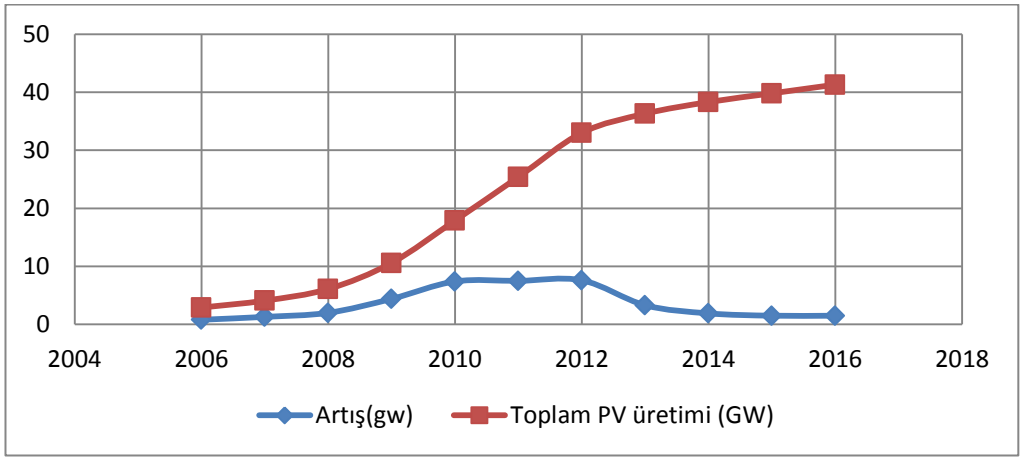
Grafik 4.9: Almanya'da Aylık Ortalama Güneşlenme Süresi



Kaynak: **(**https://weather-and-climate.com/average-monthly-Rainfall-Temperature Sunshine,munich,Germany ; Alcan vd (2018: 39).

Grafik 4.9'da Almanya'nın aylık ortalama güneşlenme süreleri verilmiştir. Almanya kuzey yarım kürede yer aldığından en fazla güneş ışığını Haziran, Temmuz ve Ağustos ayında alırken en az ışığı Kasım, Aralık, Ocak aylarında almaktadır.

Grafik 4.10: Almanya'da PV Kurulu Güç Kapasite Artışı ve Toplamı (GW)



Kaynak: IEA - PVPS Annual Report (2017: 65); BP (2017b).

Almanya'da PV güneş enerjisi sistemi üretimi 1990'lı yıllarda başlamıştır. En büyük artış 2010-2012 arasında yaşanmıştır. Bu dönemde artış her yıl için 7 GW civarında gerçekleşmiştir. 2013 yılı itibariyle yıllık PV kurulu güç kapasitesi artışında azalmalar meydana gelmesine rağmen toplamda artış sürmüştür. 2006 yılında 0,8 GW'a ulaşan pv güneş enerjisi teknolojisi kurulu güç kapasitesi 2016 yılı itibariyle 2015 yılına göre 1,5 GW artış göstermiştir.

Dünya toplam PV gücünün yaklaşık %13,7'sini Almanya oluşturmaktadır [BP, 2017(a)]. Almanya 2016 yılında PV güneş enerjisinden 31.600 kişiye istihdam sağlamıştır (IEA - PVPS Annual Report, 2017: 64; REN21, 2017: 43).

Güneş enerjisi teknolojisinde önemli bir konuma sahip olan Almanya dünya piyasasındaki güneş paneli talebinin yarısını tek başına karşılamaktadır. Almanya'da özellikle PV güneş enerjisi üretiminde 2010 yılından itibaren 3 yıllık yüksek artış ardından artışta yavaşlama meydana gelmiştir. Nedeni tarife garantisinin tutarındaki azalmalar ve enerji tüketiminden alınan harç uygulamasıdır. Bu durum sonucunda küçük güneş enerjisi yatırımlarında 1/3 oranında azalmalar meydana gelmiştir. Güneş enerjisinde belli bir seviyeye gelen Almanya, rüzgâr enerjisi yatırımlarını arttırmak amacıyla uygun kredi ve vergi teşvikleri uygulamasına gitmiştir. Uygulama sonucunda rüzgâr enerjisine olan yatırımlar artmıştır (Schleicher, 2012: 65; IEA - PVPS, 2017; Connor vd., 2013: 5; Hirvonen vd., 2015: 72; Çelikkaya, 2017: 9).

Almanya'da güneş panelleri çatıların üzerine yerleştirilerek konutlar için elektrik üretimi sağlanmaktadır. Üretimi yapılan elektriğin fazla kısmı enerji dağıtımı yapan şirketlere satılmaktadır. 2013 itibariyle güneş panelleri üretilen güce göre kullanılmaktadır. Güneş panellerinin yaklaşık % 50'lik bir kısmı 10-100kW güce sahip ticari çatı sistemlerinde, % 40lık kısmı 1-10kW güce sahip konutlarda, %10'luk kısmı ise büyük güneş enerjisi santrallerinde kullanılmaktadır. Almanya'da güneş enerjisinden elde edilen elektriğin fiyatı 40 €c/kWh olup, devlet, yatırım tutarının yaklaşık %25'ine sübvansiyon (alım garantisi) uygulamaktadır. Ayrıca güneş enerjisi için sabit tarife garantisi (FİT), yatırım teşviki, kamu yatırımı ve vergi indirimi gibi kamu teşvikleri verilmektedir (Cengiz ve Mamiş, 2016: 9).

Yenilenebilir enerji yatırımlarını destekleme mekanizmalarından biri "ihale yöntemi" sistemidir. Bu, Almanya'nın da tercih ettiği bir sistemdir. Sistemdeki amaç, yenilenebilir enerji alanında kapasiteyi arttırmaktır. Bunun için devlet tarafından ihaleler düzenlenir. Düzenlenen ihalelerde üzerinde fizibilite çalışması yapılmış veya belirli kurulu güce sahip bir bölgeye tesis kurulurken yatırımcıyı teşvik etmek, rekabet ortamı oluşturmak, maliyet düşüklüğünü garanti eden bir yöntem amaçlanmaktadır. İhale yönteminde özellikle büyük ölçekli yenilenebilir enerji projeleri için başvuru yapılabilmektedir. Yönteme göre ihaleyi kazanan yatırımcı 10-25 yıl gibi belirlenen bir sürede sabit nominal fiyat veya belirli bir fiyat endeksine bağlı olarak artan fiyat garantisi ile üretimini yapmaktadır. İhale yönteminin işleyişi elektrik alımı konusunda fiyat eksiltme yöntemiyle aleni bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Kilowatt başına en ucuz fiyatı teklif eden firma ihaleyi kazanmaktadır. Ayrıca en ucuz teklifin kabul edilmesiyle yenilenebilir enerjinin maliyetlerinde düşüş sağlanmaktadır (Yurdadoğ ve Tosunoğlu, 2017: 10-11).

Enerji ile ilgili tüm konuların sorumluluğu Federal Ekonomi Enerji Bakanlığında (BMWi) toplanmış ve 2017 yılında yenilenebilir enerji kanuna yenilikler getirilmiş, böylece yenilenebilir enerjide yeni bir safhaya geçilmiştir. Yeni değişikliklerle Almanya'da kapasitesi 750 kW'ın altında olan küçük ve orta seviyeli fotovoltaik (PV) güneş enerjisi sistemleri için 20 yıl boyunca sürekli ve sabit parasal teşvik (FİT) imkânı verilmiştir. 750 kW'ın üstünde olan fotovoltaik güneş enerjisi sistemleri için hükümet tarafından sabit garanti sisteminin uygulanmama kararı alınmıştır. Bu sistemin yerine serbest piyasa bazlı açık artırma usulü ile finansman oranları belirlenecektir. Bu yöntem yenilenebilir enerji finansmanında köklü bir değişiklik demektir. Yeni sistem ile yenilenebilir enerjinin kontrollü bir biçimde yaygınlaşması sağlanırken piyasa bazlı açık arttırmalarla sübvansiyon seviyeleri belirlenmiş olacaktır. 2017 yılında Yenilenebilir Enerji Kanunun revizyonu ile birlikte her yıl 600 MW büyüklüğünde fotovoltaik sistemi için yılda üç kez olmak üzere müzayede yöntemiyle ihale düzenlenerek yatırımların dağıtımının yapılması planlanmıştır. Bu sisteme geçilmeden evvel 2016 yılında "piyasa entegrasyon modeli" adı altında 410 MW'lik kapasitede yere monte edilen fotovoltaik sistem için 3 adet müzayede düzenlenmiştir. Düzenlenen müzayedeler büyük rekabete ve talebin arzdan daha fazla oluşmasına neden olmuştur. Her müzayede sonucunda fiyat seviyeleri

azalmıştır (Bu üç müzayededeki fiyatlar sırasıyla şu şekilde oluşmuştur: 7,41 EURcents/kWh, 7,25 EURcents/kWh, 6,90 EURcents /kWh). Tüm bu göstergeler, bu yöntemin ne kadar etkili olduğunu ispat eder niteliktedir (İEA/PVPS 2017: 64). Bir diğer güneş enerjisi sistemi olan "güneş enerjili su ısıtıcıları" kapasitesinde Almanya %3 oran ile dünyada ilk on ülke arasında yer almaktadır. 2016 yılında dünyada bu alanda genel olarak kapasitede azalmalar yaşanmıştır. Kapasite azalışlarının yaşandığı ülkelerden biri olan Almanya 2015 yılına göre 2016 yılında %8 oranında azalış yaşamıştır (REN21, 2017: 81).

CSP güneş enerjisi sisteminde potansiyel bakımından çok zengin olmamasına rağmen Almanya, deneme amaçlı "Jülich Test ve Güç Santrali" adlı CSP santralini kurmuştur. 2009 yılında tamamlanan santralden 1,5 MW enerji elde edilmektedir. Amaç sadece elektrik üretimi ile kısıtlı olmayıp aynı zamanda bilim ve endüstri araştırmalarını geliştirmektir (Natıonal Renewable Energy Loboratory, 2013). Ayrıca CSP konusunda Almanya'da bulunan teknoloji şirketleri tesislerinin kurulması, işletilmesi, parça temini, servis ve mühendislik alanında uluslararası ölçekte ciddi bir hizmet vermektedirler (Vallentin, ve Viebahn, 2010: 4469).

Güneş enerjisinden 2016 yılında 38.1 GWh elektrik üretilmiştir. Güneş enerjisinden elektrik üretimi, toplam elektrik üretiminin %6'sına tekabül ederken tüketim %6,4'e denk gelmektedir. 2016 yılsonu itibariyle güneş enerjisi (PV) kurulu gücü son kapasitelerinde eklenmesi ile birlikte toplam 41,3 GW seviyesine ulaşmıştır. Sürdürülebilir kalkınmanın amaçlarından biri olan sera gazı azaltımı konusunda Almanya 2016 yılında artan güneş enerjisi üretimi ile 23,4 milyon ton CO_2 salınımından kaçınmıştır (Umweltbundesamt (UBA), 2018: 22; EurOberserv'er, Photovoltaic Barometer, 2017: 9; BP, 2017b; IEA - PVPS Annual Report, 2017; REN 21, 2017: 65).

4.4.1.2. Almanya'da Rüzgâr Enerjisi

Almanya'da kurulu güç içerisinde rüzgâr enerjisinin payı yıldan yıla artış göstermektedir. 2009 yılında 38.610 GWh olan kara rüzgâr enerjisi 2016 yılında 66.324 GWh güce ulaşırken 2008 yılında 38 GWh olan deniz rüzgâr enerjisi üretimi

2016 yılında 12.274 GWh'a güce yükselmiştir. Toplamda 2016 yılında 78.598 GWh rüzgâr enerjisi üretilmiştir. Yenilebilir enerjide kurulu güç oranları içerisinde en yüksek pay rüzgâr enerjine aittir (BMWi, 2017: 10).

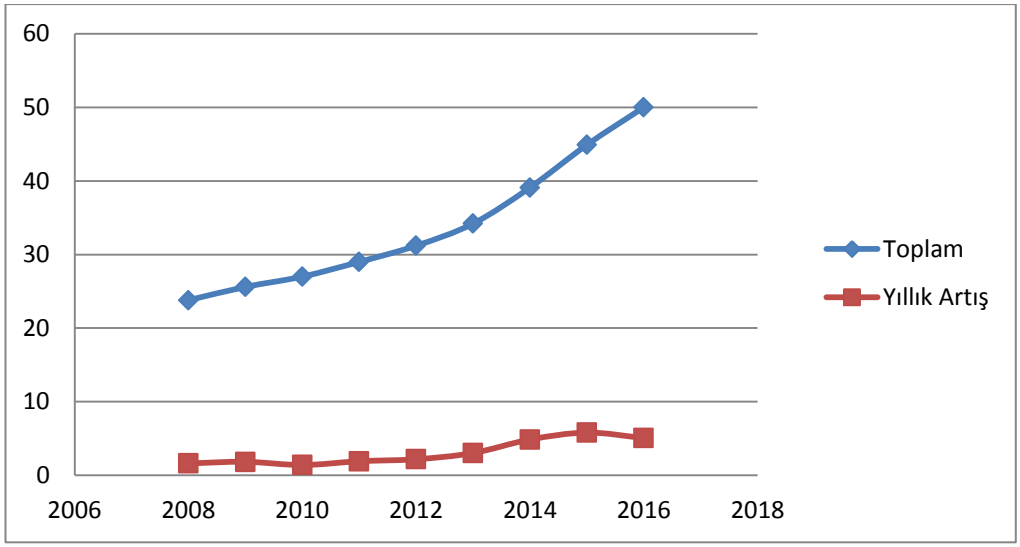
Sera gazı emisyonunu azaltma politikası güden Almanya, 2016 yılında yenilenebilir enerji kaynakları içinde en fazla sera gazı azaltımını biyokütle enerjisi ile rüzgâr enerjisi sayesinde sağlamıştır. Rüzgâr enerjisi sayesinde 2016 yılında 53 milyon ton civarında CO_2 salınımından kurtulmak mümkün olmuştur (Umweltbundesamt (UBA), 2018: 22).

Rüzgâr enerjisi inşasına yapılan yatırımların önemi yıllar içerisinde artma eğilimi göstermiştir. 2008 yılında kara rüzgâr enerjisine 2,8 milyar Euro, deniz rüzgâr enerjisine 0,5 milyar Euro yatırım yapılırken 2016 yılında kara rüzgâr enerjisine yapılan yatırım 6,8 milyar Euro'ya, deniz rüzgâr enerjisine yapılan yatırım ise 3,3 milyar Euro'ya yükselmiştir (Umweltbundesamt (UBA), 2018: 21; BMWi, 2017: 27).

Almanya'da rüzgâr enerjisine yapılan yatırımlar rüzgâr enerjisi teknolojisinin gelişmesine katkı sağlamıştır. Teknolojik gelişmeler sayesinde rüzgâr enerjisinden elde edilen enerjinin maliyeti 4 yıl önceki enerji maliyetine göre %12 düşmüştür. Rüzgâr enerjisi sektöründe yaklaşık 150.000 kişiye istihdam sağlayan Almanya'nın, rüzgâr ekipmanlarının imalatını sağlayan uluslararası alanda pek çok firması bulunmaktadır. Bu firmalar ürettikleri ürünlerinin %50'sinden fazlasını dünyanın çeşitli ülkelerine ihraç etmektedirler (Bayraktar ve Kaya 2016: 13).

Yenilenebilir enerjide belirli bir strateji ile ilerleyen Almanya, 2020 yılına kadar rüzgâr enerjisi konusunda çeşitli politikalar belirlemiştir. Bu politikalara göre Almanya karadaki rüzgâr enerjisi kurulu gücünü her yıl 2,5 GW artırmayı, denizdeki toplam rüzgâr enerjisi kurulu gücünü 6,5 GW'a çıkarmayı hedeflemektedir (Bayraktar ve Kaya 2016: 13).

Grafik 4.11: Almanya'da Yıllara Göre Rüzgâr Enerjisi Kapasite Artışı (GW)



Kaynak: GWEC, (2017: 47); Wind in power – European statistics (2017: 9-10).

Almanya'da yıllara göre rüzgâr enerjisindeki kapasite artışı grafik 4.11'de verilmiştir. Grafiğe göre 2013 yılı ve sonrası dönemlerde yıllık kapasite artışının önceki yıllara göre daha da arttığı görülmektedir. Bunun sebebi 2013 yılından itibaren rüzgâr enerjisinde devlet teşvikinin arttırılmasıdır.

Almanya'da 2016 yılında (0,813 GW'ı açık deniz tipi rüzgâr enerjisi olmak üzere) rüzgâr enerjisinde yıllık kapasite artışı 5,4 GW olarak gerçekleşmiştir. Toplam kapasite miktarı ise 50,019 GW'a (eklenen son kapasite artışı da dâhil) ulaşmıştır. 2016 yılında Avrupa'daki rüzgâr enerjisinde kapasite artışının %44'ü Almanya tarafından karşılanmıştır. Ayrıca Almanya rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi ile dünyanın en büyük üçüncü pazarı haline gelmiştir (GWEC, 2017: 46-47; Wind in power – European statistics, 2017: 17).

Almanya'da güneş ve rüzgâr enerjisi ile ilgili kurulum planları 1983 yılında oluşturulmuştur. 1990 yılına gelindiğinde ise rüzgâr enerjisi ile ilgili politikalar daha da genişletilerek yatırım maliyetlerinin %75'ini karşılayacak 10 yıllık FİT'ler (sabit garanti tarifeleri) devreye sokulmuştur. Ayrıca devlete ait olan KfW bankası tarafından küçük şirket ve girişimcilere rüzgâr enerjisi konusunda kredi desteği verilmiştir (Serim ve Oran 2017: 311). 2000 yılında FİT'lere ilaveten yeni bir sübvansiyon sistemi oluşturulmuştur. Amaç, teşvikleri artırarak yatırımların hız

kazanmasını sağlamak ve yenilenebilir enerji teknolojilerini uygun hale getirerek maliyetleri düşürmektir. Hedefe ulaşıldıktan sonra rüzgâr ve güneş enerjisi için uygulanan tarifeler kademeli olarak azaltılmıştır. Almanya'daki tarife garantisi ilk 5 yıl için 9,9 $cent/kWh olarak belirlenmiştir, devamında 5,5 $cent/kWh ile 20 yıllık süre ile verilmektedir (Bayraktar ve Kaya 2016: 15). Uygulanan tarifeler sayesinde 16 yıl (2000-2016) içerisinde başta rüzgâr olmak üzere yenilenebilir enerjinin payı elektrik üretiminde artmış ve günümüzde de artmaya devam etmektedir (Fuchs, 2016).

Almanya'daki destekleme mekanizmaları hükümet tarafından değil, piyasa (özel sektör) ve tüketiciler tarafından finanse edilmektedir. Üretilen yenilenebilir enerji pazarlara (toptan elektrik satıcısı ve dağıtıcısı olan özel sektörlere) satılır ve piyasa fiyatı oluşturulur. Oluşturulan piyasa fiyatı ile FİT arasındaki fark elektrik faturasının "EGG"(temiz enerji vergisi) adlı bölümde yer almakta ve tüketicilere yansıtılmaktadır. Yatırımlar arttığı için maliyetlerde düşüşler meydana gelmektedir. Bu durum sonucunda destekleme mekanizması olan FİT'lerin oranlarında yıldan yıla aşamalı olarak azalışlar görülmektedir (Poser vd, 2014: 13).

Almanya'da 2017 yılı itibariyle yenilenebilir enerji sisteminde köklü bir değişiklik yapılmıştır. Değişikliğe göre büyük ölçekli rüzgâr enerjisi projelerinde FİT yerine ihale yöntemi tercih edilmeye başlanmıştır. Amaç, yenilenebilir enerji maliyetlerini rekabetçi piyasadan yararlanarak azaltmak ve yenilenebilir enerji payını birincil enerji kaynakları içerisinde arttırmaktır. Bu doğrultuda ihaleler yılda üç defa düzenlenerek yenilenebilir enerji için piyasa fiyatları belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca 2020 yılına kadar en az 0,7 GW (700MW)'lık enerji projeleri ile yılda 3-4 defa ihalelerin yapılması planlanmaktadır (GWEC, 2017: 46).

Almanya'da kara tipi rüzgâr enerjisi Alman enerji sisteminde en ucuz güç kaynağı olmaya devam etmektedir. 2016 yılında yeni kurulan kara tipi rüzgâr türbinlerinin ortalama büyüklüğü 2,848 GW, ortalama rotor[1] çapı yaklaşık 109 metre, hub[2]

[1] **Rotor:** Rüzgâr türbininin dönen ön kısmına verilen addır. Rüzgârdan aldığı kinetik enerji ile dönen bir sistemdir.
[2] **Hub:** Rüzgâr türbinlerine gelen ön rüzgârları kanatlara yönelten sistemdir.

yüksekliği ise yaklaşık 128 metre civarındadır. Tüm bu ölçüler 2015 yılı türbin ortalamasından %4 daha büyüktür. Bu büyüme ile rüzgâr endüstrisi, son bir kaç yılda önemli bir teknolojik gelişme kaydetmiştir. Elde edilen gelişmeler sonucunda eskiye göre sistem uyumluluğunda, çalışma saatinde ve rüzgâr enerjisinden sağlanan güç getirisinde artış sağlanmıştır.

2016 yılında Almanya'da kara tipi rüzgâr kurulumu 2015 yılına göre %24 oranında artış göstermiştir. Aşağı Saksonya 2015 yılında rüzgâr enerjisi kurulumunu iki katından daha fazla arttırarak 900 MW'lik bir kurulumla kapasite artışına öncülük etmiştir. Kuzey Almanya'da yer alan ve bölge halkının rüzgâr enerjisi kapasitesinin arttırılmasına destek olduğu Schleswig-Holstein bölgesinde, kurulu yenilenebilir enerji gücü giderek artmış ve üç yıl üst üste en üst sırada yer aldıktan sonra 2016 yılında ikinci sırada yer almıştır (GWEC, 2017: 46; Günaltay, 2013).

4.4.1.3. Almanya'da Jeotermal Enerji

Almanya'da jeotermal enerji, yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en az paya sahiptir. 2005 yılında elektrik üretiminde 0,2 GWh olan üretim miktarı 2016 yılında 162 GWh'a yükselmiştir. 2016 yılındaki kurulu güç içerisindeki payı 0,039 GW'tir (BMWi, 2017: 12). Jeotermal enerji ısı sektöründe de kullanılmaktadır. Isı sektöründeki tüketim miktarı 12.348 GWh seviyesindedir (BMWi, 2017: 14).

Jeotermal enerjiye derinlerde bulunan jeotermal, yüzeye yakın jeotermal enerji ve çevresel ısı olmak üzere 2016 yılında 1.2 milyar Euro yatırım yapılmıştır. Almanya 2016 yılında jeotermal enerjisi kullanımı ile 1,6 milyon ton karbon salınımından kaçınmıştır (UBA, 2018: 22).

4.4.1.4. Almanya'da Hidroelektrik Enerji

Almanya Avrupa'nın yıllık en yüksek elektrik tüketimi ve üretimine, aynı zamanda en büyük enerji gücüne sahiptir. Almanya'nın enerji sistemi toplam olarak 20 GW'tan fazla kapasiteye sahip on ülke ile birbirine bağlanmıştır. Alman ve Avrupa enerji sistemleri yoğun bir şekilde iç içe geçmiştir. Alman enerji sisteminin

büyüklüğü Avrupalı komşuları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Almanya yenilenebilir enerji konusunda her geçen gün kendisini geliştirmeye çalışmaktadır. Rüzgâr ve güneş enerjisinden elde edilen yenilenebilir enerji miktarını entegre ederek kuzey-güney iletim hatlarındaki kapasiteyi arttırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca akü depolama ve pompalı depolamalı hidroelektrik enerjisi üretimi ile AB ülkeleriyle yoğunlaştırılmış elektrik ticareti yapmayı hedeflemektedir.

Almanya'nın hidroelektrik santralleri (pompalı depolamalı ve Avusturya ile paylaşılan depolamalı HES dâhil) 11,3 GW'lık güce sahiptir. Ayrıca tüm bu kurulu güç ile toplam elektrik üretimine katkısı yaklaşık 22.000 GWh iken toplam kurulu güç içerisinde yaklaşık yüzde %6'lık bir paya sahiptir.

Almanya'da hidroelektrik pazarının oldukça gelişmiş olmasının nedeni yatırımlarda önceliğin mevcut tesislerin ömrünü, verimliliğini arttırmak, ekolojik etkilerini en aza indirmek üzere yenileme ve modernizasyona odaklanılmasıdır. Almanya'nın hidroelektrik enerji teknolojisinin son derece gelişmesinin sebebi; iş yönetimi, proje geliştirme aşamasında bileşenleri oluşturan komple sistemlerin üretimi ve teslimi ile bakımına kadar uzmanlığa dayanmasıdır. Bu durum teknolojisinin ülke dışında yayılmasını sağlamıştır. Almanya'nın 2,7 GW gücünde hâlihazırda geliştirilme aşamasında olan ve 2020 yılında devreye alınması planlanan HES projesi bulunmaktadır.

Almanya'da ve komşusu ülkelerde, Lüksemburg'daki Vianden (1,296 GW) ve Belçika'daki COO I ve II (1,164 GW) gibi pompaj depolamalı tesislerinin kullanımı, bir taraftan Almanya için yedek elektrik sağlarken diğer yanda hali hazırda bulunan yenilenebilir kaynaklardan elde edilmiş fazla elektriği depolayarak Alman Enerji Dönüşümü projesine katkı sağlamaktadır. Pompaj depolamalı hidroelektrik enerji gücü bir güç sistemine maksimum yük kapasitesi, depolama kapasitesi, şebeke stabilizasyonu ve diğer yardımcı hizmetler sağlar. Bu aynı zamanda büyük ölçeklerde kullanılabilen, rekabetçi bir maliyete sahip bilinen tek elektrik depolama şekli olduğu için Alman enerji dönüşümünde önemli rol oynama potansiyeline sahiptir. Öte yandan rüzgâr gücünün önceden tahmin edilmesindeki gelişmeler ve akıllı enerji yönetim sistemlerinin faaliyete geçirilmesi, daha büyük ölçekli pompaj

depolamalı tesislere olan ihtiyacı azaltabilir ve daha düşük teşvik oranlarının önünü açabilir. Yapımı süren kayda değer yenilikçi bir proje olan Naturstromspeicher projesi, 13.6 MW'lık bir rüzgâr santrali ve 16 MW'lık bir pompaj-depolama sisteminden oluşan hibrid rüzgâr ve pompaj depolamalı hidroelektrik enerji tesisidir ve rüzgâr türbinlerinin tabanları üst rezervuarlar olarak işlev görür. Hibrid sistem sağlam bir güç çıkışı sağlamak ve kısa vadeli dalgalanmaları dengelemek için tasarlanmıştır. Almanya büyük hidroelektrik depolama tesislerine sahip ülkelere coğrafi olarak yakındır. Kuzeyde Norveç ve İsveç, güneydeki Alpin bölgesinde bulunan İsviçre ve Avusturya gibi ülkeler ile yapılan bağlantılarla harici hidroelektrik enerji tedariği, özellikle güneş ve rüzgâr gibi diğer yenilenebilir ve istikrarsız (volatil) enerji kaynaklarının nüfuzunu kolaylaştırarak, Alman güç sistemi için dengeleme imkânı ve ilave esneklik sağlamaktadır (International Hydropower Association (IHA), 2017: 62).

Almanya'da 2016 hidroelektrik enerjinin inşasına 0,1 milyar Euro yatırım yapılmıştır. Ayrıca hidroelektrik kullanımı ile 2016 yılında 15,5 milyon ton karbon salınımından kaçınılmıştır (UBA, 2018: 22).

4.4.1.5. Almanya'da Biyokütle Enerjisi

Almanya yenilenebilir enerjide rüzgâr ve güneş enerjisinde olduğu gibi biyokütlede de önemli adımlar atmaktadır. 2007 yılında 24.363 GWh elektrik üretilirken 2016 yılında bu oran ikiye katlanmış ve 50.815 GWh 'a yükselmiştir. 2016 yılında enerji üretiminde biyokütle enerjisi rüzgâr (kara) enerjisinden sonra ikinci sırada yer almıştır. Biyokütle enerjisi kurulu gücü Alman Enerji Bakanlığı verilerine göre 2016 yılında 7,6 GW olarak belirtilmiştir. Biyokütle enerjisinden (çöpten atık dahil) 2016 yılında toplam elektrik üretiminde %7,8 oranında biyokütle faydalanılmıştır. Almanya 2016 yılında elektrik üretiminde biyokütle kurulu güç kapasitesini %2 oranında arttırmıştır. Enerji üretim oranında ise %2,5 bir artış sağlamıştır (BMWi, 2017: 12).

Almanya'da biyokütle enerjisi ısı ve ulaşım sektörlerinde de kullanılmaktadır. 2015 yılında ısınmada kullanılan yenilenebilir enerji 155.217 GWh iken 2016 yılında ısı

tüketiminde kullanılan yenilenebilir enerji 162.400 GWh olmuştur. Bunun 142.251 GWh'i biyokütleye aittir (BMWi, 2017: 15).

Ulaşım sektöründe 2016 yılında 33.514 GWh yenilenebilir enerji tüketimi gerçekleşmiştir. 2016 yılında ulaşımda en fazla yararlanılan yenilenebilir enerji biyodizeldir (Hidrojenize Bitkisel Yağ dahil). Biyodizel enerjisinin tüketim miktarı 20873 GWh olup ulaşımda kullanılan yenilenebilir enerjinin %62,3'ünü oluşturmaktadır. Sıralamayı %25,9 (8.663GWh) ile biyoetanol takip etmektedir (BMWi, 2017: 17).

Almanya'da 2016 yılında biyokütle enerjisi için yatırımlar bir önceki yıla göre elektrik üretiminde artış gösterirken ısı üretiminde azalış göstermiştir. 2015 yılında ısı için yapılan yatırımlar 0,2 milyar Euro'dan 2016 yılında 0,3 milyar Euro'ya yükselmiştir. Biyokütlede elektrik için yapılan yatırımlar 2015 yılında 1,3 milyar Euro iken 2016 yılında bu tutar düşerek 1,2 milyar Euro'ya gerilemiştir (Umweltbundesamt (UBA), 2018: 21; BMWi, 2017: 27).

Biyokütle türlerinden biri olan biyogaz pek çok AB ülkesinde olduğu gibi Almanya'da da önemli bir enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Almanya'da 7000'den fazla biyogaz tesisi bulunmaktadır. Biyogaz ısınma ve elektrik üretimi amaçlı kullanımının yanında doğalgaz özelliğinde zenginleştirilerek doğalgaz hatlarında kullanılmaktadır (Kapluhan, 2014: 109).

Almanya, biyoyakıttan elektrik üretiminde ABD ve Brezilya'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Ayrıca dünyadaki biyodizel üretiminin %10'luk kısmını Almanya gerçekleştirmektedir.

Almanya 2016 yılında biyokütle enerji kullanımı sayesinde toplamda 64,5 milyon ton karbon salınımından kaçınmıştır (Umweltbundesamt (UBA), 2018: 22).

4.5. Almanya - Türkiye Karşılaştırması

Türkiye ile Almanya gerek sahip olduğu enerji yapısı gerek enerji kaynakları potansiyelleri bakımından birbirine benzemektedir. 2010 yılında kalkınmayı sürdürülebilir hale getirmek amacıyla mevcut enerji sisteminde değişikliğe giden Almanya yenilenebilir enerji konusunda örnek alınan ülkeler arasında gösterilmektedir. 2050 yılına kadar yenilenebilir enerji sisteminde politika ve hedefler belirleyen Almanya'nın enerji sisteminin örnek alınması Türkiye'nin menfaatine olacaktır (Batı, 2013: 7). Bu çalışmada bu nedenle, Almanya'nın yenilenebilir enerji konusundaki durumu incelenmiş ve Türkiye ile karşılaştırması yapılmıştır.

Alcan, Demir ve Duman (2018), çalışmalarında yenilenebilir enerji potansiyeli konusunda Almanya ve diğer Avrupa ülkelerinden daha iyi konumda olan Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikalarına hız vermesi ve başta güneş enerjisi potansiyeli olmak üzere yerli kaynaklarını enerjiye çevirerek dışa bağımlılığının azaltması gerektiği sonucuna ulaşmıştır.

Bayraktar ve Kaya (2016)'nın çalışmasında, dışa bağımlılığı olan ve yenilenebilir enerjide en fazla payın hidroelektrik enerjiye ait olduğu Türkiye'nin, rüzgâr ve güneş enerjisi anlamında ciddi bir potansiyele sahip olduğu ve bu enerji kaynaklarından faydalanması önerilmiştir. Bunun için de rüzgâr enerjisinde elektrik üretimi, dış ticaret ve teknolojik konularda öncü ülkeler arasında yer alan Almanya'nın özellikle yatırımcıya verilen teşvik konusunda örnek alınması sonucuna varılmıştır.

Çelikkaya (2017)'nın çalışmasında ise enerjide dışa bağımlı olan Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklara yönelmesinin gerektiği ve yenilenebilir enerji yatırımlarının teşvik edilmesi önerilmiştir. Bunun için de 40'tan fazla ülkenin örnek aldığı Almanya'nın uyguladığı enerji politikası olan tarife garantisi uygulanmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Almanya güneş enerjisinden en çok yararlanan ülkelerden biridir. Türkiye'nin enerji potansiyeli yüksek olmasına rağmen Almanya'dan daha az yararlanmaktadır.

Aşağıda Almanya ile Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelleri ve bu potansiyellerden kurulu güç olarak yararlanma dereceleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.15: Almanya ve Türkiye Arasında Güneş Enerjisi Potansiyeli Karşılaştırması

Değerler	En Yüksek Seviye	En Düşük Seviye	Fark	Ortalama
Almanya				
GHI	1224	934	290	1066
DNI	1221	616	605	921
Türkiye				
GHI	1907	1026	881	1661
DNI	2153	631	1522	1632

Kaynak: Beták vd (2012).

Almanya ve Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli 2012 yılında GHI ve DNI değerleri ile verilmiştir. Tabloda Almanya ve Türkiye'nin güneş enerji potansiyelleri ortalama değerlere göre karşılaştırıldığında Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelinin (GHI:1661, DNI: 1632) Almanya'nın güneş enerjisi potansiyeline (GHI:1066, DNI: 921) göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Aylık ortalama güneşlenme saatleri bakımından kıyaslandığında Almanya'nın en fazla güneş aldığı ay Temmuz olup ortalama güneşlenme süresi 8 saattir. Türkiye'nin de en fazla güneş aldığı ay Temmuz, fakat ortalama güneşlenme süresi 11,31 saat olup Almanya'ya göre çok daha yüksektir. Güneşlenme süresinin en az olduğu ay ise her iki ülke için de Aralık'tır. Aralık ayında Almanya'nın ortalama güneşlenme süresi 1,4 saat iken Türkiye'nin 3,75 saattir ve Almanya'dan yine daha fazladır.

Almanya'nın GHI ve DNI değerleri ile aylık güneşlenme süresine göre güneş enerji potansiyeli Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelinden az olmasına rağmen Almanya'nın güneş enerjisi (PV güneş enerjisi) kurulu gücü ve üretimi Türkiye'den daha fazladır. Almanya'nın 2016 yılında toplam kurulu gücü 41,3 GW'a ulaşmıştır. Türkiye'nin 2016 kurulu gücü ise ancak 0,833 GW seviyesindedir.

Almanya güneş enerjisi politikasını belirlerken sabit tarife garantisi, sübvansiyonlar, yatırım teşviki, kamu yatırımı ve vergi teşviki ile güneş enerjisini desteklemiştir. Özellikle ilk zamanlarda sabit garanti tarifesini yüksek tutarak yatırımları teşvik etmiştir. Yatırımlar arttıkça güneş enerjisi maliyetleri azalmaya başlamıştır. Maliyetlerin azalmasıyla tarife garantilerini yavaş yavaş azaltmıştır.

Almanya Güneş enerjisinde belli bir seviyeye geldikten sonra 2017 enerji kanununda güncelleme yaparak büyük çaplı projeler için ihale yöntemini uygulamaya başlamıştır. Sabit tarife garantisi küçük çaplı projeler için devam etmektedir.

Tablo 4.16: Almanya'da Yıllara Göre Sabit Tarife Garantisi (FİT)

Yıllar	EURcent/kWh
2001	50,6
2002	48,1
2003	45,7
2004	57,4
2005	54,5
2006	51,8
2007	49,2
2008	46,75
2009	43,01
2010	39,14
2011	28,74

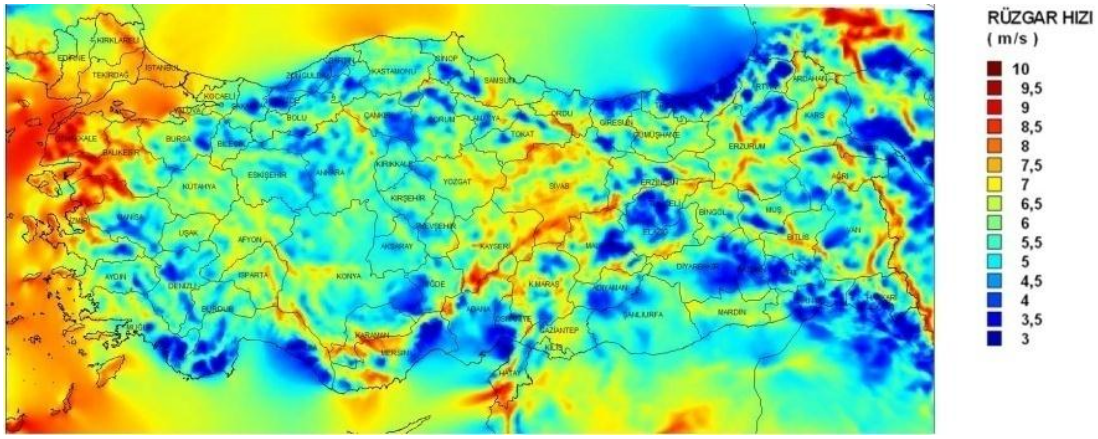
Kaynak: IEA-PVPS (2017: 65).

Almanya'da 100 kWp'ye kadar sabit tarife garantisi kullanılırken, 100-750 kWp arasında doğrudan pazarlama yolu 750 kWp üzeri içinse ihale yöntemi kullanılmaktadır (Wirth ve Schneider 2018: 9). Tablo 4.16'da Almanya'da yıllara göre 10 kW küçük PV için sabit tarife garantisi tutarları verilmiştir. Tablodan, sabit tarife garantisinin giderek azaldığı görülmektedir. 2016 yılında FİT yaklaşık 12,31 EURcents/kWh (13,62 USDcents/kWh) olarak belirlenmiştir (IEA-PVPS, 2017: 65).

Türkiye'de Almanya'daki gibi sabit fiyat tarifesi garanti sistemi kullanılmaktadır. 10 yıl için güneş enerjisi tarifesi 13,3 USD cents/kWh olarak belirlenmiştir. Almanya ile Türkiye karşılaştırıldığında Almanya'nın sabit tarife garantisi Türkiye'nin sabit tarife garantisinden daha fazladır.

Almanya rüzgâr enerjisinden en çok yararlanan ülkelerden biridir. Türkiye'nin enerji potansiyeli yüksek olmasına rağmen Almanya'dan daha az yararlanmaktadır. Aşağıda Almanya ile Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelleri ve bu potansiyellerden kurulu güç olarak yararlanma dereceleri karşılaştırılmıştır.

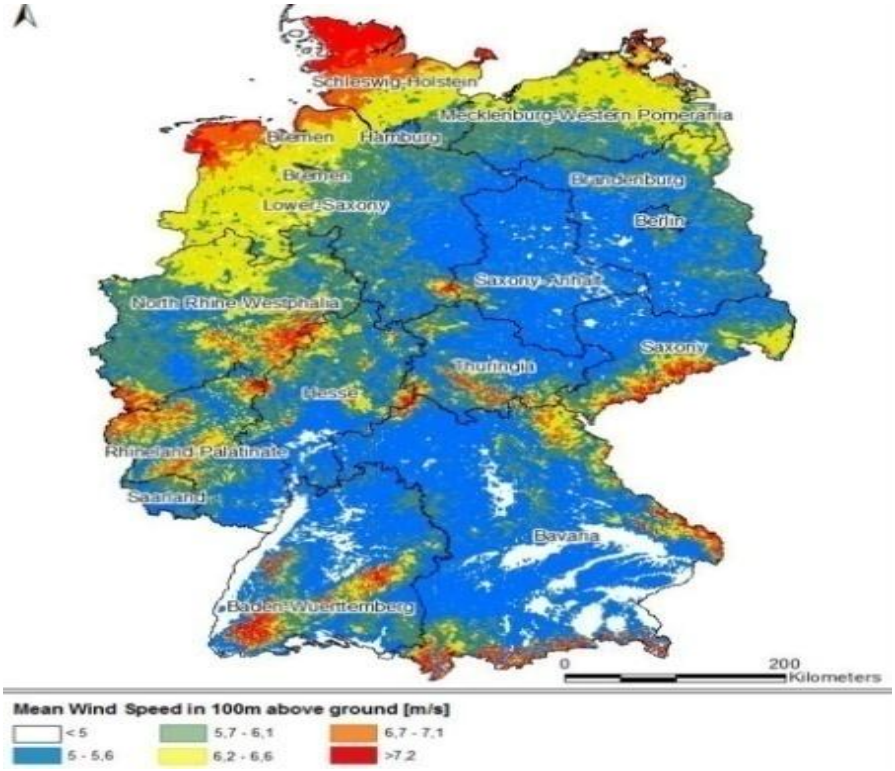
Şekil 4.3: Türkiye'nin 100 m Yükseklikteki Rüzgâr Potansiyeli



Kaynak: YEGM/Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA)

Türkiye'nin etrafının denizlerle çevrili ve sahil şeridinin yaklaşık 3500 km olması rüzgâr enerjisi konusunda son derece avantaj sağlamakta; bu avantajlar özellikle Ege ve Marmara'nın kıyı şeritleri ile Antakya bölgesindeki açık alanlarıda şiddetli ve düzenli olarak rüzgâr alınmasını sağlayarak ciddi bir potansiyele dönüşmektedir (Oskay, 2014: 84; Altuntaşoğlu, 2011: 56).

Şekil 4.4: Almanya'nın 100 Metre Yükseklikteki Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli



Kaynak: Blankenhorn ve Resch (2014).

Şekil 4.4'te Almanya'nın 100 metre yükseklikten rüzgâr enerjisi potansiyeli verilmiştir. Rüzgâr enerjisi potansiyeli bölgelere dağılmış olsa da Kuzey Almanya kıyılarında yoğunluk kazanmıştır. Federal ve Eyalet Komisyonu tarafından rüzgâr enerjisi ile ilgili uygun olan ve olmayan alanlar (koruma alanları) belirlenmiştir (Koruma alanları Şekil 4.4'te beyaz renkte gösterilmektedir). Güney Almanya'da koruma alanları fazla iken Kuzey Almanya'da koruma alanları daha az bulunmaktadır. Kuzey Almanya'da koruma alanlarının daha az bulunmasının sebebi özellikle Schleswig-Holstein gibi bölgelerde nüfusun diğer bölgelere nispeten daha az olması ve rüzgâr enerjisi potansiyeli yönünden zengin bölgelerden biri olmasıdır (Blankenhorn ve Resch, 2014).

Koruma alanları daha az olan Almanya'nın Kuzey bölgesinde yer alan ve kıyı şeridi boyunca uzanan Frizonya bölgesi enerji dönüşümüyle dikkat çekmektedir. Bölgede yüzlerce rüzgâr enerjisi türbini bulunmakta ve elektrik üretmektedir. Aynı zamanda hemen hemen bütün çiftlik çatıları güneş panelleriyle kaplı haldedir. Enerji sektörünün bölgede bu denli büyümesinin sebebi, bölgede yaşayanların sektöre

katılımı ve enerji projelerine onay vermesidir. Önceden rüzgâr enerjisi üzerine farklı görüşleri nedeniyle bölge halkı bölünüyordu. Fakat arazide rüzgâr enerjisinden dolayı yaşanan ürün kaybının tazmin edilmesi, arazisi kiralanan herkese aynı ve yüksek derecede kira bedelinin ödenmesi gibi devlet teşvikleri bölge halkının büyük kısmının rüzgâr enerjisinden yana olmasını sağlamıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının büyük şirketlere değil özel şahıslara ait olduğu Kuzey Frizonya'da her on rüzgâr enerjisi türbininin dokuzu özel şahıslara aittir. Yani önemli miktarda halk sermayesinden söz edilmektedir. 800 nüfuslu köy sakinlerinin yaklaşık %75'i bu tesislere ortak olmuştur. Bölgede, yatırım getirisi %7 - %8 arasında değişen yenilenebilir enerji yatırımı için hisse sahibi olmak isteyenlere bankalar kolaylıkla kredi vermektedir. Yatırımların getirisi olarak elektrik satıldıkça krediler ödenmektedir (Günaltay, 2013).

Rüzgâr enerjisinde Türkiye ve Almanya potansiyel haritaları incelendiğinde (Şekil 4.6 ve Şekil 4.7) Türkiye'nin potansiyelinin Almanya'nın potansiyelinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Almanya'nın rüzgâr enerjisi potansiyel haritasında sınır 5 m/s - 7,2 m/s aralığında belirlenirken Türkiye'de bu sınır 3 m/s – 10 m/s aralığında belirlenmiştir. Ayrıca Türkiye'nin 50 m yükseklikten 7,0 m/s'nin üzerinde 48 GW rüzgâr enerjisi potansiyeli bulunmaktadır (Şenel ve Koç 2015: 52).

Türkiye rüzgâr enerjisi üretimi bakımından oldukça uygun bir coğrafyadadır. Potansiyel olarak Almanya'dan yaklaşık 7 kat fazla potansiyele sahipken (Karagöz ve Kavaz, 2017: 23) kurulu güç kapasitesi yönünden Almanya (50GW) ise Türkiye'den (6 GW) 8.5 kat daha fazla güce sahiptir (GWEC, 2017: 47, 69).

Almanya, alım garantisi ve fiyat yönüyle incelendiğinde rüzgâr enerjisinde ilk beş yıl için 9,9 $cent/kWh, sürecin devamında ise 5,5 $cent/kWh olarak 20 yıllığına FİT verilmektedir. Türkiye'de ise başlangıçta 7,3 $cent/kWh ve daha sonraki süreçte 3,7 $cent/kWh olmak üzere 10 yıllığına FİT'ler ile destek sağlanmaktadır. Bu sabit fiyat garantisi yoluyla destek derecesinin Almanya'da çok daha yüksek olduğunu ifade eder.

Biyokütlede Almanya dünyada önemli bir yere sahiptir. Biyokütle ve biyoyakıtta ilk beşte yer almaktadır. 2016 yılında Almanya'da biyokütlede kurulu güç 7,5 GW seviyesine iken Türkiye'nin 2016 biyokütle güç seviyesi 1GW'ın çok altında kalmaktadır.

Ancak Jeotermal ve hidroelektrik enerji türlerinde Türkiye adından küresel alanda söz ettirmektedir. Özellikle 2016 yılında jeotermal enerji de yaptığı kapasite artışı ile dünyada ikinci sıra yer almış ve 4214 GWh elektrik üretilmiştir. Almanya'da ise yenilenebilir enerji kurulu güç içerisinde en düşük pay jeotermal enerjiye ait olup 2016 yılında jeotermal enerjiden 162 GWh elektrik üretilmiştir. Jeotermal enerjiden elektrik üretiminde Türkiye ile Almanya kıyaslandığında Türkiye'nin Almanya'dan açık ara farkla önde olduğu anlaşılmaktadır.

Türkiye hidroelektrik enerji kurulu gücü (pompalı depolamalı dahil) 26 GW seviyelerinde olup dünya sıralamasında önemli bir konuma sahiptir. Hidroelektrik Türkiye'de en büyük orana sahip yenilebilir enerji çeşididir. Almanya'nın hidroelektrik enerji kurulu gücü (pompalı depolamalı ve Avusturya ile paylaşılan depolamalı HES'te dahil) 11,3 GW'tır. Hidroelektrik enerjinin toplam elektrik üretimindeki payı %6 civarındadır. Almanya ile Türkiye kıyaslandığında Türkiye'nin hidroelektrik enerji kurulu gücünün Almanya'nın kurulu gücünden 2 kattan daha fazla olduğu belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Teknolojik ilerlemelerle birlikte gerçekleşen nüfus artışıyla, toplumun gelişmişlik düzeyini artırmak ve kalkınmayı sürdürülebilir kılmak için enerji kullanımı büyük önem kazanmaktadır. Enerjide tükenmekte olan fosil kaynakların yaygın olarak kullanılması her geçen gün enerji kaynaklarının azalmasına neden olmaktadır. Azalan kaynaklara karşı, gelecek nesle kalabilen, çevre dostu, dışa bağımlılığı azaltıp yerli enerjiyi kullanma imkânı veren yenilenebilir enerji kaynakları, bu konuda önemli alternatifler olarak görülmektedir.

Gelişmişliğin en önemli unsurlarında biri olan enerjinin temiz ve devamlı olması hem kalkınma hem de enerjinin sürdürülebilirliği açısından önem arz etmektedir. Küresel enerji zirvelerinde fosil kaynaklı enerji kullanımının sera gazı gibi çevresel sorunlara yol açtığı ve enerji kullanımına bağlı olarak fosil kaynaklarının her geçen gün azaldığı, buna karşılık çözüm yolunun yenilenebilir enerji kaynaklarından geçtiği vurgulanmıştır.

Fosil kaynaklı enerji bakımından zengin olmayan ülkeler, enerjide dışa bağımlı olarak kalmaktadırlar. Ekonomik gelişme kaydetmek amacıyla enerji ithalatında bulunan ülkeler, bu bağlamda bütçelerinin önemli bir kısmını enerjiye harcamaktadır. Enerjide % 70'in üzerinde dışa bağımlılığa sahip olan Türkiye de bu durumdan ekonomik olarak olumsuz etkilenmektedir.

Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasındaki en önemli etkenlerden biri, elde edilen enerjinin "temiz ve ulaşılabilir" olmasıdır. Türkiye de temiz ve kesintisiz bir enerji kaynağı olan yenilebilir enerji potansiyeli bakımında zengin bir ülkedir ve bu Türkiye için büyük bir avantaj olarak görülebilir.

Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'nin gelişme yolunda sağlam adımlar atabilmesi için enerji önemli bir faktördür. Türkiye'nin kalkınmayı sürdürebilir hale getirebilecek mevcut yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanması menfaatine olacaktır. Fakat bu konuda adım atmakta geç kalan Türkiye, özellikle son 10 yıldır yenilenebilir enerji alanında harekete geçmiştir.

Türkiye'de doğal gaz petrol gibi fosil kaynak projelerinin ilerleyen dönemlerde hayata geçirilmesinin yanında, özellikle kaynak çeşitliliği artışında yerli kaynak olan yenilenebilir enerjiye yer verilmelidir. Bunun için yenilenebilir enerji uzun vadede sağlam ve rasyonel temeller üzerine oturtulmalıdır.

Yenilenebilir enerji konusunda sabit fiyat garantisi ile yatırımcıya teşvik veren Türkiye yatırımların artması için sabit fiyat garantisi tutarını artırma yoluna gitmelidir. Böylelikle daha güvenilir olarak görülen fosil kaynaklar karşısında yenilenebilir enerji rekabet edebilir hale gelebilecektir. Ayrıca yenilenebilir enerjide zengin potansiyele sahip ülkenin yasal düzenlemelerle yenilenebilir enerjiye destek vermesi yatırımların artmasını ve enerji ithalatının azalmasını sağlayacaktır.

Türkiye yenilebilir enerji konusunda ilerleme kaydedebilmek için bazı ekipmanlara ihtiyaç duymaktadır. Yerli ekipmanlar, yurtiçinde olmadığı için ithal edilmektedir ve bu ithal mallar, yatırımlarda maliyetleri ciddi derece artmaktadır. Bu durumun önüne geçebilmek üzere yerli üretimde devlet teşviki de gerekmektedir.

Yenilenebilir enerjinin olumlu özelliklerinden biri yeni bir istihdam olanağı yaratmasıdır. İstihdama uygun kalifiye elemanların yetiştirilmesi büyük önem arz edeceği için, bu konuda yeni düzenlemeler yapılmalı, uzman kişiler öncülüğünde eğitim olanakları oluşturulmalıdır.

Yenilenebilir enerji teknolojileri yakından takip edilmeli, AR-GE konusunda yatırımlar yapılmalıdır. Böylelikle yenilenebilir enerji teknolojisi geliştirilerek yatırımlarda artış sağlanacaktır. Ayrıca bürokratik işlemler azaltılarak yatırımcıya kolaylık sağlanmalıdır.

Türkiye yenilenebilir enerji politikalarını oluştururken küresel düzenlemelerden yola çıkmalıdır. Bu konuda özellikle öncü ülkelerin enerji politikalarına ve düzenlemelerine odaklanmalıdır. Bu anlamda Almanya iyi bir tercih olacaktır. Çünkü Almanya uyguladığı enerji sistemi ile başta Avrupa ülkeleri olmak üzere dünyadaki pek çok ülke açısından örnek teşkil etmektedir.

Almanya enerji yapısı ile aslında Türkiye'ye benzemektedir. 2011 yılı öncesi fosil kaynakta dışa bağımlılığı fazla olan Almanya, yenilenebilir enerji kullanımı ile sürdürebilir kalkınmayı bir devlet politikası olarak benimsemiştir. Nitekim elektrik üretiminde 2016 yılında %29 oranında yenilenebilir enerjiden faydalanmıştır. Bu oran günümüzde de artarak devam etmektedir. Almanya yenilenebilir enerji kullanımını 2050 yılında rüzgâr ve güneş enerjisi ağırlıklı olacak şekilde %80'e çıkarmayı hedeflemektedir.

Türkiye yenilenebilir enerji anlamında Almanya'dan daha büyük bir potansiyele sahiptir. Fakat bu potansiyelini yeterince kullanıp enerjiye dönüştürememektedir. Örneğin güneş enerjisi açısından ülkemizde coğrafi olarak en kuzeyinde bulunan şehirler bile Almanya'dan daha fazla güneş potansiyeline sahiptir. Fakat kurulu güç miktarlarına bakıldığında Almanya'nın kurulu gücünün Türkiye'nin kurulu gücünden 10 kat fazla olduğu görülmektedir. Örneğin, Türkiye, rüzgâr enerjisinde potansiyel olarak Almanya'dan yaklaşık 7 kat fazla potansiyele sahiptir. Fakat kurulu güç kapasitesinde Almanya Türkiye'den 8,5 kat daha fazla güce sahiptir. Almanya'nın 2016 yılı kurulu kapasite artışı Türkiye'nin toplam güç kapasitesine yakın bir durumdadır. Türkiye'nin de başta rüzgâr enerjisi olmak üzere yenilenebilir enerjiyi Almanya gibi ciddi bir devlet politikası haline getirerek elinde bulunan potansiyeli enerjiye dönüştürmesi sürdürülebilir kalkınma açısından büyük önem arz etmektedir.

Ülkemizde devlet tarafından güneş enerjisinde teşvik ve indirimler uygulanarak yatırım maliyetlerinde düşüş gerçekleştirilmeli, çatı üstü güneş enerjisi sistemleri (pv) geliştirilip yaygınlaştırılmalıdır. Her ev kendi elektriğini kendi üretebilir, tüketim fazlasını ise elektrik dağıtım şirketlerine dağıtım yaparak gelir elde edebilir.

Ayrıca, rüzgâr ve güneş enerjisinden yararlanılırken tarım ve orman alanları yerine tarım yapılmayan ve ormanlık olmayan alanların kullanılması daha rasyoneldir. Böylelikle tarımsal ve ormanlık alanlar da daralmamış olacaktır.

Türkiye biyokütle kaynaklarından enerji elde etme konusunda da çeşitli imkânlara sahiptir. Bu bağlamda elindeki imkânları değerlendirerek elde edilen atıkları enerjiye

dönüştürmelidir. Bu konuda önemli başarılar elde eden Almanya, örneğin çöpten elde ettiği atıklardan %1'e yakın enerji elde etmiştir.

Bununla beraber jeotermal ve hidroelektrik enerjide Türkiye dünyadaki ülkeler içerisinde önemli bir konuma sahiptir. Bu başarısını devam ettirerek bu potansiyelini enerjiye dönüştürmelidir. Bunu yaparken de sürdürülebilir kalkınma ilkesine uygun hareket etmelidir.

Türkiye, enerjide hâlâ önemli oranda dışa bağımlı bir ülkedir. Çözüm yolu olarak enerjide çeşitlenmeye gidilmesi gerekmektedir. Enerji kaynaklarını çeşitlendirirken yenilenebilir enerjiyi ilk sıraya koymalıdır. Bu maksatla gerekli teşvik ve düzenlemeleri yapmalı ve yatırımcıyı teşvik etmelidir. AR-GE çalışmalarıyla yenilenebilir enerji maliyetleri azaltılmalı ve ülke çapında yaygınlaştırılmalıdır.

Yenilenebilir enerji konusunda Türkiye'nin 2023 hedeflerine ulaşabilmesi için gereken düzenlemeler yapılmalıdır. Düzenlenmeler ve enerji politikaları inşa edilirken Almanya'nın referans alınması uygun olabilir. Çünkü Almanya yenilenebilir enerji üretimi alanında potansiyel olarak Türkiye'nin çok gerisinde olmasına rağmen, bu konuda dünyadaki en başarılı ülkelerin başında gelmektedir ve Avrupalılar dâhil pek çok ülke açısından örnek teşkil etmektedir.

KAYNAKÇA

Adaçay, F. R. (2014). Türkiye İçin Enerji ve Kalkınmada Perspektifler. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 87-103.

Adıgüzel, A. O. (2013). Biyoetanolün genel özellikleri ve üretimi için gerekli hammadde kaynakları. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(2). 204-220

Akbulut, G. (2008). Küresel Değişimler Bağlamında Dünya Enerji Kaynakları, Sorunlar ve Türkiye. *Sosyal Bilimler Dergisi/Journal of Social Sciences*, 32(1). 117-137.

Akgül, U. (2010). Sürdürülebilir Kalkınma: Uygulamalı Antropolojinin Eylem Alanı. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Antropoloji Dergisi*, 24: 133-164.

Akova, İ. (2003). Dünya Enerji Sorunu ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı. *Coğrafya Dergisi*, (11). 47-73.

Akın, G. (2016). Yozgat İlinin Jeotermal Kaynakları ve Özellikleri. Cumhuriyet Science Journal, 37: 100-112.

Aksay, C. S., Ketenoğlu, O. ve Kurt, L. (2005). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, *1*(25), 29-42.

Aksu, C. (2011). *Güney Ege Bölgesi (Aydın-Denizli-Muğla) Yenilenebilir Enerji Çalışma Raporu.* TC Güney Ege Kalkınma Ajansı (GEKA).

Aksu, C. (2011). Sürdürülebilir kalkınma ve çevre. Güney Ege Kalkınma Ajansı, 1: 2-31.

Akpınar, E. ve Başıbüyük, A. (2011). Jeoekonomik Önemi Giderek Artan Bir Enerji Kaynağı: Doğalgaz. Electronic Turkish Studies, 6(3). S.119-136.

Alcan, Y., Demir, M. ve Duman, S. (2018). Sinop İlinin Güneş Enerjisinden Elektrik Üretim Potansiyelinin Ülkemiz ve Almanya İle Karşılaştırarak İncelenmesi. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, *5*(1), 35-44.

Altay, A. (2005). Yoksulluk Sadece Devletin Sorunu mu? Kamu Harcamaları Açısından Bir Değerlendirme. *Sosyoekonomi*, 2(2). 156-177.

Altuntaşoğlu, Z. T. (2011). Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi, Mevcut Durum, Sorunlar. *Mühendis ve Makine Dergisi*, 52(617), 56-63.

Ar, F. F. (2008). Biyoyakıtlar Tehdit mi-Fırsat mı? *Mühendis ve Makina*, *49*(581), 3-9.

Arslan, F. (2016). Manisa İlinin Yenilebilir Enerji Potansiyeli Üzerine Bir Değerlendirme. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(3). 314-337.

Ata, R. ve Öcal, F. (2014). Manisa'nın Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Analizi. *CB Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, *10*, 1-10.

Ataseven, M. S. (2017). "Rüzgâr Enerjisinin Geleceği ve YEKA" 4. İzmir Rüzgâr Sempozyumu ve Sergisi, 29-30 Eylül 2017 İzmir.

Başkan, S. (2018). Artvin Baraj Rezervuarları Altında Kalan Maddi Kültürel Miras ve Bu Konudaki Uygulamaların Sürdürülebilir Koruma İlkeleri Bakımından Değerlendirilmesi. *ZfWT(Zeitschrift Für die Welt der Türken) Journal of Wold of Turks* 10(1): 199-217.

Baykal, H. ve Baykal, T. (2008). Küreselleşen Dünya'da Çevre Sorunları/Environmental Problems in A Globalized World. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(9). 1-17.

Bayraç, H. N. (2009). Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye: Petrol ve Doğal Gaz Kaynakları Açısından Bir Karşılaştırma. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10(1). 115-142.

Bayraç, H. N. (2011). Küresel rüzgâr enerjisi politikaları ve uygulamaları. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi.* 30(1). 37-57.

Bayrak, M. R. (2012). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Türkiye'de Düşük Karbon Ekonomisi ve Kyoto Protokolü'nün Finansman Kaynakları. *Journal of History Culture and Art Research,* 1(4), 266-279.

Bayrak, M. ve Esen, Ö. (2014). Türkiye'nin Enerji Açığı Sorunu ve Çözümüne Yönelik Arayışlar. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi,* 28(3). 139-158.

Bayraktar, K. G. (Nisan-Haziran 2016), "Güneş Ülkemizin Enerji Geleceğidir", *Enerji ve Maden Dergisi*, Yıl: 5, Sayı: 13, s.50-53.

Bayraktutan, Y. ve Sefer, U. (2011). Ekolojik İktisat ve Kalkınmanın Sürdürülebilirliği. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD),* 3(4). 17-36.

Bedeloğlu, A. Demir, A. ve Bozkurt, Y. (2010). Fotovoltaik teknolojisi: Türkiye ve dünyadaki durumu, genel uygulama alanları ve fotovoltaik tekstiller. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi,* 4(2), 43-58.

Berkün, M., Aras, E. ve Koç, T. (2008). Barajların ve hidroelektrik santrallerin nehir ekolojisi üzerinde oluşturduğu etkiler. *Türkiye Mühendislik Haberleri,* 452, 41-48.

Beták, J., Šúri, M., Cebecauer, T. ve Skoczek, A. (2012). Solar resource and photovoltaic electricity potential in EU-MENA region. *In Proceedings of the 27th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition* (pp. 4623-6).

Binboğa, G. (2014). Uluslararası Karbon Ticareti ve Türkiye. *Journal of Yaşar University*, 9(34), 5732-5759.

Bozlağan, R. (2005). Sürdürülebilir gelişme düşüncesinin tarihsel arka planı. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, (50). 1011- 1028.

Blazejczak, J., Braun, F. G., Edler, D. ve Schill, W. P. (2014). Economic effects of renewable energy expansion: A model-based analysis for Germany. *Renewable and sustainable energy reviews*, 40, 1070-1080.

Blankenhorn, V. ve Resch, B. (2014). Determination of Suitable Areas for the Generation of Wind Energy in Germany: Potential Areas of the Present and Future. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *3*(3), 942-967.

Cansino, J. M., Pablo-Romero, M. D. P., Román, R. ve Yñiguez, R. (2010). Tax incentives to promote green electricity: *An overview of EU-27 countries. Energy Policy, 38*(10), 6000-6008.

Cengiz, M. S. ve Mamiş, M. S. (2016). Termal Güneş Enerjisi Kullanımı ve CSP Sistemlerin Verimlilik Analizi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1). 1-13.

Connor, P., Bürger, V., Beurskens, L., Ericsson, K. ve Egger, C. (2013). Devising renewable heat policy: *Overview of support options. Energy Policy, 59*: 3-16.

Çanka Kılıç, F. (2015). Güneş Enerjisi, Türkiye'deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri. *Engineer and the Machinery Magazine*, (671). 28-40.

Çamur, D. ve Vaizoğlu, S. A. (2007). Çevreye ilişkin önemli toplantı ve belgeler. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, *6*(4), 297-306.

Çelebi, A. K. ve Uğur, A. (2015). Biyoyakıtlara Yönelik Mali Teşvikler: Türkiye Açısından Bir değerlendirme. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *33*(2). S 25-45.

Çelikkaya, A. (2017). Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerde Yenilebilir Enerjiye Sağlanan Teşvikler Üzerine Bir İnceleme. *Sayıştay Dergisi*. 104: 5-26.

Çelikkol, H. ve Özkan, N. (2011). Karbon Piyasaları ve Türkiye Perspektifi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31: 203-222.

Çevre Orman Bakanlığı, (1998). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Kyoto Protokolü.

Çıtak, E. ve Kılınç Pala, P. B. (2016). Yenilenebilir Enerjinin Enerji Güvenliğine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25(3). 79-102.

Çukurçayır, M. A. ve Sağır, H. (2008). Enerji Sorunu, Çevre ve Alternatif Enerji Kaynaklari. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (20), 257-278.

Dağdaş, A. (2004). Jeotermal enerjiden yararlanmada Türkiye'nin dünyadaki konumu ve potansiyeli. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, Mart-Nisan, 38-49.

Dağdemir, Ö. (2005). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Ekonomik Büyüme: İklim Değişikliği Politikasının Türkiye İmalat Sanayi Üzerindeki Olası Etkileri. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 60(2). 49-70.

Değirmenci, S., Bingöl, F., & Sofuoglu, S. C. (2017). Türkiye'de Rüzgâr Tarlası Arazilerinin çok Kriterli Karar Analizi Kullanarak Belirlenmesi: 4. İzmir Rüzgâr Sempozyumu 28-30 Eylül 2017, İzmir.

Demir, M. (2013). Enerji ithalatı cari açık ilişkisi, Var analizi ile Türkiye üzerine bir inceleme. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi* (AKAD), 5(9). 2-27

Deutschland, ve Statistisches Bundesamt Deutschland.(Destetis) (2017). *Statistisches Jahrbuch Deutschland und Internationales*. Statistisches Bundesamt. Ekim 2017 Juliane Gude: Roggentin Yayınları.

Dikmen, A. Ç. (2009). Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye'nin Geleceğindeki Yeri. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara*.

Dinçer, F. (2011). Türkiye'de Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi Potansiyeli-Ekonomik Analizi ve AB Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Değerlendirme. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 14(1). 8-17.

Dinçer, M. Z. ve Aslan, Ö. (2008). Sürdürülebilir Kalkınma, Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Hidrojen Enerjisi: Türkiye Değerlendirmesi. *İstanbul Ticaret Odası. İstanbul*.

Doğan, S. ve Tüzer, M. (2011). Küresel İklim Değişikliği ve Potansiyel Etkileri. *CÜ İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 12(1), 21-34.

Emrealp, S. (2005). *Yerel Gündem 21 Uygulamalarına Yönelik Kolaylaştırıcı Bilgiler El Kitabı.* IULA-EMME Yayını, Şubat.

Emeklier, B. (2010). Petrolün Uluslararası İlişkilerdeki Yeri: Jeopolitik Teoriler ve Petropolitik. *Bilge Strateji*, 2(3). 59-86.

Ergün, T. ve Çobanoğlu, N. (2012). Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre Etiği. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *3*(1). 97-123.

Erdal, L. (2012). Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırımları ve istihdam yaratma Potansiyeli. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 4*(1). 171-181

Erkul, H. (2012). Jeotermal Enerjinin Ekonomik Katkıları ve Çevresel Etkileri: Denizli-Kızıldere Jeotermal Örneği. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Yönetim Bilimleri Dergisi,* 10(19), 1-30.

Gizlenci, Ş., Acar, M. ve Şahin, M. (2012). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının (Biyodizel, Biyoetanol ve Biyokütle) Projeksiyonu. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi,* 8(3). S. 337-344

Gökdemir, M. ve Kömürcü, M.İ., Evcimen, T., 2012. Türkiye'de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış. *İMO Su Yapıları Kurulu. Türk Mühendis Haberleri(TMH)* – 471 – 2012/1: 18-26

Gönel, F. D. (2002). Globalleşen Dünyada (Nasıl Bir) Sürdürülebilir Kalkınma. *Birikim Dergisi, 158*: 72-80.

Gülen, J. ve Çeşmeli, Ç. (2012). Biyogaz Hakkında Genel Bilgi ve Yan Ürünlerinin Kullanım Alanları. *Erzincan Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi,* 5(1), 65-84.

Harris, M. J. ve Özmete, E. (2011). Sürdürülebilir kalkınmanın temel prensipleri. Özmete (çev.), *Hacettepe University Sosiological Research Journal, 3,* 45-61

Hotunoğlu, H. ve Yılmaz, O. (2015). Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye. Adnan *Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 83-85.

Hirvonen, J., Kayo, G., Cao, S., Hasan, A. ve Sirén, K. (2015). Renewable energy production support schemes for residential-scale solar photovoltaic systems in Nordic conditions. *Energy Policy, 79*: 72-86.

Hinrichs-Rahlwes, R. (2013). Renewable energy: Paving the way towards sustainable energy security: Lessons learnt from Germany. *Renewable Energy*, 49: 10-14.

Huntington, H. G. (2009). Creating jobs with “green” power sources. *EMF OP64, April*. Reprinted from USAEE Dialogue Vol. 17(1) March 2009: 12-15.

Jefferson, M. (2006). Sustainable energy development: performance and prospects. *Renewable energy*, *31*(5), 571-582.

Johansson, T. B., Kelly, H., Reddy, A. K. N. ve Williams, R. H. (1992). Renewable Fuels and Elecricity for a Growing World Economy: Defining and Achieving the Potantial, *Energy Studies Review*, 4(3), 201- 212.

Kar, M ve Kınık, E. (2008). Türkiye’de Elektrik Tüketimi Çeşitleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,* 10(2), 333-353.

Karabıçak, M., ve Özdemir, M. B. (2015). Sürdürülebilir Kalkınmanın Kavramsal Temelleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 6: 44-49.

Karakaya, E. (2016). Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1). 1-12.

Karluk, R (1999), *Türkiye Ekonomisi Tarihsel Gelişim Yapısal ve Sosyal Değişim,* 6. Baskı, Beta Yayınevi, İstanbul.

Kapluhan, E. (2014). Enerji coğrafyası açısından bir inceleme: Biyokütle enerjisinin dünyadaki ve Türkiye’deki kullanım durumu. *Marmara Coğrafya Dergisi,* (30): 97-125.

Karagöl, E. T. ve Kavaz, İ. (2017).“Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji, *Sosyal Ekonomik ve Toplum Araştırmaları(SETA*) *Analiz Dergisi* (197): 5-32.

Karaosmanoğlu, F. (2006). Biyoyakıt teknolojisi ve İTÜ araştırmaları. *İstanbul, İTÜ Matbaası*, 110-125.

Kaygusuz, K. ve Kaygusuz, A. (2002). Renewable Energy and Sustainable Development in Turkey. *Renewable Energy*, *25*(3), 431-453.

Kaypak, Ş. (2011). Küreselleşme sürecinde sürdürülebilir bir kalkınma için sürdürülebilir bir çevre. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştirmalar Dergisi* 13(20): 19-33.

Keleş, R. ve Hamamcı, C. (2002). *Çevrebilim,* İmge Kitabevi, Ankara

Kervankıran, İ. (2012). Afyonkarahisar İlinde Jeotermal Enerji Kullanımı ve Sorunları. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (25): 108-126.

Kılıç, F. Ç. ve Kılıç, M. K. (2013). Jeotermal Enerji ve Türkiye. *Engineer and the Machinery Magazine*, (639): 45-56.

Kılıç, R. ve Aslan, V. (2017). Yenilenebilen ve Yenilenemeyen Enerjinin İktisadi Büyüme Üzerindeki Etkisi: 28 OECD Ülkesi Üzerine Ampirik Bir Çalışma1. *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* 12(1), 1-12.

Kılıç, R. ve Urgun, N. (2016). Türkiye'de Yenilebilir Enerji Kaynaklarına Yönelmenin Ülke Ekonomisine Etkileri ve Türkiye'nin Enerjideki Dışa Bağımlılığın Azaltılmasına Yönelik Katkıları. *Dumlupinar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (47): 148-166.

Kılıç, S. (2012). Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışının Ekonomik Boyutuna Ekolojik Bir Yaklaşım. *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, (47). 201-226.

Kılıç, S. ve Yücel, F. (2013). Sürdürülebilir Bölgesel Kalkınma Üzerine Ekolojik Bir Yaklaşım. *Cag University Journal of Social Sciences*, *10*(1). 37-56.

Klessmann, C., Held, A., Rathmann, M., & Ragwitz, M. (2011). Status and perspectives of renewable energy policy and deployment in the European Union What is needed to reach the 2020 targets?. *Energy policy*, *39*(12), 7637-7657.

Koç, E. ve Kaya, K. (2015). Enerji Kaynakları-Yenilenebilir Enerji Durumu. *Engineer and the Machinery Magazine*, 56(668), 36-47.

Koç, E. ve Şenel, M. C. (2013). Dünyada ve Türkiye'de enerji durumu-genel değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 54(639): 32-44.

Koçaslan, G. (2010). Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi Çerçevesinde Türkiye'nin Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Yeri ve Önemi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, (1), 53-61.

Koçaslan, G. (2014). Türkiye'nin Enerji Verimliliği Mevzuatı, Avrupa Birliği'ndeki Düzenlemeler ve Uluslararası-Ulusal Öneriler. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 15(2), 117-133.

Kum, H. (2009). Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Dünya Piyasalarındaki Son Gelişmeler ve Politikalar. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (33), 207-223.

Kurt, G. ve Koçer, N. N. (2010). Malatya ilinin biyokütle potansiyeli ve enerji üretimi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *26*(3). 240-247.

Kuşat, N. (2013). Yeşil Sürdürülebilirlik İçin Yeşil Ekonomi: Avantaj ve Dezavantajları–Türkiye İncelemesi. *Journal of Yaşar University*, 8(29), 4896-4916.

Külekçi, Ö. C. (2009). Yenilenebilir enerji kaynakları arasında jeotermal enerjinin yeri ve Türkiye açısından önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2): 83-91.

İraz, R. Altınışık, İ. ve Peker, H. S. (2010). Güneş Enerjisi Yatırımlarına Yönelik Teşvikler ve Türkiye'deki Durum. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler MYO Dergisi*, 13(1-2), 69-78.

McKenzie, S. (2004). Social sustainability: towards some definitions. *University of South Australia Hawke Research Institute Working Paper* (27): 1-29.

Mucuk, M. ve Uysal, D. (2009). Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme. *Maliye Dergisi*, 157: 105-115.

Nagy, K. ve Körmendi, K. (2012). Use of renewable energy sources in light of the "New Energy Strategy for Europe 2011–2020". *Applied energy*, 96: 393-399.

Narin, M. (2013) Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizması: Emisyon Ticareti Flexible Mechanisms of the Kyoto Protocol: Emissions Trading *Internatıonal Conference On Eurasıan Economıes 2013* Sessıon 4D: Çevre, 941-952.

Nielsen, L. ve Jeppesen, T. (2003). Tradable Green Certificates in selected European countries—overview and assessment. *Energy policy*, *31*(1), 3-14.

Okumuş, İ. (2013) Yeşil Ekonomi Göstergeleri Açısından Türkiye'nin Sürdürülebilir Kalkınma Performansı Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep.

Oskay, C. (2014). Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Rüzgâr Enerjisinin Önemi ve Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Yatırımlarına Yönelik Teşvikler. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(1): 76-94

Özdamar, A. (2000). Dünya ve Türkiye'de Rüzgâr Enerjisinden Yararlanılması Üzerine Bir Araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(2), 133-145.

Özgen, N. ve Karadoğan, S. (2013). Mekânsal Etkileri Bakımından Hidroelektrik Santrallerin (HES) Swot Analizine Göre İncelenmesi: Alkumru ve Kirazlı Barajları Örneği (Siirt). Coğrafya Dergisi, (26), 21-45.

Özşahin, E. ve Kaymaz, Ç. K. (2013). Rüzgâr Enerji Santrallerinin (Res) Kuruluş Yeri Seçiminin CBS İle Analizi: Hatay Örneği. *TÜBAV Bilim Dergisi*, *6*(2), 1-18.

Öztürk, İ. ve Çelik, A. (2006). Dünya'da ve Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Kullanım Durumu ve Geleceğe Yönelik Beklentiler. *Journal of the Faculty of Agriculture*, 37(2): 267-274.

Poser, H., Altman, J., Ab Egg, F., Granata, A. ve Board, R. (2014). Development and integration of renewable energy: lessons learned from Germany. *Finadvice, FAA Financial Advisory, Soodstrasse*, (*55*): 1-79.

Rhodes, C. J. (2016). The 2015 Paris climate change conference: COP21. *Science progress*, 99(1): 97-104.

Schleicher-Tappeser, R. (2012). How renewables will change electricity markets in the next five years. *Energy policy*, (*48)*: 64-75.

Selam, A. A., Özel, S. ve Arıoğlu Akan, Ö. (2014). Yenilenebilir Enerji Kullanımı Açısından Türkiye'nin OECD Ülkeleri Arasındaki Yeri. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi EYİ 2013 Özel Sayısı:* 317-334.

Serim, N. ve Oran, F. C. (2017). The Renewable Energy Policy Convergence in the EU: A Comparison on Germany and Turkey's Incentives for the Wind and Solar Energy Resources. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *7*(3), 308-320.

Sevim, C. (2009). Geçmişten Günümüze Enerji Güvenliği Ve Paradigma Değişimleri. *Stratejik Araştırmalar Dergisi*, (13): 93-105.

Seydioğulları, H. S. (2013). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji. *Planlama*, 23(1), 19-25.

Strunz, S., Gawel, E. ve Lehmann, P. (2016). The political economy of renewable energy policies in Germany and the EU. *Utilities Policy*, (*42)*: 33-41.

Şahin, İ. ve Kutlu, S. Z. (2014). Cittaslow: Sürdürülebilir Kalkınma Ekseninde Bir Değerlendirme. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies* 2(1): 55-63.

Şanlı, B. ve Özekicioğlu, H. (2007). Küresel Isınmayı Önlemeye Yönelik Çabalar ve Türkiye. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi,* 2007(2), 456-482.

Şenel, M. C. ve Koç, E. (2015). Dünyada ve Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Durumu-Genel Değerlendirme. *Engineer and the Machinery Magazine,* 56(663): 46-56.

Şengül, Ü., Tan. S., Atak, Ş. ve Şengül, A. B. (2014). Türkiye Gökçeada'da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD), 6*(11): 41-55.

Tamzok, N. (2011). *Kömürün Geleceği*. İstanbul Kültür Üniversitesi'nde düzenlenen TMMOB 8. Enerji Sempozyumu. 17-19 Kasım, İstanbul.

Tıraş, H. H. (2012). Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre: Teorik Bir İnceleme. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2*(2), 57-73.

Timor, A. N. (2000). Hazar Denizi Bölgesi Petrol ve Doğalgaz kaynakları. *Coğrafya Dergisi,* (8): 213-236.

Topal, M. ve Arslan, E. I. (2008). Biyokütle enerjisi ve Türkiye. *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu,* 17-19.

Tunç, Tülin. (2007). Küresel İklim Değişikliği ve Kyoto Protokolü Karşısında Türkiye'nin Durumu ve Şirket Politikaları. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi* 3(2): 2-15.

Tutar, F. ve Eren, M. V. (2011). Geleceğin enerjisi: Hidrojen ekonomisi ve Türkiye. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi,* (6): 1-26.

Tümertekin, Erol ve Nazmiye Özgüç (1997) Ekonomik Coğrafya Küreselleşme ve Kalkınma İstanbul: Çantay Kitabevi

Türkeş, M. (2002). İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Kalkınma Ulusal Değerlendirme Raporu. Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV). Ankara.

Türkeş, M. (2014). İklim Değişikliğiyle Savaşım, Kyoto Protokolü ve Türkiye. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü. Mülkiye* 32(259): 101-131.

Uğurlu, A. ve Gokcol, C. (2017). An overview of Turkey's renewable energy trend. *Journal of Energy Systems*, *1*(4), 148-158.

Uslu, K., Sozen, I. ve Celik, A. A. (2007). Enerji Kaynaklarından Petrol ve Doğalgazdaki Tekel Oluşumları. *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1): 82-107.

Ürker, O. ve Çobanoğlu, N. (2017). Türkiye'de Hidroelektrik Santraller'in Durumu (HES'ler) ve Çevre Politikaları Bağlamında Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *3*(2): 65-88.

Üstün, G. E. ve Genç, B. (2015). Dünya'da ve Türkiye'de Biyoyakıtların Durumu. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(2): S.157-164.

Vallentin, D. ve Viebahn, P. (2010). Economic opportunities resulting from a global deployment of concentrated solar power (CSP) technologies—the example of German technology providers. *Energy Policy*, *38*(8): 4467-4478.

Varınca, K. B. Gönüllü, M. T. (2006). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Çevresel Olumlu Etkileri. VI. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu (UTES 2006), Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Yalçın ve Tiğrek (2014) Ilısu Barajı ve HES, Alternatif Çözüm Olanaklarının Araştırılması. Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Ankara İMO, İzmir Şubesi 20 Mart 2014, İzmir

Yaman, M. ve Haşıl, F. (2018). Türkiye'deki Hidroelektrik Santrali (HES) Uygulamalarına Çevre Açısından Bakış. Uluslararası *Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 3(5), 145-156.

Yeldan, Erinç (2002), "Neoliberal Küreselleşme İdeolojisinin Kalkınma Söylemi Üzerine Değerlendirmeler", *Praksis*, (7): 19-34.

Yeni, O. (2015). Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma: Bir Yazın Taraması. *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* 16(3): 181-208.

Yılmaz, M. (2012). Türkiye'nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi. *Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi,* 4(2), 33-54.

Yurdadoğ, V. ve Tosunoğlu, Ş.(2017). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Destek Politilkaları. *Eurasian Academy of Sciences Eurasian Business & Economics Journal* (9): 1 - 21.

Wei, M., Patadia, S. ve Kammen, D. M. (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US?. *Energy policy*, *38*(2), 919-931.

Wirth, H., ve Schneider, K. (2017). Recent facts about photovoltaics in Germany. *Report from Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, Germany*.

İNTERNET KAYNAKLARI

Enerji Enstitüsü (2017) Geçen yıl yenilenebilir enerjiye 241.6 milyar dolarlık yatırım yapıldı.http://enerjienstitusu.com/2017/08/31/gecen-yil-yenilenebilir-enerjiye-241-6-milyar-dolarlik-yatirim-yapildi/ Erişim Tarihi: 20 Aralık 2017

Enerji Atlası (a) http://www.enerjiatlasi.com/elektrik-uretimi/gunes

Enerji Atlası (b) http://www.enerjiatlasi.com/gunes/

Enerji Atlası (c) http://www.enerjiatlasi.com/elektrik-uretimi/ruzgar

Enerji Atlası (d) http://www.enerjiatlasi.com/elektrik-uretimi/hidroelektrik

Enerji Atlası (e) http://www.enerjiatlasi.com/elektrik-uretimi/jeotermal

Fuchs, R. (2016), German Cabinet Puts Brakes on Clean Energy Transition. *Deutsche Welle* http://www.dw.com/en/german-cabinetputs-brakes-on-clean-energy-transition/a-19318942. Erişim tarihi 21.04.2018

Günaltay, A. (2013), Rüzgâr Kuzey Almanya'yı Zengin Etti. Deutsche Welle. http://www.dw.com/tr/r%C3%BCzg%C3%A2r-kuzey-almanyay%C4%B1-zengin-etti/a-17138256. Erişim Tarihi: 23.04.2018

Maden Tetkik Arama (MTA) Genel Müdürlüğü. (2017) Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Arama Çalışmaları, Kasım 2017. www.mta.gov.tr.
Erişim Tarihi 14 02 2018

National Renewable Energy Loboratory(NREL) (2013) Concentrang Solar Power projects Jülich Solar Tower
https://www.nrel.gov/csp/solarpaces/project_detail.cfm/projectID=246 Erişim Tarihi: 11.04.2018.

BÜLTEN VE RAPORLAR

BDEW Federal Derneği Enerji ve su yönetimi (2017) Foliensatz zur BDEW Energie-Info Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen,Fakten, Grafiken. https://www.bdew.de/media/documents/20170710_Foliensatz-Erneuerbare-Energien-EEG_2017.pdf Erişim Tarihi: 08.03. 2018

BDEW Federal Derneği Enerji ve su yönetimi (2017a) BDEW-Schnellstatistikerhebung, Stat. Bundesamt, EEX, VGB, ZSW; Stand: 12/2017 https://www.bdew.de/media/documents/20171220_PI_Anlage_Zahlen-Fakten.pdf Erişim Tarihi: 08.03. 2018

Bloomberg new energy finance. (2017) *Global Trends in Clean Energy Investment* (2017). Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF. 2017. http://fs-unep-centre.org

BMWi, Z., ve Nationale, F. E. (2017). Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Berlin, Deutschland.

British Petroleum BP statistical review of world energy. Haziran 2017. https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf. Erişim Tarihi 10.09.2017.

British Petroleum (BP) Statistical review of world energy. (2017a) June https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/excel/energy economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-underpinning-data.xlsx

British Petroleum (BP) Statistical review of world energy. (2017b) June https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/renewable-energy/solar-energy.html

British Petroleum (BP) Statistical review of world energy. (2017c) June https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/renewable-energy/geothermal-power.html

British Petroleum (BP) Statistical review of world energy. (2017d) June https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/renewable-energy/biofuels-production.html

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİGM), (2016). *DSİ Genel Müdürlüğü 2016 Yılı Faaliyet Raporu.* Ankara: Çevre Orman Bakanlığı.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSGİM), (2011). Çevre ve Temiz Enerji: Hidroelektrik. Mart 2011. Ankara: Çevre Orman Bakanlığı.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİGM), (2010). Rüzgâr Enerjisi Tahmin Sistemi (RETS) Araştırma ve Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı, Araştırma Şube Müdürlüğü, 5 Mart 2010. Ankara: Çevre Orman Bakanlığı.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), (2016). Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Tabii Kaynaklar Görünümü. Ankara: Strateji Geliştirme Başkanlığı. Sayı: 14.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), (2017). Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Tabii Kaynaklar Görünümü. Ankara: Strateji Geliştirme Başkanlığı. Sayı: 15.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), (2014). Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı. Aralık 2014, Ankara: ETKB.

EurObservatoire des énergies renouvelables (EurObserv'er),(2017). Photovoltaic barometer Nisan 2017. 1-16.
https://www.eurobserv-er.org/category/barometer-2017/ Erişim Tarihi 18.04.2018

Europe, W. (2017). Wind in Power: 2016 European Statistics. *Wind Europe: Brussels, Belgium*. 6-23
https://windeurope.org Erişim Tarihi 19.04.2018

Global Wind Energy Council (GWEC), (2017). Global Wind 2016 Report. 8th National Renewable Energy Forum Ulaanbaatar, Mongolia 5 May 2017.

KPMG (2016) Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Vergi ve Teşvikler. www.kpmg.com.tr Erişim Tarihi: 19.03.2018

IEA International Energy Agency (IEA), (2017) Photovaltaic Power Systems Programme (PVPS) Annual Report 2016.

International Energy Agency (IEA), (2016). "Energy Policies of IEA Countries– Turkey 2016 Review"
www.iea.orghttps://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyPoliciesofIEACountriesTurkey.pdf Erişim Tarihi: 26. 12. 2017.

International Energy Agency (IEA), (2017). Natural Gas information: Overview S.3-9

International Renewable Energy Agency (IRENA), (2017). Annual Review 2017 Renewable Energy and Jobs.
https://www.irena.org.tr Erişim Tarihi: 02.03.2018

International Renewable Energy Agency (IRENA), (2018). Renewable Power Generation Costs in 2017, Abu Dhabi. https://www.irena.org.tr Erişim tarihi 02.05. 2018

MMO, (2012). Türkiye'nin Enerji Görünümü, Yayın No: MMO/588, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Ankara.

MMO, (2016). Türkiye'nin Enerji Görünümü, Yayın No: MMO/659, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Ankara.

MMO, (2017). Türkiye'nin Enerji Görünümü, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Ankara. https://www.mmo.org.tr Erişim Tarihi 12.05.2018

TEDAİŞ (2017). "Turkiye Elektrik Sistemi Kuruluş ve Yakıt Cinslerine Gore Kurulu Güç. https://www.teias.gov.tr Erişim tarihi 08.01.2018

Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği (Turkish Wind Energy Association) (TÜREB) (2017), Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu (Turkish Wind Energy Statistics Report), Ocak 2017.

Türkiye, Rüzgâr ve Güneş Enerjisi İhtiyacının Korunması (2014), Türkiye Cumhuriyeti: Resmi Gazete Sayısı: 29033. 17 Haziran 2014.

Türkiye, Rüzgârla İlgili Başvuruların Teknik Olarak Değerlendirilmesi Hakkında Yönetmelik Enerji Üretimi 2015, Türkiye Cumhuriyeti: Resmi Gazete sayısı: 29508. 20 Ekim 2015.

Türkiye, Kültür ve Tabiat Varlıklarının Korunması Hakkında Kanun.(1983), Türkiye Cumhuriyeti: Resmi Gazete Sayısı: 18113. 23 Temmuz 1983.

Türkiye, Orman Kanunu.(1956), Türkiye Cumhuriyeti: Resmi Gazete Sayısı: 9402. 8 Eylül 1956.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2017). Haber Bülteni Sayı: 24588 http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24588 Erişim Tarihi 02.9.2017

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2016a). Haber bülteni Sayı: 21587 http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21587 Erişim Tarihi 21.08.2017

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2016). Haber bülteni Sayı: 21807 http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21807 Erişim Tarihi: 11.10.2017

REN21, R. (2017). *Global Status Report, REN21 Secretariat, Paris, France*. ISBN 978–3–9818107–6–9.

Umweltbundesamt (UBA), (2018). Erneuerbare Energien in Deutschland Daten zur Entwicklung im Jahr 2017. Germany/Berlin

UNFCCC, (2014). United Nations Framework Convention on Climate Change, http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/items/1673.php Erişim Tarihi: 31.07. 2017

UNFCCC, (2015) United Nations Framework Convention on Climate Change, https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM), (2012). Güneş enerjisi potansiyeli atlası(GEPA) http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx Erişim Tarihi: 21.12. 2017

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM), (2012). Rüzgâr enerjisi potansiyeli atlası(REPA) http://www.yegm.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html Erişim Tarihi: 02. 01 2018

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM), (2012a). Güneş Enerji ve Teknolojileri. http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx Erişim Tarihi: 21. 12. 2017

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM), (2012b). Rüzgâr Enerjisi http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar_enerjisi.aspx Erişim Tarihi: 03. 02. 2018

World Summit on Sustainable Development (WSSD), (2002). *World Summit onSustainable Development implementation report*. Johannesburg: WSSD. https://sustainabledevelopment.un.org/milesstones/wssd. Erişim Tarihi: 15. 08. 2017

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	Esra Kevser KARAARSLAN
Doğum Yeri	Çankırı/Merkez
Doğum Tarihi	21/04/1990

LİSANS EĞİTİM BİLGİLERİ

Üniversite	Anadolu Üniversitesi
Fakülte	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Bölüm	İşletme

YABANCI DİL BİLGİSİ

İngilizce	**KPDS (…..) ÜDS (….) TOEFL (….) EILTS (….)**
…	

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurum	
Görevi/Pozisyonu	
Tecrübe Süresi	

KATILDIĞI

Kurslar	
Projeler	

İLETİŞİM

Adres	
E-mail	esra-kevser-4107@hotmail.com