



**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**



Selma DENİZ

**TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ VE
POLİTİKALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**İktisat Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

Antalya, 2018



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Selma DENİZ

**TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ VE
POLİTİKALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Danışman

Doç. Dr. Gülden BÖLÜK

İktisat Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2018

T.C.
Akdeniz Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Selma DENİZ'in bu çalışması, jürimiz tarafından İktisat Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Öznur ÖZDAMAR GIOVANIS (İmza)

Üye (Danışmanı) : Doç. Dr. Gülden BÖLÜK (İmza)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ŞANLI (İmza)

Tez Başlığı: Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Politikalarının Sürdürülebilir Kalkınma Açısından Değerlendirilmesi

Onay: Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tez Savunma Tarihi : 25/06/2018

Mezuniyet Tarihi : 19/07/2018

(İmza)

Prof. Dr. İhsan BULUT
Müdür

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Politikalarının Sürdürülebilir Kalkınma Açısından Değerlendirilmesi" adlı bu çalışmanın, akademik kural ve etik değerlere uygun bir biçimde tarafımca yazıldığını, yararlandığım bütün eserlerin kaynakçada gösterildiğini ve çalışma içerisinde bu eserlere atıf yapıldığını belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

(İmza)

Selma DENİZ



T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU
BEYAN BELGESİ



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
Adı-Soyadı	Selma DENİZ
Öğrenci Numarası	20118504208
Enstitü Ana Bilim Dalı	İktisat
Programı	Tezli Yüksek Lisans Programı
Programın Türü	<input checked="" type="checkbox"/> Tezli Yüksek Lisans () Doktora () Tezsiz Yüksek Lisans
Danışmanın Unvanı, Adı-Soyadı	Doç. Dr. Gülden BÖLÜK
Tez Başlığı	Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Politikalarının Sürdürülebilir Kalkınma Açısından Değerlendirilmesi
TurnItIn Ödev Numarası	981373457

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmasının a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana Bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 128 sayfalık kısmına ilişkin olarak, 09/07/2018 tarihinde tarafımdan TurnItIn adlı intihal tespit programından Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nda belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan ve ekte sunulan rapora göre, tezin/dönem projesinin benzerlik oranı;

alıntılar hariç %15

alıntılar dahil %20'dir

Danışman tarafından uygun olan seçenek işaretlenmelidir:

Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşmıyor ise;

Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporu'nun doğruluğunu onaylarım.

Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşıyor, ancak tez/dönem projesi danışmanı intihal yapılmadığı kanısında ise;

Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporu'nun doğruluğunu onaylar ve Uygulama Esasları'nda öngörülen yüzdelerle sınırlarının aşılmasına karşın, aşağıda belirtilen gerekçe ile intihal yapılmadığı kanısında olduğumu beyan ederim.

Gerekçe:

Benzerlik taraması yukarıda verilen ölçütlerin ışığı altında tarafımda yapılmıştır. İlgili tezin orijinallik raporunun uygun olduğunu beyan ederim.

09/07/2018

(imza)
Doç. Dr. Gülden BÖLÜK

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
ÖNSÖZ	xv
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KAYNAKLARI VE DÜNYA ENERJİ PİYASALARINDAKİ GELİŞMELER

1.1. Enerji Kavramı ve Önemi.....	3
1.2. Enerji Kaynaklarının Türleri.....	5
1.2.1. Fosil (Yenilenemeyen) Enerji Kaynakları.....	6
1.2.1.1. Petrol.....	7
1.2.1.2. Kömür.....	8
1.2.1.2.1. Linyit.....	9
1.2.1.2.2. Antrasit.....	9
1.2.1.2.3. Taşkömürü.....	10
1.2.1.2.4. Turba.....	10
1.2.1.2.5. Kok.....	10
1.2.1.3. Doğal Gaz.....	10
1.2.1.3.1. Kaya Gazı.....	11
1.2.1.4. Nükleer Enerji.....	11
1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	14
1.2.2.1. Güneş Enerjisi.....	15
1.2.2.2. Rüzgar Enerjisi.....	16
1.2.2.3. Jeotermal Enerji.....	17

1.2.2.4. Biyokütle Enerjisi.....	18
1.2.2.4.1. Biyodizel.....	18
1.2.2.4.2. Biyoetanol.....	19
1.2.2.4.3. Biyogaz.....	20
1.2.2.5. Hidrolik Enerji.....	20
1.2.2.6. Hidrojen Enerjisi.....	21
1.2.2.7. Dalga Enerjisi.....	22
1.3. Dünya Enerji Piyasası.....	23
1.3.1. Dünya Fosil Enerji Piyasası.....	26
1.3.1.1. Dünya Petrol Piyasası.....	28
1.3.1.2. Dünya Kömür Piyasası.....	30
1.3.1.3. Dünya Doğal Gaz Piyasası.....	31
1.3.1.4. Dünya Nükleer Enerji Piyasası.....	33
1.3.2. Dünya Yenilenebilir Enerji Piyasası.....	35
1.3.2.1. Dünya Güneş Enerji Piyasası.....	38
1.3.2.2. Dünya Rüzgar Enerji Piyasası.....	41
1.3.2.3. Dünya Jeotermal Enerji Piyasası.....	42
1.3.2.4. Dünya Biyokütle Enerji Piyasası.....	44
1.3.2.5. Dünya Hidrolik Enerji Piyasası.....	45
1.3.2.6. Dünya Hidrojen Enerji Piyasası.....	46
1.3.2.7. Dünya Dalga Enerji Piyasası.....	47

İKİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE’DE ENERJİ KAYNAKLARI

2.1. Türkiye’de Birincil Enerji Kaynakları.....	49
2.1.1. Türkiye’de Petrol.....	51
2.1.2. Türkiye’de Doğal Gaz.....	55
2.1.2.1. Kaya Gazı.....	58
2.1.3. Türkiye’de Kömür.....	58
2.1.4. Türkiye’de Nükleer Enerji.....	62
2.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	65

2.2.1. Türkiye’de Güneş Enerjisi.....	67
2.2.2 Türkiye’de Rüzgar Enerjisi.....	69
2.2.3. Türkiye’de Jeotermal Enerji.....	72
2.2.4. Türkiye’de Hidrojen Enerjisi.....	74
2.2.5. Türkiye’de Biyokütle Enerjisi.....	76
2.2.5.1. Biyodizel.....	77
2.2.5.2. Biyoetanol.....	78
2.2.5.3. Biyogaz.....	79
2.2.6. Türkiye’de Hidrolik Enerji.....	79
2.2.7. Türkiye’de Dalga Enerjisi.....	81

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI VE EKONOMİK ETKİLERİ

3.1. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Potansiyeli.....	83
3.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Politikaları.....	89
3.2.1. 1980 Öncesi Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Politikaları.....	89
3.1.2. 1980-2000 Dönemi Yenilebilir Enerji Politikaları.....	91
3.1.3. Enerji Sektöründe Yeniden Yapılanma Dönemi: 2011-2018.....	93
3.1.4. BiyoYakıt Politikaları.....	97
3.3. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Sürdürülebilir Ekonomik Büyüme.....	99
SONUÇ	105
KAYNAKÇA	109
ÖZGEÇMİŞ.....	127

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Yakıt Türlerine Göre Toplam Enerji Arzı, 1973.....	25
Şekil 1.2 Yakıt Türlerine Göre Toplam Enerji Arzı, 2015.....	25
Şekil 1.3 Yakıt Türlerine Göre Dünya Toplam Enerji Tüketiminin Payları, 1973.....	26
Şekil 1.4 Yakıt Türlerine Göre Dünya Toplam Enerji Tüketiminin Payları, 2015.....	26
Şekil 1.5 Yenilenebilir Enerji Tüketiminde İlk 10 Ülkenin Milli Gelir Sıralaması, 2015, Milyon Dolar.....	37
Şekil 1.6 Rüzgar Gücü Küresel Kapasitesi (GW), 2006-2016.....	42
Şekil 1.7 Jeotermal Güç Kapasitesi Artışı, 2016.....	43
Şekil 1.8 En Yüksek Jeotermal Enerji Üretim Kapasitesine Sahip Ülkeler (GW), 2016.....	44
Şekil 1.9 Küresel Hidroelektrik Kapasitesi, 2016.....	46
Şekil 2.1 2015 Yılı Türkiye Birincil Enerji Talebi.....	49
Şekil 2.2 2015 Türkiye Birincil Enerji Arzı	50
Şekil 2.3 2015 Yılı Türkiye Enerji Tüketiminin Sektörel Dağılımı.....	50
Şekil 2.4 Türkiye'nin İthal Ettiği Petrolün Ülkelere Göre Dağılımı, 2016	54
Şekil 2.5 2007-2016 Yılları Doğal Gaz İthalat Miktarları (Milyon Sm ³)	55
Şekil 2.6 2007-2016 Yılları Doğal Gaz İhracat Miktarları (Milyon Sm ³).....	56
Şekil 2.7 Türkiye'nin İthal Ettiği Doğal Gazın Kaynak Ülkelere Göre Dağılımı, 2016.....	56
Şekil 2.8 Kömür İthalatında Ülke Payları, 2016.....	62
Şekil 2.9 Nükleer Santrallerin Türkiye İçin Önemi	63
Şekil 2.10 Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç Gelişimi.....	67
Şekil 2.11 Türkiye'nin Güneş Enerjisi Gelişimi (MW), 2012-2017.....	69

Şekil 2.12 Türkiye’de İşletmede Olan RES’lerin Bölgelere Göre Dağılımı, (MW).....	71
Şekil 2.13 Türkiye’de Rüzgar Enerjisinin Gelişimi 2008-2016, Üretim, (GWh).....	71
Şekil 2.14 Türkiye’de Jeotermal Üretim Kapasitesi (MWe).....	73
Şekil 2.15 2012-2017 Yılları Arasında Hidroelektrik Enerji Gelişimi (MW)	81
Şekil 3.1 Çevre, Ekonomi ve Toplum İlişkisi.....	100

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1 Dünyada Nüfus, GSYİH ve Enerji Kullanımı.....	5
Tablo 1.2 Kömür Türleri ve Bazı Temel Özellikleri.....	9
Tablo 1.3 Yenilenebilir Enerji Türleri ve Yakıtlar.....	15
Tablo 1.4 Küresel Düzeyde Fosil Enerji Tüketim Değerleri, (Milyon TEP).....	27
Tablo 1.5 Petrol Üreticileri, Petrol Net İhracatçıları, Petrol Net İthalatçıları (Mt).....	29
Tablo 1.6 Kömür Üreticileri, Net İhracatçılar ve Net İthalatçılar, 2016.....	31
Tablo 1.7 Doğal Gaz Üreticileri, Net İhracatçılar ve Net İthalatçılar , 2016.....	33
Tablo 1.8 Nükleer Elektrik Üreticileri, Kurulu Net Kapasite, Ülkeler ve Toplam Yerli Nükleer Elektrik Üreticileri, 2015.....	35
Tablo 1.9 Yenilenebilir Enerji Tüketim Miktarı, İlk 10 Ülke, 2015 (Mtoe).....	37
Tablo 1.10 Yenilenebilir Enerji Göstergeleri, 2016	38
Tablo 1.11 Solar PV Küresel Kapasite ve İlaveler, İlk 10 Ülke, 2016	40
Tablo 2.1 Türkiye’de Petrol Piyasası İthalat ve İhracat Miktarları, (Ton).....	52
Tablo 2.2 Türkiye’de Faaliyet Gösteren Petrol Boru Hatları.....	53
Tablo 2.3 Petrol Üretimi ve Tüketimi, 2002-2016	54
Tablo 2.4 Doğal Gaz Üretim ve Tüketimi, 2002-2016.....	57
Tablo 2.5 Kamuya Ait Kömür Rezervi ve Üretim Bilgileri, 2016..	60
Tablo 2.6 İşletme Ruhsatlı Sahalardan Ruhsat Sahiplerince MİGEM’e Beyan Edilen Enerji Hammaddeleri Üretim Değerleri, 2003-2015.....	61
Tablo 2.7 Türkiye’de Radyoaktif Hammadde Potansiyeli	64
Tablo 2.8 Bölgelere ve Ülkelere Göre Yenilenebilir Enerji Tüketim Miktarı, (Mtoe).....	66

Tablo 2.9 Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı.....	68
Tablo 2.10 Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli.....	70
Tablo 2.11 Elektrik Üretimine Uygun Potansiyel: 1.500 (MWe).....	73
Tablo 2.12 Türkiye'de Yürütülen Hidrojen Tabanlı Projeler.....	75
Tablo 2.13 Türkiye Genelinde Biyokütle Enerjisinin Durumu.....	77
Tablo 2.14 Türkiye'de Biyoetanol Üretimi Yapan Firmalar (2011).....	78
Tablo 2.15 Türkiye'de Biyoetanol Projeksiyonu (2011).....	79
Tablo 2.16 Türkiye Ortalama Dalga Enerjisi Yoğunluğu	81
Tablo 3.1 Türkiye'de Nüfus, Ekonomi ve Enerji, 1973-2015	84
Tablo 3.2 Birincil Enerji Kaynakları Arz Miktarı (Bin TEP) 2004-2014	85
Tablo 3.3 2011-2015 Yılı Türkiye Ham Petrol Üretimi, İthalatı ve Döviz Ödemeleri.....	86
Tablo 3.4 Yıllar İtibariyle Türkiye Doğal Gaz Hareketleri (2011-2015), (milyon m ³).....	86
Tablo 3.5 Türkiye Genel Enerji Dengesi (1990-2015).....	87
Tablo 3.6 Türkiye'nin Ödemeler Bilançosunda Enerjinin Payı, 2008-2017.....	87
Tablo 3.7 Türkiye'de Sera Gazı Emisyonlarının Gelişimi, 1990-2015, (Mt).....	88
Tablo 3.8 Türk Enerji Politikalarından Sorumlu Ana Devlet Kurum ve Kuruluşları.....	90
Tablo 3.9 Enerji Politikalarından Çeşitli Açılardan Sorumlu Kuruluşlar.....	91
Tablo 3.10 Türkiye'de Birincil Enerji Üretimi ve Tüketimi (Milyon TEP)	92
Tablo 3.11 4628, 5346, 6094, 6446 4760 Sayılı Yasalar ve Tarım Bakanlığı Tebliği ile Yenilenebilir Enerjiye Verilen Teşvikler.....	96
Tablo 3.12 Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Kullanım Durumu.....	100
Tablo 3.13 Yenilenebilir Enerji Kaynak Bazlı Enerji Üretimi Hedefleri, (MW).....	101
Tablo 3.14 Yenilenebilir Enerji Güç Tesisinin İstihdam Yaratma Katsayıları.....	102

Tablo 3.15 Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Hedefi ve İstihdam, 2023.....	102
Tablo 3.16 Zorunlu Karışım Hedefleri ve Biyoyakıt Üretim Gereksinimi.....	103
Tablo 3.17 Yenilenebilir Enerji Hedefi ve Enerji Tasarrufu, 2023.....	104

KISALTMALAR LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ALBİYOBİR	Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği
bk.	Bakınız
Bcm	Billion Cubic Meters
BOREN	Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü
BOS	Birleşik Oksijen Sanayi
BOTAŞ	Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi
BP	British Petroleum
BRICS	Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika
BTEP	Bin Ton Eşdeğer Petrol
BYKB	Beş Yıllık Kalkınma Planı
⁰ C	Santigrat Derece
C ₄ H ₁₀	Etan
C ₄ H ₈	Propan
Cent/Kwh	1 Kilowatsaat'e Karşılık Gelen Sent
CH ₄	Metan
CO	Karbon Monoksit
CO ₂	Karbondioksit
CSP	Yoğunlaşan Güneş Enerjisi
DEK-TMK	Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi
DME	Devlet Meteoroloji Enstitüsü
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EİEİ	Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EPK	Enerji Piyasası Kanunu
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	Elektrik Üretim Anonim Şirketi
EVK	Enerji Verimliliği Kanunu
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi

GEPA	Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası
GSYH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
GW	Gigawatt
GWh	Gigawatt Hour
GWth	Gigawatt Thermal
H ₂ S	Hidrojen Sülfür
HC	Hidrokarbon
HES	Hidroelektrik Enerji Santrali
IEA	International Energy Agency
IGA	İstanbul Grand Airport
İĞDAŞ	İstanbul Gaz Dağıtım Sanayii ve Ticaret Anonim Şirketi
IRENA	International Renewable Energy Agency
J	Jolue
K	Kalori
Kcal/kg	Kilocalorie/Kilogram
Kcal/m ³	Kilocalorie/Cubic Meter
KDV	Katma Değer Vergisi
kg	Kilogram
kg/m ³	Kilogram per Cubic Meter
km	Kilometre
km ²	Kilometre Kare
Ktoe	Kilotonne of oil Equivalent
kW	Kilowatt
kW/m	Kilowatt/meter
kWh	Kilowatt Hour
kWh/m ²	KiloWatts Hour per Meter Squared
kWh/yıl	Kilowattsaat/yıl
LNG	Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
m	Metre
MÖ	Milattan Önce
m/sn	Metre/saniye
m ³	Metre Küp
Mb/d	Millions of Barrels per Day
MBEAE	Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü

MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
Mj/kg	Megajoules per Kilogram
mm	Mili Metre
Mt	Milyon Ton
MTA	Maden Teknik Arama Enstitüsü
Mtep	Milyon Ton Petrol Eşdeğer
Mtoe	Million Tonnes of Oil Equivalent
MW	Megawatt
MWe	Megawatt Elektrik
MWh	Megawatt Hour
NASA	National Aeronautics and Space Agency
O ₃	Ozon
OECD	Organization for Economic Development and Cooperation
ÖTV	Özel Tüketim Vergisi
Ph	Potansiyel Hidrojen
Pv	Fotovoltaik
REPA	Türkiye Rüzgar Potansiyeli Atlası
Sm ³	Standart Metreküp
SSCB	Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
TAPDK	Tütün ve Alkol Dairesi Başkanlığı
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Üretim İletim Anonim Şirketi
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TEMSA	Termomekanik Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi
TEMSAN	Türkiye Elektromekanik Sanayi Anonim Şirketi
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
TETAŞ	Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt Anonim Şirketi
TEÜAŞ	Türkiye Elektrik Üretim Anonim Şirketi
TKI	Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TOBB	Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TPE	Ton Petrol Eşdeğeri
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TTK	Türkiye Taşkömürü Kurumu

TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜREB	Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği
TWh	Terawatt Hour
USDA	U.S. Department of Agriculture
vb.	Ve benzeri
vd.	Ve diğerleri
VOC	Uçucu Organik Bileşikler
YEGM	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YEPK	Yeni Enerji Piyasası Kanunu
YPK	Yüksek Planlama Kurulu

ÖZET

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için büyük önem taşıyan enerji sanayi devrimiyle birlikte ülkeler için vazgeçilmez bir unsur olmuştur. Enerjinin ülkeler için bu kadar önemli olmasında enerji arz ve talebi büyük önem taşımaktadır. Enerji talebi sanayileşme, gelir artışı, nüfus artışı ve teknolojik ilerlemelere bağlı olarak sürekli artış gösterdiği için rezervi sınırlı olan fosil enerji kaynakları azalmaktadır. Ayrıca fosil enerji kaynaklarının kullanımından kaynaklanan CO₂ emisyonu ekolojik sistem üzerinde geri dönüşü olmayan tahribatlara neden olmaktadır. Tüm bu nedenlere bağlı olarak sürdürülebilir kalkınmanın devamlılığı için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı teşvik edilmelidir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyelini, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine yönelik politikaların neler olduğunu detaylı bir şekilde inceleyerek, uygulanan yenilenebilir enerji politikalarının sürdürülebilir büyüme açısından ülkeye katkılarını tartışmaktır.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde, enerjinin tanımı, türleri ve sürdürülebilir ekonomik kalkınma için önemi ele alınmaktadır. Bu bölümde ayrıca dünyada fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin arz ve talep gelişimine yer verilmektedir. Çalışmanın ikinci bölümünde Türkiye'de türlerine göre enerji arz ve talep dengesi sunulmakta ve Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının teknik ve ekonomik potansiyelinin ne olduğu sorgulanmaktadır. Üçüncü ve sonuç bölümde ise yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine yönelik politikalar ve teşvikler özetlenmektedir. Ayrıca Türkiye'de uygulanan yenilenebilir enerji politikalarının makro ekonomik etkilerinin neler olacağı ve sürdürülebilir ekonomik kalkınmaya katkıları sorgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Türkiye, Yenilenebilir Enerji

SUMMARY

**THE EVALUATION OF RENEWABLE ENERGY POTENTIAL AND POLICIES IN
TERMS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN TURKEY**

The energy, which is of great importance for developed and developing countries has been an indispensable element for the countries with the industrial revolution. The main reason why energy is so important for countries is the increasing energy supply and demand. Since the demand for energy is on the constant rise as a result of industrialization, population growth and technological innovations, the fossil fuel supplies, limited in reserve, are on the constant decrease. Also, the CO₂ emission, resulted from the use of fossil fuels, cause irreversible destruction on the ecological system. Because of all these reasons, the use of renewable energy sources should be encouraged for the continuity of the sustainable development.

The aim of this study is to argue the contribution of renewable energy policies in Turkey in terms of sustainable growth through examining in detail the country's renewable energy potential and the policies for renewable energy sources.

The study is composed of three sections. In the first section of the study, the definition and types of energy and its importance for sustainable development are presented. This section also includes the growth in demand and supply for fossil and renewable energy sources in the world. In the second section of the study, the balance of supply and demand in Turkey according to the type of energy is presented and the physical and economic potential of Turkey's renewable energy resources is questioned. Also, policies and incentives for the development of renewable energy sources are summarized. In the third and final section, the future macro-economic impacts of renewable energy policies in Turkey and their contributions to the sustainable economic development are examined.

Keywords: Energy, Turkey, Renewable Energy

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, beni yönlendiren ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Gülden BÖLÜK'e sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalışmalarım boyunca maddi ve manevi destekleriyle hiçbir zaman beni yalnız bırakmayan aileme de sonsuz teşekkür ederim.

Selma DENİZ

Antalya, 2018

GİRİŞ

Ülkelerin yüksek refah seviyesine ulaşmasında enerji kaynakları büyük önem taşımaktadır. Enerji alanında yapılan ampirik çalışmalar enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu doğrulamaktadır. Ancak tüm dünya genelinde artan enerji talebi karşısında fosil yakıtlarının arzı konusunda endişeler bulunmaktadır. 1970'li yıllarda yaşanan Petrol Krizleri, enerji fiyatlarındaki ve petrol rezervlerinin bulunduğu Orta Doğu ülkelerindeki istikrarsızlıklar ülkeleri enerji güvenliği konusunda tedbirler almaya yöneltmiştir. Bunun yanı sıra artan sera gazı emisyonları ve çevre kirliliği sorunları da fosil yakıtlara alternatif kaynakların geliştirilmesini ve enerjinin etkin kullanımını konularını gündeme getirmiştir.

Türkiye’de de ekonomik büyüme ve kalkınma, nüfus artışı, şehirleşme ve yaşam koşullarındaki iyileşmeye bağlı olarak enerji talebi sürekli artmaktadır. Tüm dünya ülkelerinin etkilendiği 2009 küresel krizi nedeniyle, Türkiye’de birincil enerji kaynaklarına talepte 2008 yılına göre gerileme olsa da, izleyen yıllarda enerji talebi artmaya devam etmiştir (Yılmaz, 2012). Türkiye’de enerji ithalatı 2000 yılında 55,1 Mtep iken, 2010 yılında %55 artmış ve 84,6 Mtep’e ulaşmıştır. Yine 2016 yılındaki toplam enerji ithalatı da 2010 yılı ile kıyaslandığı zaman 2,7 Mtep azalarak 96 Mtep seviyesine çıkmıştır (TMMOB, 2018: 28). Diğer taraftan artan enerji tüketimi ülkede çevre kirliliği sorunlarına da yol açmaktadır. Türkiye’de 2010 yılında sera gazı emisyonları 1990 yılına göre %115 artış göstermiş ve 401.9 milyon ton CO₂ eşdeğerine yükselmiştir. Oluşan CO₂ emisyonlarının neredeyse yarısı (%41) çevrim ve enerji sektöründen kaynaklanmaktadır (Bölük ve Mert, 2015).

Dünyada ve Türkiye’de fosil enerji kaynaklarının giderek artan kullanımı ile birlikte sera gazı salınımlarının artışı çevre kirliliği yaratmakta ve küresel ısınma sorununa yol açmaktadır. Sera gazı emisyonlarının Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması gibi küresel düzeydeki azaltma çabalarına rağmen giderek artış göstermesi sonucu sürdürülebilir bir çevre için alternatif enerji teknolojileri geliştirilmesi yönünde çabalar artmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil enerji kaynaklarına göre karbondioksit emisyonunun düşük olması, temiz ve zararsız olması bu kaynakların çözüm olarak görülmesinde etkili olmuştur. Ayrıca alternatif enerji kaynakları genel olarak yerli kaynaklar olduğundan enerji alanında ülkelerin dışa bağımlılığını azaltacak, istihdamda artış yaratacak, sürdürülebilir iktisadi büyüme ve gelişmeye katkı sağlayacaktır.

Dünyada olduğu gibi Türkiye’de son yıllarda enerjide dışa bağımlılığı azaltmak, artan enerji talebini karşılamak ve çevre kirliliği sorununa çözüm için yenilenebilir enerji

kaynaklarının üretimini ve tüketimini geliştirmek amacıyla yeni politika hedefleri belirlemiş ve teşvik mekanizmaları getirmiştir. Bilindiği üzere Türkiye 2009 yılında Kyoto Protokolü'ne ve 2005 yılında Paris İklim Değişikliği anlaşmalarına taraf bir ülke konumunda olduğundan, sera gazı emisyonlarını gönüllü olarak azaltmak istemektedir. Türkiye'nin önemli miktarda güneş, rüzgar, biyokütle enerjisi gibi yenilenebilir enerji potansiyeli olmasına rağmen bu potansiyeli kullanım oranı düşüktür. Türkiye'de son yıllarda yenilenebilir enerji potansiyelinin geliştirilmesine yönelik yasal düzenlemeler hızlandırılmış ve önemli teşvikler verilmeye başlanmıştır. Bu bağlamda, Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin araştırılması ve uygulanan yeni teşvik mekanizmaları ve politikalarının makroekonomik etkilerinin sorgulanması sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanması açısından önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyelini, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine yönelik politikaların neler olduğunu detaylı bir şekilde inceleyerek, uygulanan yenilenebilir enerji politikalarının sürdürülebilir büyüme açısından ülkeye katkılarını tartışmaktır.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde, enerjinin tanımı, türleri ve sürdürülebilir ekonomik kalkınma için önemi ele alınmaktadır. Bu bölümde ayrıca dünyada fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin arz ve talep gelişimine yer verilmektedir. Çalışmanın ikinci bölümünde Türkiye'de türlerine göre enerji arz ve talep dengesi sunulmakta ve Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının teknik ve ekonomik potansiyelinin ne olduğu sorgulanmaktadır. Üçüncü ve son bölümde Türkiye'de uygulanan yenilenebilir enerji politikalarının makro ekonomik etkilerinin neler olduğu ve sürdürülebilir ekonomik kalkınmaya katkıları sorgulanmaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine yönelik politikalar ve teşvikler özetlenmektedir. Sonuç bölümünde ise Türkiye'de enerji güvenliği ve sürdürülebilir büyüme açısından bazı politika önerileri tartışılmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KAYNAKLARI VE DÜNYA ENERJİ PİYASALARINDAKİ GELİŞMELER

1.1. Enerji Kavramı ve Önemi

Enerji kelimesi “en” iç ve “ergon” iş kelimelerinden oluşan Yunanca kökenli bir sözcüktür. Farklı bir şekilde söylemek gerekirse etkileyen kuvvet anlamına gelen Yunanca “energia” kelimesinden oluşmuştur (Erkan, 2014: 88). Enerji çeşitli şekillerde tanımlansa da “iş yapabilme yeteneği” bilinen en genel tanımıdır. Yani “herhangi bir hareketi (aksiyonu) yapan veya yapmaya hazır kabiliyet” enerji olarak tanımlanmaktadır (Adaçay, 2014: 87). Belirli bir enerjinin oluşabilmesi için ihtiyaç olan kaynak kelimesi ise herhangi bir enerjinin oluşup çevreye yayıldığı yer olarak ifade edilmektedir. Enerji kaynakları da iş yaptırma yeteneğinin harekete geçirilmesine imkan sağlayan varlıklardır (Erkan, 2014: 89).

Enerjiye doğada farklı şekillerde ulaşabilmek mümkündür. “Kinetik enerji” ve “potansiyel enerji” fiziksel enerji çeşitleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Hareket eden cisimlerin sahip olduğu kısacası hareketin sebep olduğu enerji kinetik enerji olarak tanımlanmaktadır. Potansiyel enerji ise cisimlerin buldukları fiziksel durumlarından ötürü depoladıkları enerji türüdür. Enerji kullanıldığı yere göre Joule (J), Kalori (K), Kilowatt-saat (kWh), British ThermalUnit (Btu) gibi farklı birimlerle kullanılmaktadır (Batı, 2013: 88).

Ateşin bulunmasından bugüne üretimin temel girdisi olan enerji savaşlara ve yeni keşiflere sebep olmuştur. İnsanlığın var olma ve gelişimi için büyük önem taşıyan enerji sanayi devrimiyle birlikte ülkeler açısından vazgeçilmez olmuştur. Enerji ülkelerin ekonomik ve ulusal güvenliğini etkileyip uluslararası siyasete yön verdiği için tarihin akışını yöneten bir kavram olarak görülmektedir (Erdal ve Karakaya, 2012: 116). Teknoloji alanındaki ilerlemeler, insanların bilinçlenmesiyle ortaya çıkan kaliteli yaşam kavramı enerjiye olan önemi daha da artırmıştır (Çanka Kılıç, 2011: 95).

Enerjinin ülkeler için bu kadar vazgeçilmez olmasında enerji arz ve talebi büyük önem taşımaktadır. Enerji talebini belirleyen faktörler, milli gelir artışı, şehirleşme, teknolojik ilerleme ve yaşam biçiminin yanı sıra enerji kaynaklarının fiyatlarıdır. Enerji arzını ise kaynak türlerine ait rezerv miktarları, üretim-yatırım maliyetleri, teknolojik alt yapı ve ülkeler arasındaki siyasi faktörler, ekonomik faktörler ve anlaşmalar etkilemektedir. Enerji arz ve talebindeki dengesizlikler ülkelerin ekonomik büyümeleri açısından oldukça önemli sonuçlar doğurmaktadır (Bayraç, 2009: 118).

Yapılan araştırmalara göre dünya nüfusu 2040 yılında 9 milyar olacak ve 1,9 milyar insanın daha enerji arzı ihtiyaçı karşılanmak zorunda kalınacaktır (ETKB, 2016a: 3). Enerji talebi gelişmekte olan ülkelerde hızlı nüfus artışı ve sanayileşme nedeniyle gelişmiş ülkelere göre daha fazla artış göstermektedir. Enerji ülkelerin ekonomik ve sosyal gelişmişlik seviyelerini gösteren en önemli göstergelerden birisidir. Sosyal refah seviyesi artıkça ve ekonomik kalkınma sağlandııkça enerji tüketimi de arttığı için aralarında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır (Koç ve şenel, 2013: 35). lke bağımsızlığını sağlayan temel faktörlerden biriside ekonomik yeterlilik düzeyine ulaşmaktır. Ülkelerin ekonomik açıdan gerekli olan dinamizme ulaşabilmesi için gerekli enerjiye sahip olması gerekmektedir. Enerjinin bir diğer önemi de ülkelerin bağımsızlığı için enerjiye duyulan ihtiyaçtır (Kılıç, 2009: 17). Enerji uluslararası ilişkilerde de büyük önem taşımaktadır ve ülkeler için stratejik bir özelliğe sahiptir. lkeler ekonomik ve politik açıdan sürekli birbirleriyle küresel liderlik yarışı ierisindeedir. Dolayısıyla küresel rekabette enerji arzı ve enerji arz güvenliği büyük önem taşımaktadır (Doster, 2010: 16).

Enerji talebinin en önemli dinamiklerinden birisi ekonomik büyümedir. 1971'den beri küresel ölçekte Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'daki (GSYH) her %1'lik büyüme beraberinde %6'lık enerji tüketimi getirmiştir. Bu nedenle enerji talebi ile GSYH arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır (Pachauri, 2007: 27). Ekonomik büyüme ve enerji talebi arasındaki bağ ekonomik kalkınma seviyesi ve bireylerin yaşam standartlarını büyük oranda etkilemektedir. Gelişmekte olan ülkelere göre daha nitelikli yaşam standartlarına sahip olan bireylerin bulunduğu gelişmiş ülkelerde kişi başına düşen enerji kullanımı nispi olarak çok daha yüksek miktardadır (Ersoy, 2010: 7).

Özellikle 1970'li yıllarda yaşanan Petrol Krizleri sonrası birçok ekonomi uzmanı ekonomik büyüme ve kalkınma ile enerji kullanımı arasındaki ilişki üzerine yoğunlaşmışlardır. Gomez ve Rodriguez (2015), 1971-2011 dönemi verilerini zaman serisi yöntemi ile analiz etmiş ve Meksika'da elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif katkısı olduğunu ampirik olarak ortaya koymuştur. Türkiye'de de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki ampirik olarak araştırılmaya başlanmıştır. Aydın (2010), Türkiye'de 1996: 01-2004: 04 dönemine ait üçer aylık veriler; ikinci analizde ise 1980-2004 dönemi yıllık verileri kullanılarak enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir katkıya sahip olup olmadığını En Küçük Kareler Yöntemi ile test etmiştir. Yazar çalışmasında enerji kullanımındaki %1'lik bir artışın, ülkenin ekonomisine %1.03 katkı sağladığını bulmuştur.

Korkmaz ve Develi (2012), Türkiye'de milli gelir seviyesi ve enerji üretimi ve kullanımını arasındaki ilişkiyi 1960-2009 dönemi yıllık verileri ve Johansen eşbütünleşme testi ile analiz etmiştir. Yazar enerji kullanım düzeyindeki artışın ekonomik büyümeye katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır. Kızılkaya vd. (2016) Türkiye'de sera gazı emisyonları (karbondioksit eşdeğeri olarak), enerji kullanımı, ekonomik büyüme ve dışa açıklık arasındaki ilişkiyi Johansen eşbütünleşme testi ile analiz etmiştir. Analizde 1967-2010 yılları arası veriler kullanılmış ve Türkiye'de milli gelir seviyesindeki artışların ve enerji tüketiminin ülkedeki sera gazı emisyonlarını artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Gövdere ve Can (2015) 1970-2014 dönemi verilerini kullanarak eşbütünleşme yöntemi ile yaptıkları çalışmalarında ülkedeki büyüme seviyesinin enerji tüketiminden pozitif yönde etkilendiğini ortaya koymuştur.

Sözü edilen ampirik çalışmalardan elde edilen sonuçlar enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki pozitif ilişkiyi doğrulamaktadır. Tablo 1.1'de dünya genelinde enerji tüketiminin nüfus, gelir artışı ile paralel olarak arttığı daha net görülmektedir.

Tablo 1.1 Dünyada Nüfus, GSYİH ve Enerji Kullanımı

	1990	2000	2010	2014	2016
Nüfus, Toplam (milyonlarca)	5,284,89	6,118,08	6,930,66	7,268,99	7,442,14
GSYİH (mevcut ABD doları) (milyarlar)	22,594,55	33,567,79	65,954,76	79,045,21	75,847,77
Enerji Kullanımı (kişi başına düşen petrol eşdeğeri kg)	1,660.9	1,635.0	1,871.9	1,919.4	-

Kaynak: <http://databank.worldbank.org> (erişim tarihi: 06.03.2018).

Tablo 1.1'de dünyada nüfus, GSYİH ve enerji kullanım miktarlarının yıllara göre artış oranları gösterilmiştir. 1990 yılına göre 2016 yılında nüfus miktarı %40,81 oranında artış gösterirken, GSYİH 1990 yılında 22.594.55 milyar ABD doları iken 2016 yılında 75.847,77 milyar ABD dolarına yükselmiş ve %235 oranında artmıştır. Kısacası, ülkelerin enerji kullanımını artan nüfus ve GSYİH sonucu sürekli artış göstermektedir.

1.2. Enerji Kaynaklarının Türleri

Enerji kainatta hareketin itici gücü olmakla beraber insanoğlunun günlük hayatına devam edebilmesi için vazgeçilmezdir. Enerjinin ekonomi alanında hem üretim hem de tüketimde önemli rolü bulunmaktadır. İnsanlar tarımsal üretim çağlarında üretimde insan ve hayvan gücünü kullanırken sanayileşme ile birlikte enerji kaynaklarından yararlanmaya başlamıştır. İnsanlık ilk olarak fosil enerji kaynaklarını (petrol, kömür, doğal gaz) kullanmış

günümüzde ise tükenmekte olan birincil enerji kaynağı türü olan fosil enerji kaynaklarına alternatif olarak yenilenebilir enerji türleri eklenmiştir (Gövdere ve Can, 2015: 105). Enerji kaynakları fosil (başka bir ifade ile yenilenemeyen enerji kaynakları) ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak ikiye ayrılmaktadır. Petrol, kömür ve doğal gaz fosil yani yenilenemeyen (birincil) enerji kaynakları iken rüzgar, hidroelektrik, güneş, jeotermal, hidrojen ve biyokütle enerjileri alternatif yani yenilenebilir enerji kaynakları olarak ele alınmaktadır (Demir, 2013: 3).

1.2.1. Yenilenemeyen (Fosil) Enerji Kaynakları

Yenilenemez enerji kaynakları, karbon bazlı klasik enerji kaynakları olarak adlandırılmaktadır. Bu kaynaklar oluşumları ve yenilenmeleri çok uzun zaman aldığından yenilenemeyen enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Petrolün yanı sıra kömür ve doğal gaz başlıca yenilenemez enerji kaynakları olarak bilinmektedir (İncekara ve Oğulata, 2011: 3). Enerji kaynaklarında her dönem farklı bir enerji hammaddesi değer kazanmıştır. İlk zamanlarda kömürün rakipsiz olduğu dönemi petrolün bulunup egemen olması takip etmiştir. 1973 ve 1974 petrol krizlerinin yaşanmasından sonra enerji arzı problemi nükleer enerjiyi gündeme getirmiştir. Çevre sorunlarının ortaya çıkmaya başlamasıyla birlikte doğal gaz önem kazanmıştır. Enerji üretim ve sanayi hammaddesi olarak vazgeçilmez olan fosil enerji kaynakları önümüzdeki yıllarda da dünya enerji tüketiminde belirleyici rol oynayacaktır. Alternatif enerji kaynaklarının ikamede yetersiz olması fosil enerji kaynaklarının vazgeçilmez olmasının en önemli sebeplerinden biridir (Pamir, 2005: 58-59).

Petrol krizleri sonrasında gelişmiş ülkeler sanayileşme, enerji ve teknoloji politikalarında değişikliğe gitmişlerdir. 1973 yılında %53 ile dünya birincil enerji tüketiminde ilk sırada yer alan petrol, 2000 yılı sonu itibariyle %40'a gerilemiştir. Krizden sonra ülkeler enerjide alternatiflere yönelirken kömür ve doğal gazın tüketim payı önemli ölçüde artmıştır. Nükleer enerji gibi diğer enerji kaynaklarına önem verilmesine rağmen fosil yakıt bağımlılığı devam etmiştir. Oransal değerlere bakıldığı zaman 1973'te %87 olan fosil yakıt bağımlılığı 2000 yılında %89'lara ulaşmıştır (Pala, 2003: 7). Fosil kaynaklı yakıtların en çok kullanılan enerji türü olmasının yanında içerisinde bulunan CO₂ emisyonunun artan oranı doğal sistem üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Fosil yakıtlar olan petrol, kömür, doğal gaz içerisinde karbon bulundurmakta ve bu yakıtların yanması ile karbon oksijenle birleşerek sera gazını ortaya çıkarmaktadır. Sera gazı ise ekolojik sistem üzerinde geri dönüşü olmayan tahribatlara neden olmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınmanın temel ilkelerinden olan

CO₂ emisyonu içermeyen alternatif enerji kaynakları kullanılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Altıntaş, 2013: 265).

1.2.1.1. Petrol

Petrol kavramı Latince'de taş olarak ifade edilen “petra” ile yine Latince'de yağ manasına gelen “oleum” kelimelerinin birleşmesiyle oluşmuş İngilizce “petroleum” olarak ifade edilmektedir. Petrol yapışkan, yanıcı ve koyu renkli olmakla beraber yoğunluğu kimyasal bileşimine ve sıvının akmaya karşı gösterdiği dirence (viskosite) göre değişmektedir. Petrol etan, metan, propan ve bütan gibi çeşitli maddelerin bileşimlerinden oluşmaktadır. Açık kahve, sarı ve yeşil renkli olan hafif petrolerden (yüksek graviteli) genellikle jet yakıtı, benzin, motorin gibi ürünler elde edilirken, koyu kahve, siyah renkte olan ağır petrolerden (düşük graviteli) ise fueloil, asfalt, kalorifer yakıtı elde edilmektedir (Bayraç, 2005: 2).

Petrol, organik maddelerin yer altında zamanla başkalaşım geçirerek sıvı hale gelmesi ve bu sıvının kayaçlar arasındaki boşluklara depolanmasıdır. Petrol milyonlarca yıl öncesinde denizlerde yaşayan bitki ve hayvanların ölümü sonrası kalıntılarının dibe çöküp bakteriyolojik bozuluma uğraması sonucu meydana gelmiştir. Sular çekildikçe kara parçaları ortaya çıkmış ve kayalar sertleştikçe yoğun kaya ve kumtaşının sertleşmesiyle petrol dışarı çıkmıştır (Gerekan ve Gerekan, 2014: 58).

Petrolün tarihçesine bakıldığında çok eski zamanlarda dahi ısıtma, inşaat ve izolasyon gibi alanlarda kullanıldığı bilinmektedir. Babil şehrinde kalan yıkıntılarda bitümlerin tuğla yapılarında harç malzemesi olarak kullandıkları ve sokakların da asfalt ile kaplanmış tuğlalarla döşendiği görülmektedir. Ayrıca 15.yy'da Ren Vadisi'nin Fransa tarafındaki petrolü kumtaşlarının varlığı da petrolden yararlandığını göstermektedir. Polonya ve Rusya'da da buna benzer üretim yapıldığı görülmüştür (Kaya ve Ercan, 2002: 101-102).

Petrol geçmişten günümüze ekonomiler için vazgeçilmez bir ekonomik girdi durumundadır. Petrolün ekonomiler için bu kadar önemli olmasının sebebi dünya toplam enerji tüketimi içindeki payıdır. Genellikle elektrik üretiminden taşımacılığa kadar çok yaygın tüketim alanı bulunmaktadır. Petrolün özellikle gelişmiş ülkeler tarafından toplumsal gelişme ve endüstrileşme alanında talebinin fazla olması enerji ve büyüme arasındaki bağın ne derece önemli olduğunu göstermektedir (Gökçe, 2014: 114). Diğer taraftan petrol siyasi istikrarsızlığa da sebep olmaktadır. Petrolün dünya ekonomileri tarafından temel enerji kaynağı olarak görülmesinden dolayı Ortadoğu'da siyasi istikrar tehdit altındadır. Dünya petrol üretiminin üçte birini oluşturan Ortadoğu savaşları ve bölgesel istikrarsızlıkla karşı

karşıya kalmakta ve güç dengeleri yeniden belirlenmektedir. Bu bölgede uluslararası güçler hakimiyet sağlamak için sürekli yarışmaktadır. Bu nedenle siyasi istikrarsızlığın ve tehditlerin uzun süre devam edeceği beklenmektedir (İzol ve Zenginoğlu, 2014: 432).

1.2.1.2. Kömür

Kömür genellikle karbon, hidrojen ve oksijenden meydana gelen içerisinde eser miktarda kükürt ve nitrojen bulunduran maden ve kayalara verilen addır. Kömürde yer alan diğer unsurlar ise kül teşkil eden inorganik bileşikler ve minerallerdir. Kömür ısıtılınca plastik hale gelirken, katran, likör ve çeşitli gazlar ortaya çıkmaktadır (DPT, 2001: 6). Bitkisel kökenli maddelerin yer altında jeolojik işlevlerle birlikte fiziksel ve kimyasal değişime uğraması sonucu turba denilen organik maddeler meydana gelir. Sıcaklık ve basıncın bu maddeleri etkilemesi sonucu ilk (turbadan taş kömürü aşamasına kadar) su ve su buharı, karbondioksit (CO₂), oksijen (O₂) ve ileri aşamalarda hidrojen (H₂) bu ortamdan uzaklaşmaktadır. Yer ısısı her 30 metrede 10 derece artmaktadır. Yer ısısı arttıkça turba ilk olarak linyite, daha sonraları ise taş kömürü ve nihayetinde grafitte dönüşmektedir. Bu süreçte kömürleşme adı verilmektedir (TMMOB, 2015: 28).

İlk bulunan fosil enerji kaynağı olan kömür, toplumsal yaşamda önemli bir yer tutmaktadır. Demir, çelik, çimento imalatı, endüstriyel üretim süreçlerinde buhar üretmek, ısınma ve elektrik üretimi gibi çok çeşitli kullanım alanları mevcuttur. Kömürün güvenilir olması, düşük maliyetlerle elde edilebilmesi, çıkarım aşamasında yüksek teknolojiye ihtiyaç duyulmaması kömürün önemini artırmaktadır. Ayrıca kömür diğer enerji kaynakları gibi belirli bölgelerde değil dünyanın genelinde mevcut olan bir kaynaktır (Demir, 2013: 4).

Kömür, enerji kaynağı olarak kullanılırken çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Kömürün çıkarılma sırasında kullanılan kimyasallar ve kullanıma hazır hale getirilme aşamasındaki yıkama işlemleri suya ve toprağa karışmaktadır. Bu işlemler sonucunda tarım alanları ve sular kirlenmektedir (Doğan, 2011: 41). Çevreye en fazla zarar veren termik santrallerden birisi kömürlü termik santrallerdir. Bu termik santrallerden çevreye yayılan bir çok zararlı atıklar olmakla birlikte en önemlileri kükürtdioksit, karbonmonoksit, azot oksitler, ağır metaller ve radyoaktif maddelerdir (Şahin vd. 2015: 9).

Tablo 1.2 Kömür Türleri ve Bazı Temel Özellikleri

Taşkömürü	Bitümlü	Koyu siyah, blok kırılma, nem ve uçucu madde içeriği düşük, yüksek karbon, ısı değeri: 5390-7700 kcal/kg
	Antrasit	Parlak siyah, merceksi parçalanma, sert, nem ve uçucu madde içeriği düşük, yüksek karbon, ısı değeri: 7000 kcal/kg
Kahverengi Kömürler	Linyit	Kahverengi, kolay kırılma, odunsu ya da üniform kilsli doku, nem ve uçucu madde içeriği yüksek, düşük karbon, ısı değeri: 4610 kcal/kg
	Alt Bitümlü	Siyah, kurutma ya da oksidasyon sonucu kolay parçalanma, masif doku, uçucu madde içeriği yüksek, nispeten düşük karbon, ısı değeri: 4610-6390.

Kaynak: TTK, 2017: 2.

Tablo 1.2’de kömürlerin genel özellikleri gösterilmektedir. Kahverengi kömürler linyit ve alt bitümlü olarak ikiye ayrılırken, taş kömürü ise bitümlü ve antrasit olarak ayrılmaktadır.

1.2.1.2.1. Linyit

Linyit, ısı değeri düşük ve içerdiği kül ile nem oranı yüksek olduğundan termik santrallerde yakıt olarak kullanılan kömür türlerinden birisidir. Yerkabuğunda bol miktarda bulunmakta ve yoğunlukla kullanılmakta olan bir enerji hammaddesidir (ETKB, 2018).

Linyitin 60 milyon yıl önce oluşmaya başladığı tahmin edilmektedir. Bunun yanı sıra muhteviyatında su ve çeşitli yabancı maddeler bulunmaktadır. Karbon yüzdesi 65-70 kadar olup %25’ten çok oksijen ve %5 hidrojen içermektedir (MEB, 2008: 6). Linyit kömürü kahverengi kömür olarak da adlandırılmaktadır. Kalorifik değerine göre linyit üç gruba ayrılır:

- İyi linyit: 3000 ile 4000 kcal/kg
- Linyit: 2000 ile 3000 kcal/kg
- Düşük kaliteli linyit: 2000 kcal/kg

Kömür çeşitleri içerisinde en düşük kalorili kömür linyit olduğundan sanayi ve konutlarda kullanılmamaktadır. Linyit kömürü termik santrallerde elektrik üretimi sağlamak için kullanılmaktadır (Kazaz ve Kara, 2016: 15).

1.2.1.2.2. Antrasit

En eski ve karbon açısından en zengin kömür türü olan antrasitin meydana geliş tarihi neredeyse 300 milyon yıl geriye dayanmakta ve karbon yüzdesi 90-95’i bulmaktadır (Karta, 2015: 5). Antrasit kömürü dünyadaki kömür rezervinin sadece %1’inde bulunmaktadır. İçerdiği karbon miktarı çok yüksek olduğu için yüksek ısı üretmekte ve ısınmada kullanılmaktadır (Kazaz ve Kara, 2016: 11).

1.2.1.2.3. Taş Kömürü

Taş kömürünün tarihi diğer bir kömür türü olan antrasit kadar geriye gitmesede en azından 200-250 milyon yıllık bir geçmişi olduğu bilinmektedir. Taş kömürünün karbon yoğunluğunun ise yüzde 80- 90 civarında olduğu raporlanmaktadır (Karta, 2015: 5).

1.2.1.2.4. Turba

Turba yoğunlukla bataklık alanlarda oluşmaktadır. İçeriğinde yüksek oranda su bulunmakta olup karbon oranı ise %60 civarındadır. Karbonlaşma aşamasını tam olarak tamamlamamış olduğundan genç kömür türü olarak da sınıflandırılmaktadır (Karta, 2015: 5).

1.2.1.2.5. Kok

Doğada serbest olarak bulunmayan kok, tam manasıyla bir kömür olarak sınıflandırılmamaktadır. Enerji işletmelerinde taşkömürünün içindeki gazların ayrıştırılması ile elde edilen bir kömür türevidir. Kok ev ve fırınlarda ısıtma amacıyla kullanılmasının yanı sıra çelik üretiminde de kendisinden faydalanılmaktadır (Karta, 2015: 6).

1.2.1.3. Doğal Gaz

Doğal gaz, fosil kökenli enerji kaynaklarından olup yer kabuğunun içerisinde bulunan bir çeşit gaz karışımıdır. Bitki ve hayvan kalıntılarının doğal olaylar sonucunda zamanla fosilleşerek yer kabuğuna gömülmesi ve basınç ve radyoaktivitenin etkisiyle kimyasal ayrışımına uğraması ile oluşmaktadır. Doğal gaz, metan (CH_4) daha az oranda etan (C_2H_6) ve propan (C_3H_8) gibi hidrokarbonlardan oluşmaktadır (Erkan, 2014: 84). Doğal gaz petrol yataklarında ham petrolün içinde karışık olarak ya da üzerinde ayrılmış biçimde bulunmaktadır. Çıkarım aşamasının kolay olmasına rağmen tüketim alanlarına ulaştırılması yüksek maliyetli olmaktadır. Tüketim noktalarına dağılımı çelik doğal gaz boruları veya basınca dayanıklı çelik tüplerle sıvılaştırılmış olarak sağlanmaktadır (Dinçer ve Aslan, 2008: 69).

Elektrik üretimi için doğal gazdan yararlanılması doğal gaz talebini destekleyen önemli alanlardan biridir. Yüksek verimlilikte yakılabilmesi ve düşük sera gazı emisyonuna sahip olmasından dolayı elektrik üretiminde hem ucuz hem de güvenli bir alternatif olmaktadır. Doğal gaz kombine çevrim santralleri vasıtasıyla elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Son zamanlarda doğal gazın elektrik üretiminde hızla yaygınlaşmasının sebebi, bu santrallerin kömürle çalışanlara göre kolay ve ucuza inşa edilebilmesidir (Demirtaş, 2013: 5).

Doğal gazın avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- i) Kömür, petrol gibi is, kül gibi yanma sonucu atıklar bırakmadığı için çevreci ve temiz bir enerji türüdür.
- ii) Kullanımı esnasında ön hazırlık ya da ilave enerjiye ihtiyaç duymadığından işletme ve bakım maliyetleri düşüktür.
- iii) Diğer yakıt sistemleri ile karşılaştırıldığında daha güvenli bir yakıt sistemine sahiptir.
- iv) Yüksek verimlilikte yanmaya sahiptir.
- v) Kokusuz bir gazdır.
- vi) Binalarda yakıt tankı için ayrıca bir alana ihtiyaç olmadığından saklama ya da depolama maliyeti yoktur (Aktacir, 2014: 10).

1.2.1.3.1. Kaya Gazı

Dünyada enerji arzı açısından büyük önem taşıyan kaya gazı, organik yönden zengin olan tortulu kaya katmanları arasındaki gaza denilmekte ve “shalegas” olarak adlandırılmaktadır. Kaya (şeyl) gazının kökeni kömür, petrol, gaz ve diğer hidrokarbonlarla aynıdır. Kaynak kaya içerisinde, okyanus ve göllerin dibinde toplanan tortulların dönüşümü ile oluşmaktadır. Zamanla bu tortullar derinlere gömülmekte ve yer altındaki sıcaklık ve basınç etkisiyle hidrokarbonlar organik maddeye dönüşmektedir (Ahışhalı, 2013: 16). Oluşum tarihi neredeyse 350 milyon yıl öncesine kadar gitmektedir. İnce taneli klastik çökelti formasyonunda olan şeyl tabakalarında yüksek oranda hidrokarbon bulunabilmektedir. Kaya gazı alanlarına ulaşabilmek için 1.500-5000 metre derinliklere dikey kuyulara ihtiyaç vardır. Daha sonra tabaka içerisinde yatay 3000 metre sondaj yapılarak hidrolik basınçla çatlaklar meydana getirilerek, kaya içerisindeki doğal gaz ve diğer hidrokarbonlar sondaj borusu ile yer yüzüne çıkarılmaktadır (Demirtaş, 2013: 10).

1.2.1.4. Nükleer Enerji

Yenilenemeyen enerji kaynaklarından olan nükleer enerji 1950’li yıllarda kullanılmaya başlanılmıştır. Nükleer enerjinin en önemli yakıt kaynağı uranyumdur. Çevresel faktörlere bağlı olmaması süreklilik arz etmesine sebep olmaktadır. Bu yüzden genellikle elektrik enerjisi elde etmede yararlanılmaktadır. Nükleer enerji diğer enerji kaynaklarından çok daha fazla enerji üretimi sağlamaktadır. 1 kg kömürden 3 kWh elektrik enerjisi üretilebilirken, 1 kg petrolden 4 kWh elektrik enerjisi elde edilebilmekte ve 1 kg uranyumdan da 50000 kWh elektrik üretilmektedir (Demir, 2013: 5).

Doğal enerji kaynaklarına sahip olmayan ülkeler enerji ihtiyacını karşılamak için nükleer enerjiye yönelmektedir. Doğal enerji kaynakları açısından şanslı olan ülkeler ise hem doğal kaynaklarını değerlendirme politikaları yürütmekte hem de oluşabilecek enerji arz problemlerine karşı en az bir tane nükleer santral kurma yoluna gitmektedir (DEK-TMK, 2010: 309).

Nükleer enerjinin diğer enerji türlerine göre tercih edilme sebeplerinden biri ekonomik olması ve istikrarlı fiyatıdır. Nükleer enerji üretiminde yakıt maliyeti kilowat-saat başına toplam üretim maliyetinin dörtte biri civarındadır. Petrol, doğal gaz ve kömür gibi kaynakların üretiminde %80-90'ları bulması nükleer enerjinin fiyat istikrarını net olarak göstermektedir. Bir diğer tercih sebebi ise havaya atmosferik karbondioksit salınımının olmamasıdır. Yanma sonucu doğrudan karbon emisyonun yanı sıra santralin dolaylı emisyonlarla birlikte nükleer enerji kaynaklı emisyon miktarı, kömür santrallerinin havaya bıraktığı toplam emisyonun ancak %1-2'sidir. Tüm bu nedenlerden dolayı nükleer enerji, fosil enerji kaynaklarına göre çevreci ve düşük karbon salımlı bir enerji kaynağı olarak görülmektedir (İşeri ve Özen, 2012: 166).

1970'lerde yaşanan petrol krizleri ile birlikte ortaya çıkan enerji arz güvenliği sorunları ve geleneksel enerji kaynaklarının tükenmesine yönelik kaygılar dolayısıyla nükleer enerji geleceğin enerji kaynağı olarak görülüyordu. O dönemlerde Avrupa'nın nükleer enerji konusundaki çalışmaları hızla artmış günümüzdeki nükleer enerji sektörünün temelleri atılmıştır. Günümüzde ise nükleer enerjinin geleceğini belirleyecek faktörler nükleer santrallerin güvenli biçimde çalışmaları, enerji talebindeki gelişmeler ve en önemlisi atık yönetim sorununun giderilmesidir. Fosil enerji kaynaklarındaki sera gazı etkisinin azaltılması konusunun gündemde olmasıyla çevreye bu tür bir zarar vermeyen nükleer enerji önem kazanmıştır (Ege vd., 2004: 140).

Nükleer enerji tesisleri güvenlik açısından alınan önlemler nedeniyle diğer endüstriyel tesislere göre daha donanımlı olsa da birçok tehlike de söz konusu olabilmektedir. Nükleer enerjinin ticari ya da askeri amaçlarla üretilmeye başladığı yıllarda nükleer enerji santrallerinde birçok kaza yaşanmıştır. Nükleer santral alanında yaşanan kazalardan biri 1999'da Japonya Tokaimura'da meydana gelmiştir. Yeniden işleme tesisinde yaşanan kaza, işçilerin izin verilen limit üzerinde uranyumu depolaması ile yaşanmıştır. Kazada bir kişi hayatını kaybetmiş santral civarında yaşayan 313 bin kişiye dışarı çıkma yasağı getirilmiştir. 1986 yılında SSCB'de yaşanan Çernobil kazası nükleer alanda yaşanan en büyük kazadır. Etrafa yayılan radyoaktif maddeler kentler, tarım alanları, ormanlar, deniz ve göller üzerine birikmiştir. Yaşanan kaza sonrası birkaç ay içerisinde radyasyon ve yanıklar nedeniyle 28 kişi

yaşamını yitirmiştir. Çernobil kazası büyük bir alana yayılırken sağlık ve çevre açısından olumsuz etkiler yaratmıştır (Kaya, 2012: 76). Fransa, İspanya ve Türkiye'nin de dahil olduğu geniş bir bölgede radyoaktif kirlenmenin olduğu ve binlerce insanın da bu kirlenmeden zarar gördüğü tespit edilmiştir. Çernobil kazasında, çevreye yayılan radyoaktif bulutlardan zarar gören insan sayısı neredeyse 60.000'e ulaşmıştır. Günümüzde de bu kazanın etkileri halihazırda devam etmektedir (Engin, 2013: 580).

Nükleer enerjinin avantajları;

- Nükleer enerji üretim tesislerinin sera gazı emisyonları salınımı düşük olduğundan küresel ısınmaya olumsuz katkısı sınırlı düzeyde olmaktadır. Petrol, kömür ve doğal gaz gibi elektrik üretimi sağlanan kaynaklara göre daha az karbondioksit salınımı içermektedir.
- Nükleer santraller enerji arz güvenliği açısından daha etkilidir. Nükleer santral işletmelerinde uzun yıllar ihtiyaç duyulan nükleer yakıtı depolamak hem kolay hem de ucuzdur.
- Nükleer santrallerden elektrik üretimine geçiş ile elektrik üretiminde kaynaklarda çeşitlilik elde edilecektir.
- Nükleer enerji teknolojisi hazır bir teknoloji olmasının yanı sıra geliştirilme aşamasını bitirmiştir (Muradov, 2012: 108).
- Bir nükleer santralden yüksek oranda elektrik enerjisi sağlanabilir. Nükleer yakıt alınıp yıllarca depolanabilir. Fakat diğer fosil kaynakları depolama şansı yoktur. Ayrıca uzun vadede elektrik üretim fiyatlarında istikrar sağlanabilmektedir.
- Enerji sağlanması hammadde hacmine göre çok yüksektir.
- Nükleer santral kurulumu için çok fazla bir araziye ihtiyaç duyulmamaktadır.
- Enerji üretimi için çok az miktarda hammaddeye ihtiyaç vardır.
- Rezerv potansiyeli yüksektir. Petrolde rezerv ömrü 30-40 yıl iken nükleer enerjide 150 yılı bulmaktadır (Muradov, 2012: 109).

Dezavantajları ise;

- Üretimin her aşamasında ortaya çıkan radyoaktivite sebebiyle ortaya çıkan atıklar nedeniyle tehlike arz etmektedir. Atıkların zehirliliğinin %99'u en az 600 yıl sonra yok olmaktadır.
- Uranyum hacim olarak hafif bir maden olsa da, çıkarımı esnasında yüksek miktarda arazi işlendiğinden yüksek miktarda atık madde oluşur.

- Nükleer santrallerin, spesifik coğrafi özelliklere sahip alanlarda kurulması bir zorunluluktur. Yer seçiminde hammadde önemli olmasa da soğutma suyuna ve pazara yakınlık önemli bir faktördür.
- Kaza riski nükleer santrallerde oldukça yüksektir. Bu nedenle deprem, çığ düşmeleri ve heyelan gibi doğal afetler kaza riskini artırdığından, nükleer santrallerin yer seçiminde bu afetlerin göz önüne alınması gerekmektedir. Nükleer santrallerde oluşabilecek teknik arızalar çevreye radyoaktif kirletici yayacağından, nükleer santraller yüksek nüfus yoğunluğuna sahip yerleşim yerlerinden uzakta tesis edilmelidirler. Aksi takdirde çok büyük zararlara yol açabilirler.
- Atom, hidrojen ve nötron bombalarının sırasıyla yakıcı etkileri hep bu enerji kaynağının eseri olduğundan, nükleer güç insanlık için çok büyük tehlike oluşturmaktadır (Temurçin ve Aliağaoğlu, 2003: 28).

1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji; doğal rezervleri kendiliğinden artan, en önemlisi çevreye sera gazı emisyonu bırakmayan temiz, sürdürülebilir ve güvenilir kaynaklar olarak tanımlanmaktadır (TOBB, 2010: 34). Fosil kaynakların zamanla tükenme eğiliminde olması, maliyet ve fiyatlarındaki artış, fosil yakıtların yanması sonucu insan sağlığına zararlı emisyonların artışı yenilenebilir enerjiye olan talebi artırmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarında istenilen düzeye ulaşılması ile CO₂ emisyonu sonucu oluşan sera gazı gibi insan ve çevreye zararlı maddelerde azalma sağlanacaktır. Aynı zamanda fosil kaynaklı enerjiye olan bağımlılık azalacak ve ülkelerin yerli kaynağı olan yenilenebilir enerji kaynakları ile ekonomik yönden de önemli gelişmeler elde edilecektir (Kıncay vd., 2009: 61).

Enerji alanında yaşanan krizlerden sonra 1980’li yıllarda önemle üzerinde durulmaya başlanılan iki kavram “enerji güvenliği” ve “enerji çeşitlendirilmesi” dir. Bu kavramların enerji için vazgeçilmez unsurlar haline gelmesinden sonra alternatif enerji kaynaklarına önem vermeye başlanmıştır. Fosil kökenli yakıtların çevre ve doğal kaynaklar üzerindeki olumsuz etkileri çevre bilincini ortaya koymuş emisyon yaratmayan yenilenebilir enerji kaynakları “temiz enerjiler” olarak destek görmüştür (Gediz Oral ve Fazlılar, 2016: 102).

Tablo 1.3 Yenilenebilir Enerji Türleri ve Yakıtlar

Enerji türü	Kaynak / yakıt
Rüzgar enerjisi	Rüzgar
Dalga enerjisi	Deniz ve okyanuslar
Güneş enerjisi	Güneş
Hidrojen enerjisi	Hidrojen
Hidrolik enerji	Nehirler
Jeotermal enerji	Yer altı suları
Biyokütle enerjisi	Biyolojik atıklar

Kaynak: TOBB, 2010: 35.

Tablo 1.3'te yenilenebilir enerjiler ve bu enerjileri elde edebilmek için yararlanılan yakıtlar gösterilmiştir. Örneğin jeotermal enerji elde edebilmek için yer altı sularından yararlanılırken, biyokütle enerjisi için biyolojik atıklar kullanılmaktadır.

1.2.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, güneş çekirdeğindeki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi ile füzyon süreci sonunda açığa çıkan ışımaya enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Güneş doğal bir füzyon reaktörüdür ve dünyadan 330000 kat daha büyüktür. Güneş fosil enerji kaynaklarına göre temiz ve çevreci bir enerji kaynağı olmasının yanında enerji arzı açısından tükenmez bir kaynaktır. Güneş enerjisinden yeterince yararlanıldığı takdirde sadece çöllerin kapladığı bölgelerdeki yıllık güneş radyasyonunun bile günümüzde tüketilen enerji miktarının yüzlerce katı olduğu raporlanmaktadır (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 261).

Güneş enerjisi konut ve iş yeri iklimlendirilmesi, sıcak su temini, pişirme, yüzme havuzu ısıtılması, sanayide güneş ocakları, güneş fırınları, güneş pompaları, güneş pilleri, ısı boru uygulamaları, tarımsal teknolojide ise tarım ürünlerinin kurutulmasında kullanılmaktadır. Güneş enerji teknolojileri ısı enerji teknolojileri ve güneş pilleri olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Isıl güneş enerjisi teknolojilerinden ısı elde etmede ve elektrik üretmede yararlanılır. Güneş pilleri (fotovoltaik piller) ise yarı iletken olup güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirir (Varınca ve Gönüllü, 2006: 272).

Güneş enerjisi; potansiyeli, kullanım kolaylığı, temiz ve yenilenebilir olması gibi faktörlerden dolayı diğer alternatif enerji kaynaklarına göre daha yaygın olarak kullanılma imkanı bulunmaktadır. Ancak diğer alternatif enerji kaynaklarına göre yüksek maliyetle kurulması, düşük verim elde edilmesi, düşük kapasite gibi teknolojik ve ekonomik problemlerin giderilmesi güneş enerjisine olan ilgiyi daha da artıracaktır (DEK-TMK, 2009: 1).

Güneş enerjisinin avantajları şu şekilde sıralanmaktadır;

- Temiz olmasının yanı sıra yenilenebilir bir enerji kaynağıdır.
- Kurulumu kolaydır.
- Atık bırakmadığından çevreci bir enerji kaynağıdır.
- Yakıt maliyeti yoktur, kolay işletilebilir tesislerde üretilir, mekanik yıpranması yoktur, modüler (değişebilir) yapıda tesis edilebilir ve uzun yıllar arıza vermeden çalışabilir.
- Güneş pilleri hem güvenli hem de uzun ömürlüdür.

Bu alternatif enerji kaynağının dezavantajları ise şunlardır;

- Güneş pillerinin verimliliğinin düşüktür (%15 civar).
- Fotovoltaik pillerin üretim kaynaklı başlangıç ve tüketim maliyeti yüksektir fakat teknolojik ilerlemelerle birlikte enerjinin giderek yaygınlaşmasından dolayı maliyeti de düşmektedir.
- Kesintili bir kaynaktır ve depolama imkanı sınırlıdır.
- Depolama ünitelerinin bakıma ihtiyaç duymaları ve kısa ömürlü olmaları sistemin verimini azaltmakta ve bu enerjinin üretim maliyetini yükseltmektedir (MEB, 2012: 16-17).

1.2.2.2. Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisi, güneş enerjisinin atmosfer ve yeryüzünü her yerde farklı derecelerde ısıtması sonucu sıcaklık ve basınç farklarından meydana gelmektedir. Rüzgar enerjisi güneş enerjisinin dolaylı ürünü olarak kabul edilebilir ve güneşten yeryüzüne ulaşan enerjinin %2'si rüzgar enerjisi olmaktadır. Bu enerji yöreye özgü olsa da sürekli, bol ve tükenmez bir enerji kaynağı olduğu için önemi giderek artmaktadır (Oskay, 2014: 79).

Rüzgarın hızı yükseklikle orantılı olarak şiddetlenirken, gücü ise hızının küpü ile orantılı olarak artmaktadır. Rüzgardan elde edilecek enerji, rüzgarın kuvvetine ve estiği süreye göre artmaktadır. Dünyada rüzgar değirmenleri ile 4000 MW civarında enerji elde edilmektedir. Rüzgar türbinleri petrol, doğal gaz ve kömür santrallerine göre işletme maliyetinin düşük olmasından dolayı daha ekonomiktir (Küleççi, 2009: 85). Bu türbinler rüzgar santrallerinin ana yapı elemanıdır. Türbinler, hareket halindeki havanın kinetik enerjisini önce mekanik enerjiye daha sonra da elektrik enerjisine dönüştürür. Rüzgar türbinleri dönüş eksenlerinin doğrultusuna göre yatay eksenli ve dikey eksenli olmak üzere iki şekilde üretilirler. Yatay eksenli rüzgar türbinleri en çok tercih edilenlerdir. Bu türbinlerin dönme rüzgar yönüne paralel kanatları ise rüzgar yönüne dik olarak çalışır. Düşey eksenli rüzgar türbinleri ise eksenleri rüzgar yönüne dik ve düşey olup kanatları da düşeydir. Elektrik

üretimi için genellikle şebeke bağlantılı modern rüzgar türbinleri 3 kanatlı, yatay eksenli ve up-wind (önden rüzgarlı) türü kullanılmaktadır. Günümüzde kullanılan rüzgar türbinleri teknolojik gelişmelere bağlı olarak 1,0-0.6 MW gücünde yatay eksenli olanlardır <http://www.enerji.gov.tr> (erişim tarihi: 20.02.2017).

Rüzgar enerjisinin avantajları:

- Temiz, tükenmez, bedava bir enerji kaynağıdır ve emisyon yaratmaz.
- Enerji arzı çeşitliliği ile enerji güvenliği sağlar.
- Yüksek miktarda istihdam ve bölgesel kalkınma sağlar.
- Arazi dostudur, çevresi tarım alanı olarak kullanılabilir.
- Ekonomik, politik ve tedarik riskini ortadan kaldırıp dışa bağımlılığı azaltır.
- Yakıt maliyeti olmadığı için fiyat riski taşımaz.

Rüzgar enerjisinin dezavantajları:

- Gürültü ve görüntü kirliliğine sebep olur.
- Radyo ve televizyon sinyallerini bozabilir.
- Kuş göç yollarında kuş ölümlerine sebep olur (Koçaslan, 2010: 55).

1.2.2.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal kelime olarak yunanca geo (dünya) ve termal (ısı) kelimelerinin birleşmesidir. Fosil yakıtlara alternatif bir enerji kaynağı olan jeotermal dünyanın alt katmanlarında bulunan termal enerji çeşididir. Yenilenebilir enerji kaynağı olduğundan fosil yakıtlara alternatif olarak kullanılmaktadır (Küleççi, 2009: 85). Jeotermal enerji, bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan su ve buhar olarak tanımlanmaktadır. Diğer yer altı-yer üstü sulara göre içerisinde daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuz ve gazlar bulundurmaktadır. Jeotermal sistem ısı kaynağı, rezervuar, ısıyı taşıyan akışkan ve örtü kaya olmak üzere üç ana unsurdan oluşmaktadır (Çetin, 2014: 4). Jeotermal enerji sıcaklıklarına göre kereste ve çimento kurutulması, balık kurutma, şeker ve tuz endüstrisi, ısıtma ve soğutma (konut ve seracılık), yüzme havuzları, damıtma vb. birçok alanda kullanılabilir (YEGM, 2018).

Jeotermal enerji santrallerin bakımı kolay ve yatırımları daha ucuzdur. Yüzeysel tehlikelerden çok fazla etkilenmez. Kısa süreli meteorolojik olaylardan olumsuz etkilenmemektedir. Karmaşık teknoloji gerektirmediğinden üretimi kolay olup, ülkelerin enerji arz güvenliğine pozitif katkı sağlamaktadır. Nükleer santrallerdeki gibi büyük ölçüde kazalara neden olmaz. Sondajlar petrol sondajlarına göre daha sığdır (3000 m'ye kadar, ortalama 1500 m) (Özcan, 2011: 2-3). Çevre kirliliği yok denecek kadar azdır. Jeotermal

akışkanı oluşturan suların kökeninin tamamını meteorik sular oluşturmaktadır. Bu yüzden yer içindeki rezervuarın beslenmesi yağışların miktarından ve türünden etkilenmektedir (Danışman, 2011: 4).

1.2.2.4. Biyokütle Enerjisi

Yeşil bitkilerin fotosentez yöntemiyle güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürerek depolaması sonucu oluşan enerji biyokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Canlı organizmaların kökeni olarak meydana gelen organik madde kaynakları olarak da tanımlanmaktadır. Biyokütle kaynakları karalardan denizlere her yerde bulunabilmektedir. Biyokütle enerjisi, bitkisel kaynaklı atıklar, hayvansal kaynaklı atıklar ve endüstri kaynaklı atıklar tarafından elde edilmektedir (Ünlü ve Koçer 2007: 175-176).

Biyokütle önemli teknik potansiyele sahip yenilenebilir enerji kaynağıdır. Biyokütlenin kullanım alanları arasında ısı elde etme, yakıt ve elektrik üretme gibi alanlar yer almaktadır. Başlıca bileşenleri karbo-hidrat olan bitkisel ve hayvansal kökenli maddelerdir. Bu maddeler biyokütle enerji kaynağı, üretilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak adlandırılmaktadır (Çanka Kılıç, 2011: 97).

Biyokütle enerjisi elde etmek için yanma işlemi sonucunda kömürle kıyaslandığı zaman daha az kül oluşur. Külün ortamdan uzaklaştırılması ise ucuz ve depolama problemi azdır. Ayrıca bu kül tarım alanları için iyileştirici özellik taşımaktadır. Enerji bitkileri daha az gübreleme ve herbisit uygulamasına ihtiyaç duyarlar. Yıl boyunca ise vejetatif büyüme (ağaçların kütük ve köklerinden sürgün ile gelişimi) gösterir. Toprak erozyonunu önler, yaban hayatını geliştirir (Şenpınar ve Gençoğlu, 2006: 52).

Biyokütle enerjisi genel olarak piyasalarda biyodizel, biyoetanol, ve biyogaz olarak kullanılmaktadır.

1.2.2.4.1. Biyodizel

Biyodizel, fosil yakıtlara alternatif olarak görülen yakıtlardan birisidir. Biyodizel, hayvansal veya bitkisel yağlar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından edinilen, toksin olmayan, doğada hızlı ve kolay bozunabilir çevreye dost bir yakıttır. Geleneksel dizel motorlarda bazı modifikasyonlarla veya modifikasyona gerek kalmadan kullanılabilir (Işıklı vd., 2011: 20).

Biyodizel, kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden edinilen yağların ya da hayvansal yağların bir katalizatör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol veya etanol) reaksiyonu sonucunda ortaya çıkan bir yakıt olarak tanımlanabilir. Biyodizel elde

etmek için kullanılmış kızartmalık yağlar ve hayvansal yağlar hammadde olarak kullanılabilir. Biyodizel saf bir şekilde yakıt olarak kullanıldığı gibi, her oranda petrol kökenli dizelle karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir. Saf biyodizel ve dizel-biyodizel karışımları herhangi bir dizel motoruna, motor üzerinde herhangi bir modifikasyona gerek kalmadan veya küçük değişikliklerle kullanılabilir (Çsb, Çygm, 2010: 35). Örneğin B5; %5 oranında biyodizel ve %95 oranında geleneksel dizel içermektedir. Benzer şekilde B50 yarı yarıya biyodizel ve geleneksel dizeli içermektedir. B100 ise yakıtın tümünün biyodizelden oluştuğunu ifade etmektedir (YEGM, 2018).

Biyodizel yakıt olarak, geleneksel dizele göre emisyonlar, setan sayısı, parlama noktası ve yağlayıcı özellikleri yönünden daha avantajlıdır. Aynı zamanda aromatik içermemekte ve yapısında %10-12 oranında oksijen bulundurmaktadır. Dizel yakıtına belli oranda eklendiği zaman ise egzoz emisyonlarından CO, HC ve partikül miktarında azalma görülmüştür. Biyodizelin yapısında yakıtlarda bulunan ve yanma sonucu asit yağmurlarına sebep olan sülfür bulunmamaktadır. İçerisinde sülfür bulunmaması ise biyodizeli çevre dostu bir yakıt yapmaktadır. Biyodizel doğada %99,6 oranında biyolojik olarak parçalanabilmektedir. Biyodizeli oluşturan C16-C18 metil esterleri kolayca ve hızla bozulabilmektedir. Biyodizel suya bırakıldığında 28 günde %95'i bozulurken, dizel yakıtının ise %40'ı bozulabilmektedir (Alptekin ve Çanakçı, 2006: 61).

1.2.2.4.2. Biyoetanol

Biyoetanol en yaygın kullanılan biyoyakıt çeşididir. Biyoetanol üretiminin %95'ten fazlası tarımsal ürünlerin işlenmesi yoluyla sağlanmaktadır. Bir çok ülkede biyoetanol kullanımı yenilenebilir enerji politikaları kapsamında zorunlu hale getirilmiştir (Horuz vd., 2015: 73). Üretiminde hammadde olarak şeker pancarı, buğday, mısır, nişasta ya da selülöz özlü tarımsal ürünler kullanılmaktadır. Biyoetanol benzin ile çeşitli oranlarda harmanlanarak kullanılmaktadır. Sıvı halde olup, renksizdir. Ancak kendine has bir kokuya sahiptir. Yüksek oktanlı bir yakıt (113) olmakla birlikte kaynama noktası 78,5°C, donma noktası ise -114,1°C'dir. Biyoetanol 20°C de 0,789 gr/ml yoğunluğa sahiptir. İçten yanmalı motorlara herhangi bir modifikasyona ihtiyaç olmadan %10 oranında harmanlanarak kullanılabilir. Biyodizelde olduğu gibi çeşitli oranlarda benzinle harmanlanmaktadır. E10 (%10 Biyoetanol+ %90 Benzin) ve E85 (%85 Biyoetanol+ %15 Benzin) en çok kullanılan karışım türleridir (YEGM, 2018).

Biyoetanol yerli, yenilenebilir bir yakıt kaynağı olduğundan fosil kökenli yakıtlara olan enerjide dışa bağımlılığı azaltmaktadır. Üretimi, saklanması ve nakliyesi diğer yenilenebilir

enerji kaynaklarına göre kolaydır. Biyoyakıtlar fosil yakıtlardan %40-80 daha az sera gazı yaydığı için temiz bir enerji kaynağıdır. Bu kapsamda sera gazı emisyonlarını azalttığından küresel ısınma ile mücadelede avantaj sağlar. Tüm bunların yanı sıra kırsal kesimde yeni iş olanakları yarattığı için bölgesel kalkınmaya pozitif katkı sağlar (Adıgüzel, 2013: 205).

1.2.2.4.3. Biyogaz

Biyogaz, biyokütlenin anaerobik çürüme ile oksijensiz ortamda işlenmesi sonucu elde edilen yanıcı bir gaz olarak tanımlanabilir. Biyogazın, yanıcı diğer gazlardan farkı yalnızca hayvansal veya bitkisel organik hammaddelerden üretilmesidir. Biyolojik atıklar, gıda sanayi kaynaklı organik atıklar, mısır veya şeker pancarı gibi enerji bitkileri ile hayvan besiciliğinden oluşan hayvansal dışkılar biyogaz tesislerinin hammaddesidir. Hayvansal, bitkisel ve endüstriyel atıklardan biyogaz elde edilmesi hem ekonomik hem çevre açısından olumlu etkilere sahiptir (Çelikkaya, 2016: 7).

Ekonomilerde sürekli olarak atık üretildiğinden, biyogaz da yenilenebilir bir enerji türü olarak tanımlanmaktadır. Biyogaz üretimi bir ekonomide atık yönetimi sağlamasının yanı sıra fosil yakıtlara alternatif bir enerji olarak da önem arz etmektedir. Biyogaz genellikle üretildiği bölgeye yakın yerlerde tüketilmektedir. Isı üretimi biyogazın en yoğun kullanım şeklidir. Biyogaz doğal gaz sistemleri için inşa edilmiş su kazanlarında ilave ön arıtım yapmaya gerek olmadan kolaylıkla kullanılabilir. Biyogaz daha çok ısınma amaçlı kullanılsa da her geçen gün ulaşım sektöründe de yakıt olarak kullanımı artmaktadır (Yılmaz, 2009). Biyogaz, elektrik üretiminin yanı sıra, ısı ve buhar üretimi, araç yakıtı ve yakıt pili olarak da çeşitli alanlarda kullanılabilir. Biyogaz fosil yakıtları ikame ettiğinde sera gazı salınımlarını azaltsa da, üretimi esnasında az miktarda fosil yakıt kullanmaktadır. Tüm bunların yanı sıra biyogaz üretimi esnasında ortaya çıkan yan ürünler de çeşitli amaçlarla kullanılabilir (Çallı, 2012).

1.2.2.5. Hidrolik Enerji

Hidrolik enerji, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile elde edilen enerji olarak tanımlanır. Fosil kaynaklara alternatif bir enerji kaynağı olmasının yanında çevreye zararlı etkilerinin az olması, yerli kaynaklardan elde edilmesi ve güvenilir bir arz sağlaması ile hidrolik enerjinin önemi gittikçe artmaktadır (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 267).

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında bulunan hidrolik enerji yapılan alanlardaki tesislerden önce kullanılmayan su santralini kurulmasıyla birlikte ülke ekonomisi için kazançtır.

Santrallerin kuruluş, işletme ve onarım maliyetleri dışında hammadde masrafı yoktur. Biriktirmeli hidroelektrik santraller enerji talebindeki değişimlere uyum sağlamaktadır (Şenpınar ve Gençoğlu, 2006: 50).

Hidrolik enerji, en ucuz ve en geniş yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılmasına rağmen yararlarının yanında ekolojik zararları da bulunmaktadır. Biyolojik çeşitliliğin yok olması, serbest akarsuların kesilmesi, toprak erozyonu ve insan topluluklarının yer değiştirmesi etkileri de vardır (Önal ve Yarbay, 2010: 82). İnşaat aşamasında su alma yapıları bulunan regülatörler küçük bir baraj gibi faaliyette bulunarak akarsuların doğal akımını bozucu etkiler yapmaktadır. Nehrin bütünlüğünde oluşan bozulmadan dolayı balık göç ve geçişi, hayvan geçişi etkilenmektedir. İnşaat aşamasında toprak yüzeyi sıyrıldığı için arazide tahribat ve erozyon oluşmaktadır. Ayrıca tarımsal alanda sulamada sorunlar çıkmakta ve üretimde düşmektedir. Proje alanlarındaki ağaç kesimi orman kalitesini düşürmekte, su miktarında yaşanan değişim taban suyu ve yer altı su değerlerini değiştirmektedir. Sonuç olarak tüm bunlar jeolojik yapıyı ve ormanları olumsuz etkilemektedir (Ürker ve Çobanoğlu, 2012: 68).

1.2.2.6. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen doğal bir enerji kaynağı olmayıp fosil kaynaklar, su ve biyokütleden elde edilen sentetik bir yakıttır. Üretim aşamasında buhar iyileştirme, atık gazlarının saflaştırılması, elektroliz, foto süreçler, termo kimyasal süreçler, radyoliz gibi birçok üretim teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Üretim aşaması tamamlanan hidrojen ise uzak mesafelere boru hatları ve tankerler yardımıyla ulaştırılmaktadır (Tutar ve Eren, 2011: 5).

Hidrojenin, enerji arz ve talep dengesini sağlayabilmek için depolama alanlarına ihtiyaç olmaktadır. Kullanımının yaygınlaşmasını sağlamak için daha küçük hacme daha fazla hidrojen depolayan sistemler üzerinde çalışılmalıdır. Hidrojen, gaz ve sıvı formunda olduğu gibi metal hidrürler, kimyasal hidrürler ve nanotüpler tarzında katı maddeler içinde de muhafaza edilmektedir (Ural ve Karaca, 2016: 150).

Hidrojen enerjisi 21. yüzyıla damgasını vuracak enerji kaynağı olarak görülmektedir. Taşıma kolaylığı ve güvenliği olan sanayi, ev ve taşıtlar gibi farklı alanlarda kullanılabilen, tükenmez, temiz, ısı, elektrik ve mekanik enerjiye kolay dönüşebilen bir enerji çeşididir. Karbonsuz, ekonomik ve hafif bir enerji olmasından dolayı güneş ömrü olduğu sürece yararlanılabileceği düşünülmektedir. Hidrojen, renksiz ve kokusuz olmasının yanında 2.016 moleküler ağırlığı ile en hafif element olarak görülmektedir. Havanın yoğunluğundan 14 kat küçük yoğunluğa sahiptir (standart sıcaklık ve basınçta 0,08376 kg/m³'tür). Birim kütle başına en yüksek enerji yoğunluğunda ve ısı değeri 141,9 MJ/kg'dır (Tezcan Ün, 2003: 17).

1.2.2.7. Dalga Enerjisi

Dünyadaki toprak ve suların farklı ısınmasından dolayı oluşan rüzgarların deniz yüzeyinde esmesi sonucu dalgalar meydana gelmektedir. Deniz dalgalarındaki gücü belirlemek için dalga yüksekliği, dalga hareketi, dalga boyu ve su yoğunluğundan yararlanılmaktadır. Dalga yüksekliğini ise rüzgar hızı, rüzgarın esme zamanı, esen rüzgarın su ile arasındaki uzaklık ve su derinliğini belirlemektedir. Dalga büyüklüğüne göre enerji elde edilmektedir (Işık Gülsaç, 2009: 59).

Dalga enerjisi potansiyelini belirleyebilmek için tesis yapılacak bölge de uzun yıllara dayanan ve yüksek maliyetli ölçümler yapılmaktadır. Bu ölçümler masraflı olduğu için yapılamıyorsa daha ekonomik olan rüzgar ölçümleri tercih edilmektedir. Rüzgar-dalga arasındaki bağıntıyı ortaya çıkaran birçok ölçümden elde edilmiş yarı ampirik formüllerle de dalga enerjisi hesaplamalarına ulaşılabilmektedir (Kaplunan, 2014: 66).

Dalga enerjisini bütün kıyılarda aynı oranda elde etmek imkansızdır. Ayrıca deniz dalga konvertörlerinin tek sıra halinde dizilmesi gerekli olmadığı için açık cephe kıyı uzunluğu büyük önem taşımamaktadır. Dalga konvertörlerinin, deniz rüzgar türbinleri ile bütünleşmiş bağlantılı ve şebekeyi besleyen türleri tercih edilmektedir (Uygur vd, 2016: 9).

Dalga enerjisinin avantajları:

- Temiz, doğal dengeyi koruyan ve devamlı bir enerji kaynağıdır.
- Her dalga yüksekliğinden istenilen enerji alınabilir.
- Fiziksel, kimyasal ve organik kirleticiler içermemektedir.
- Açık deniz yapılarının elektrik ihtiyaçları karşılanabilir.
- Balık çiftlikleri, su altı balıkçılığı ve su altı sporları için uygun ortam sağlanabilir.

Dalga enerjisinin dezavantajları:

- Uzun dönemli istatistik değerlere ihtiyaç var.
- Korozif etkilerden korunmalıdır.
- Nakil hatların yapım ve bakım maliyeti yüksektir.
- Hidrodinamik çevreyi etkiler.
- Türbin gürültüsü rahatsız edicidir.
- Deniz trafiği düzenleme gerektirir (Önöz, 2013: 14-15).

Yukarıda detaylı bir şekilde ele alındığı gibi, yenilenebilir enerjinin üretilmesi için doğal süreçlerden faydalanılmaktadır (Bozkurt ve Kurtoğlu, 1980: 94). Bilindiği gibi halen birçok ülkede enerji için ağırlıklı olarak kömür, petrol ve doğal gaz kullanılmaktadır. Fosil yakıtlar olarak sınıflandırılan bu kaynaklar yenilenebilir enerji değildir ve arzları sınırlıdır. Fiyatları pahalıdır ve istikrarlı değildir. Çevreye zararlı atıklar bırakılmaktadır. Bunların

aksine güneş, rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynakları sürekli olarak kendilerini yeniledikleri için tükenmezler. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çoğu doğrudan ya da dolaylı olarak güneşten kaynaklanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları yerlidir ve az ya da çok her ülkede bulunmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir büyüme açısından tüm dünya ülkeleri için yüksek öneme sahiptir (Başol vd., 2007).

1.3. Dünya Enerji Piyasası

Dünyada enerji tüketimi ekonomik büyüme, teknolojik gelişme ve nüfus artışı gibi faktörlere bağlı olarak sürekli artış halindedir. 1990'lı yıllardan sonra gelişmiş ülkelerin enerji talebinde düşüşler olurken gelişmekte olan ülkelerin enerji talepleri sürekli büyüme göstermektedir (Yılmaz, 2012: 34).

Enerji, ekonomik ve sosyal gelişme açısından önemli bir girdi olmasından dolayı ülkelerin politikalarını doğrudan etkilemektedir. Günümüzde nüfus artışı, gelir artışı, sanayileşme ve teknolojik ilerlemeler dünya enerji ihtiyacını hızla artırmaktadır. Azalan enerji kaynakları ve artan enerji talebi ülkeler arasında kutuplaşmaları hatta enerji savaşlarını beraberinde getirmektedir. En önemli enerji kaynaklarından olan doğal gaz ve petrolün yüzyıl sonuna kadar rezervlerinin biteceği yönündeki tahminler enerji politikalarını hızlandırmaktadır. Mevcut enerji rezervlerini en iyi şekilde kullanmak, alternatif enerji kaynaklarına yatırım ve fosil kaynak kullanımı sonucu oluşan sera gazı salınımını azaltmak bu politikalardan sadece birkaçıdır (Karaman ve Aksay, 2015: 10).

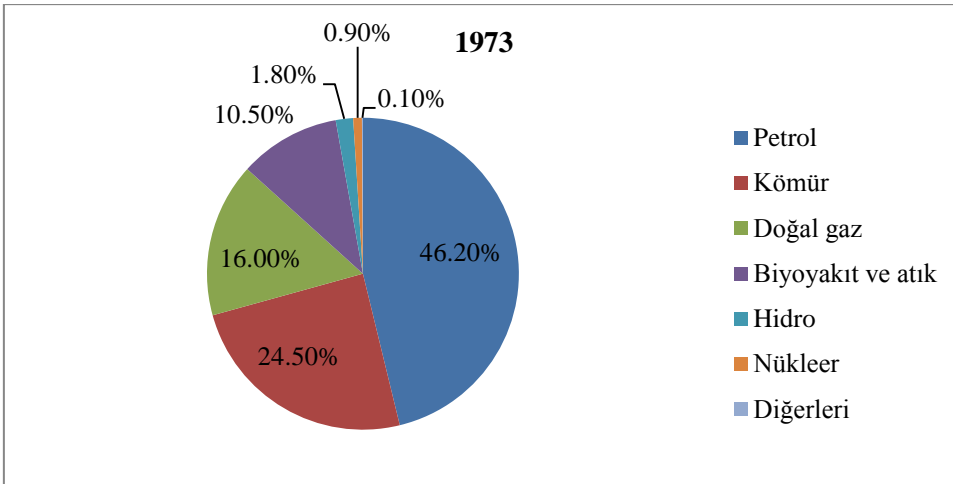
Tarihsel süreçte enerji gelişimi incelendiğinde; 18. yy'da odun, rüzgar ve su gücünden sağlanan teknikler ile enerji ihtiyacı giderilmekte iken bunlardan en önemlileri su ve rüzgar değirmenleriydi. 1769 da James Watt'ın buhar makinesini geliştirmesiyle enerji üretiminde alışılan tekniklerin dışına çıkmıştır. Bu gelişmeleri içten yanmalı motorlarla birlikte kömür ve 20. yy'da motorlu yol trafiği ile birlikte petrolün insan hayatına girmesi takip etmiştir (Dinçer ve Aslan, 2008: 61).

Enerji üretimi ve tüketimi açısından OECD ülkeleri dünyanın en büyük ekonomisine sahip ülkelerdir. 34 ülkeden oluşan OECD ülkeleri Dünya Bankası'na göre Macaristan, Türkiye ve Meksika dışında gelişmiş ülkeler olarak kabul edilmekte ve uluslararası piyasaları yönlendirmektedir. Enerji üretimi ve tüketimi açısından ABD ilk sıralarda yer almaktadır. ABD petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtların yanı sıra nükleer enerjinin üretim, tüketim ve dış ticaretinde de ilk üç ülke arasında yer almaktadır. ABD'nin yanı sıra Kanada, Norveç, Avustralya, Fransa ve İsveç enerji üretim ve tüketimi açısından dünyada önde gelen diğer ülkelerdendir. Norveç Avrupa Kıtası'nda en büyük petrol ve doğal gaz rezervine sahip olan

ülkedir. Bu nedenle de Avrupa'nın en büyük petrol üreticisi dünyanın ise üçüncü büyük doğal gaz ihracatçısı olmaktadır. 2011 yılı ile birlikte bir diğer OECD ülkesi olan Avustralya dünyanın ikinci büyük kömür ihracatçısı konumundadır. Zengin hidrokarbon ve uranyum kaynaklarına sahip olduğu için uranyum ihracatında da dünya üçüncüsüdür. Aynı zamanda sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) ihracatında dünya üçüncüsü olmaktadır (Tezcan, 2014: 120).

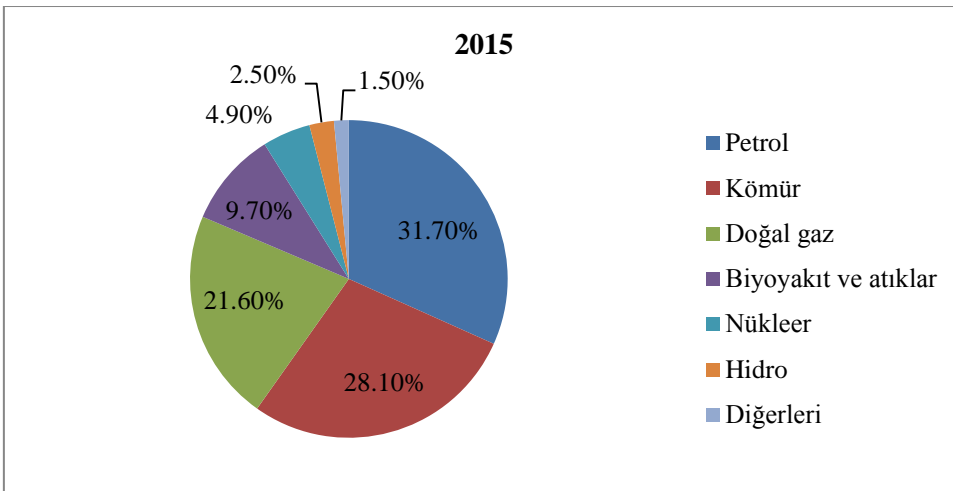
AB sürdürülebilir bir enerji politikası için iklim değişikliği ile mücadeleyi temel politika olarak belirlemiştir. Bu nedenle Avrupa Komisyonu tarafından 2007'de Enerji ve İklim Değişikliği Paketi hazırlanmış ve 2020'ye kadar gerçekleştirilmesi planlanan üç hedef belirlenmiştir. İlk olarak sera gazı oranlarının 2020 yılına kadar 1990 yılına oranla en az %20 azaltılması, küresel bir hedef belirlenmesi durumunda ise, %30 azaltılması hedeflenmiştir. Enerji arzında yenilenebilir enerji payının 2020 yılına kadar %20'ye çıkarılması ve taşıtlarda kullanılan benzin ve dizel yakıtlarının içinde en az %10 oranında biyoyakıt bulunması hedeflenmiştir. Birincil enerji tüketiminde 2020 yılına kadar %20 tasarruf sağlanması da belirlenen hedeflerdendir (Bayraç ve Çildir, 2017: 205).

Yenilenebilir enerji kaynakları ve doğal gaz önümüzdeki yıllarda küresel enerji sistemlerindeki büyük dönüşümlerin sonucu olarak enerji talebini karşılamak için yarış halinde olacaktır. Küresel petrol talebi çoğunlukla kara nakliyesinde, havacılıkta, petrokimyasallarda kolay alternatifinin bulunmaması nedeniyle 2040 yılına kadar büyümeye devam edecektir. Kömür tüketiminde ise önümüzdeki 25 yıl içerisinde hava kirliliği ile mücadele ve yakıt çeşitliliği gibi çalışmalardan dolayı yeteri kadar gelişme görülmemektedir. 4 Kasım'da yürürlüğe giren Paris Antlaşması, küresel ısınmaya karşı mücadelede atılmış önemli bir adımdır. Ancak istenilen iklim hedeflerine ulaşmak son derece zorlayıcı olduğu için karbonizasyon ve verimlilik aşamalarında daha adımlar atılması gerekmektedir. Atılan bu önemli adımlarla 2000 yılından bu yana karbon emisyonlarında görülen artış yılda 650 milyon ton iken 2040'da ise yılda 150 milyon ton civarında gerçekleşmesi beklenmektedir. Bu önemli bir başarı olarak kabul edilse de, ortalama küresel sıcaklıktaki artışın 2100 yılına kadar 2,7 °C'ye kadar sınırlanabileceği varsayılmaktadır. Daha düşük karbon teknolojileri ve enerji verimliliğini hızlandıracak politikaların tüm sektörlerde uygulamasının sağlanması ile küresel sıcaklık artışının 2 °C'ye düşürüleceğine inanılmaktadır <https://www.iea.org> (11.09.2016).



Şekil 1.1 Yakıt Türlerine Göre Toplam Enerji Arzı, 1973

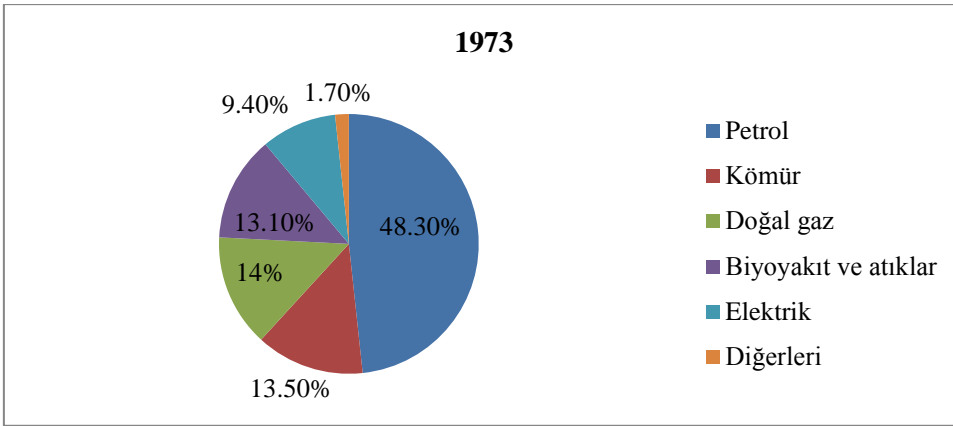
Kaynak: IEA, 2017: 6.



Şekil 1.2 Yakıt Türlerine Göre Toplam Enerji Arzı, 2015

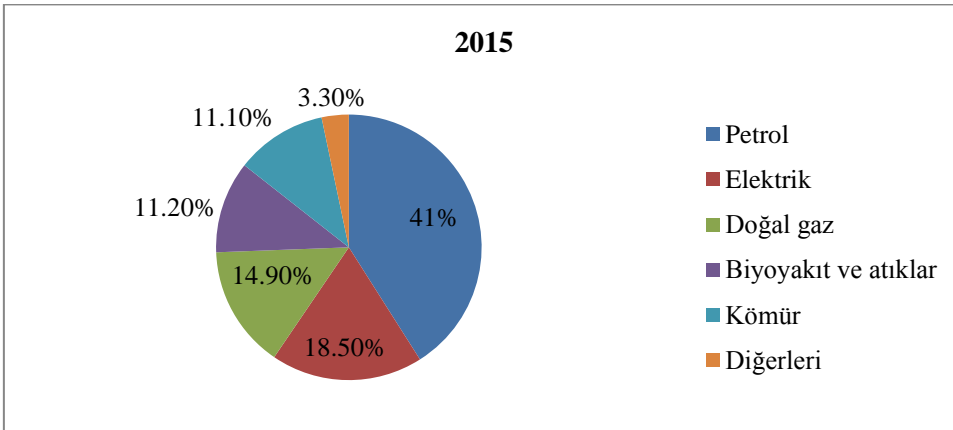
Kaynak: IEA, 2017: 6.

1973 yılında toplam enerji arzı 6.101 Mtoe iken 2015 yılında 13.647 Mtoe'ye yükselmiştir (IEA, 2017: 6). Şekil 1.1 ve 1.2'de görüldüğü üzere 1973 yılında toplam enerji arzının %46.2'si petrolden karşılanırken, %24.5'i kömür ve %16'sı doğal gaz tarafından karşılanmaktadır. Aynı yıl toplam enerji arzında biyoyakıtlar ve atıkların oranı %10,5, hidro enerji %1.8 ve nükleer enerjinin payı ise %0.9'dur. 2015 yılında ise petrolün toplam enerji arzındaki oranı %31.7'e gerilerken kömürün oranı %28.1'e ve doğal gaz ise %21.6'ya yükselmiştir. Nükleer enerjide 1971'den bu yana toplam enerji arzında artış gösteren enerji kaynaklarından olmuş ve %0.9'luk oranı %4.9'a çıkmıştır. 1973 yılından günümüze petrol, doğal gaz ve kömür enerjide ilk üç olurken yaşanan krizlerden ve enerji arz sorunlarından dolayı petrolde düşüş meydana gelmiştir. Ayrıca nükleer enerji ve alternatif enerji kaynaklarında artışlar görülmektedir.



Şekil 1.3 Yakıt Türlerine Göre Dünya Toplam Enerji Tüketiminin Payları, 1973

Kaynak: IEA, 2017: 34.



Şekil 1.4 Yakıt Türlerine Göre Dünya Toplam Enerji Tüketiminin Payları, 2015

Kaynak: IEA, 2017: 34.

1973 yılında dünya toplam yakıt tüketimi 4. 661 Mtoe iken 2015 yılında bu oran 9.384 Mtoe seviyesine yükselmiştir (IEA, 2017: 34). Şekil 1.3 ve 1.4'te de görüldüğü üzere 1973 yılında en fazla yakıt tüketimi %48.3 oranla petrole ait iken ikinci sırada %14 oranla doğal gaz gelmektedir. 2015 yılında ise petrol yine birinci sırada yer alırken %48'den %41'e gerilemiştir. Bu da gösteriyor ki petrole olan bağımlılık azaltılmaya çalışılarak alternatif kaynaklara yönelim olmuştur. Yine 2015'te tüketimde ikinci sırada %18.5 payla elektrik ve %14.9 oranla doğal gaz gelmektedir.

1.3.1. Dünya Fosil Enerji Piyasası

Dünya genelinde başta petrol, kömür, doğal gaz ve nükleer enerji olmak üzere fosil enerji tüketimine bakıldığında artan bir trendin olduğu söylenebilir. Bu alt başlıkta ülkelerin genel olarak fosil enerji türlerinde arz ve tüketim bilgilerine yer verilecektir.

Tablo 1.4 Küresel Düzeyde Fosil Enerji Tüketim Değerleri, (Milyon TEP)

Sıra	ÜLKE	2013	2014	2015	Dünya Toplamındaki Payı (%)
1	Çin	2.903,9	2.970,3	3.014,0	22,9%
2	ABD	2.271,7	2.300,5	2.280,6	17,3%
3	Hindistan	626,0	666,2	700,5	5,3%
4	Rusya	688,0	689,8	666,8	5,1%
5	Japonya	465,8	453,9	448,5	3,4%
6	Kanada	335,0	335,5	329,9	2,5%
7	Almanya	325,8	311,9	320,6	2,4%
8	Brezilya	290,0	297,6	292,8	2,2%
9	Güney Kore	270,9	273,1	276,9	2,1%
10	İran	247,6	260,8	267,2	2,0%
11	Suudi Arabistan	237,4	252,4	264,0	2,0%
12	Fransa	247,4	237,5	239,0	1,8%
13	Endonezya	175,0	188,3	195,6	1,5%
14	Birleşik Krallık	201,4	188,9	191,2	1,5%
15	Meksika	188,9	190,0	185,0	1,4%
16	İtalya	155,7	146,8	151,7	1,2%
17	İspanya	134,2	132,1	134,4	1,0%
18	Avustralya	130,7	129,9	131,4	1,0%
19	Türkiye	120,3	123,9	126,9	1,0%
20	Tayland	120,3	123,4	124,9	0,9%
21	Güney Afrika	124,6	128,0	124,2	0,9%
22	Tayvan	109,9	111,4	110,7	0,8%
23	BAE	97,2	99,0	103,9	0,8%
24	Polonya	96,0	92,4	95,0	0,7%
25	Ukrayna	114,7	101,0	85,1	0,6%
	TOPLAM	12.873,1	13.020,6	13.147,3	100,0%

Kaynak: ETKB, 2017: 6.

Tablo 1.4'te bazı ülkelerin küresel düzeyde birincil enerji tüketimleri gösterilmektedir. Çin, Hindistan ve ABD ilk üç sırada yer alırken, Türkiye dünyada birincil enerji tüketiminde 19. sırada yer aldığı görülmektedir. Gelişmiş ülkelerde birincil enerji tüketim miktarının diğer ülkelere göre daha fazla olduğu görülmektedir. Toplam birincil enerji tüketimi 2013 yılında 12.873,1 milyon TEP iken 2014 yılında 13.020,6 milyon TEP ve 2015 yılında ise 13.147,3 milyon TEP olarak gerçekleşmiştir. Birincil enerji tüketiminde yıllar itibariyle bazı ülkelerde düşüş olmasına rağmen genel olarak artış söz konusudur.

1.3.1.1. Dünya Petrol Piyasası

Petrol ilk olarak ABD'nin Kaliforniya eyaletinde bulunmuştur. Daha sonra İngiltere'de de bulunması petrolü dünya gündemine getirmiştir. İlk petrol rafinesi ise 1863 yılında Bakü'de kurulmuştur. 1877-1878 döneminde Apsheron petrol bölgesinden Bakü'ye kurulan hat ilk petrol hattı olmuştur. Birinci dünya savaşı sırasında İngiltere petrolün %80'lik kısmını Birleşik Devletlerden karşılamaktaydı. İran ise Ortadoğu'nun tek petrol üreticisi konumunda bulunmaktaydı. Fakat İran'ın petrol üretimi o dönemlerde dünya üretim rakamlarına göre oldukça düşüktür. Birleşik Devletler 1913'te İran'ın 140 katı petrol üretmiştir (Avcı, 2014: 2).

2016 yılında küresel düzeyde ispatlanmış ham petrol rezervi 1.706 milyar varil olarak belirlenmiştir. Dünya petrol rezerv miktarında 2015 yılı ile kıyaslandığında çok düşük oranda artış yaşanmıştır. En büyük rezerv artışı ise 10,5 Irak'ta iken en büyük rezerv düşüşü ise 0,6 milyon varil ile Trinidad ve Tobago'dadır. Petrol rezerv ömrü ise 2015 yılında 50,7 yıl iken 2016 yılında 50,6 yıla gerilemiştir. Petrol ise birincil enerji kaynakları arasında 2016 yılı itibari ile dünya enerji talebinin %33,3 'ünü karşılamıştır (ETKB, 2018).

1973 yılında toplam ham petrol üretimi 2.869 Mt'dir. Bölgesel olarak bakıldığında Orta Doğu %36.7 ile en fazla üretim oranına sahip ülkedir. Bunu %23.9 ile OECD ülkeleri takip etmektedir. Diğer ülkelere bakılırsa OECD dışı Avrupa ve Avrasya %15.7, Afrika %10.1, OECD dışı Amerika %8.5, Asya %3.2 ve Çin %1.9 ile diğer petrol üreten ülkelerdir. 2016 yılında ise petrol üretimi 4.321 Mt olarak gerçekleşmiştir. Orta Doğuda petrol üretimi %33.6 iken OECD de %24.5'tir. Afrika %8.4 ile üretimde gerileyen ülkelerden iken Çin %4.6 ile 1973 yılına göre artış göstermiştir (IEA, 2017: 12).

Tablo 1.5 Petrol Üreticileri, Petrol Net İhracatçıları, Petrol Net İthalatçıları (Mt)

Üreticiler	2016 Milyon Ton (Mt)	Dünya Toplamının (%)	Net İhracatçılar	2015 Milyon Ton (Mt)	Net İthalatçılar	2015 Milyon Ton (Mt)
Suudi Arabistan	583	13.5	Suudi Arabistan	369	Amerika Birleşik Devletleri	348
Rusya Federasyonu	546	12.6	Rusya Federasyonu	243	Çin Halk Cumhuriyeti	333
ABD	537	12.4	Irak	148	Hindistan	203
Kanada	220	5.1	Birleşik Arap Emirlikleri	125	Japonya	165
İran İslam Cumhuriyetleri	200	4.6	Kanada	116	Kore	139
Çin Halk Cumhuriyeti	200	4.6	Nijerya	104	Almanya	91
Irak	191	4.4	Kuveyt	100	İtalya	67
Birleşik Arap Emirlikleri	182	4.2	Venezuela	98	İspanya	65
Kuveyt	159	3.7	Angola	86	Hollanda	59
Brezilya	135	3.1	İran Halk Cumhuriyeti	64	Fransa	57
Dünyanın Geri Kalanı	1368	31.8	Diğerleri	539	Diğerleri	514
Dünya	4 321	100.0	Toplam	1.992	Toplam	2.041

Kaynak: IEA, 2017: 13.

Tablo 1.5'te 2016 yılında dünya da ilk üç sırada petrol üretimi gerçekleştiren ülkeler Suudi Arabistan (583 Mt), Rusya Federasyonu (546 Mt) ve ABD (537Mt) olarak sıralanmaktadır. 2015 yılı petrol ihracatında ise Suudi Arabistan (369 Mt) ile ilk sırada yer alırken daha sonra Rusya Federasyonu (243 Mt) ve Irak (148 Mt) gelmektedir. 2015 yılı ithalat verilerine bakıldığında ABD (348 Mt), Çin (333 Mt) ve Hindistan'ın (203 Mt) en çok petrol ithalatı yapan ülkeler olduğu görülmektedir. ABD'nin üretimde ilk sıralarda yer alırken ithalat yapan ilk üç ülkeden biri olması üretimin ülke tüketimini karşılamadığını göstermektedir.

Petrol, küresel enerji tüketiminin üçte birini oluşturan dünyanın lider yakıtları arasında yer almaktadır. 1999'dan 2014'e kadar 15 yıllık düşüşün ardından petrol ikinci çeyrekte küresel pazar payı kazanmıştır. Küresel petrol tüketimi artışı, günde ortalama 1.6 milyon varil (Mb/d) olurken, %1,2 olan 10 yıllık ortalama bir önceki yıla göre %1.6 artış göstermiştir. Çin (400.000 b/d) ve Hindistan (330.000 b/d) en büyük artış sağlayan ülkelerin başında

gelmektedir (BP, 2017: 2). 1973 yılında 2.252 Mtoe olarak gerçekleşen dünya petrol tüketimi 2015 yılında 3. 840 Mtoe olarak gerçekleşmiştir. 2015 yılında petrol tüketiminde sektör olarak ilk üç sırada ise ulaşım (%49.7), endüstri (%8) ve havacılık (%7.5) gelmektedir (IEA, 2017: 39).

1.3.1.2. Dünya Kömür Piyasası

Kömürün ilk kullanımı MÖ 1000'li yıllara dayanmaktadır. 18 ve 19 yy'da Sanayi Devrimi ile birlikte kömür talebi büyük artış göstermiştir. 1910-1920 yılları arasında kömürün enerji tüketimindeki payı %60'larda iken 1960'lı yıllarda ise petrol kullanım oranı artmaktadır. Doğal gaz ve petrolle birlikte talebinde düşüş meydana gelen kömürün 1970'li yıllardaki petrol krizlerinden sonra gerilemesi durmaktadır. Ancak daha sonraları çevre sorunlarının artması sera gazı emisyonları gibi sebeplerden dolayı kömür kullanımında büyük değişiklikler gözlenmemektedir (Tamzok, 2013: 2).

Dünya toplam antrasit ve alt bitümlü kömürler ve linyit rezervlerinin 891 milyar ton olduğu raporlanmaktadır. Kömür rezervleri dünya genelinde miktar olarak çok olmasının yanı sıra coğrafi olarak da dünyanın neredeyse tüm bölgelerine yayılmış durumdadır. Her ne kadar kömür rezervleri 100'den fazla ülkede olsa da, dünya kömür rezervinin 3/4'ü toplam 4 ülkededir. En fazla rezerv %27.5 pay ile ABD'de bulunmaktadır (237,3 milyar ton). ABD'yi %17.6 pay ile Rusya (157 milyar ton), %12.8 pay ile Çin (114,5 milyar ton), %8.6 pay ile Avustralya (76,4 milyar ton) takip etmektedir. 2015 yılı dünya toplam kömür üretimi ele alındığı zaman küresel düzeyde kömür rezervlerinin yaklaşık 114 yıl ömrü olduğu hesaplanmıştır (ETKB, 2018).

1973 yılında dünya toplam kömür üretimi 3.074 Mt'dir. OECD %55.6 oranlık payla kömür üretiminde ilk sırada yer almaktadırlar. Daha sonra %24.5 ile OECD dışı Avrupa ve Avrasya ülkeleri gelmektedir. Bunları Afrika %22, Çin %13.6 ve Asya %3.9 ile takip etmektedir. 2016 yılında ise dünya kömür üretimi toplamı 7.269 milyon ton petrol eşdeğeri (Mtoe) olmaktadır. Bu oranlarla Çin %44.5 oranla ilk sıraya ilerlerken, OECD %23.7 ile ikinci sıraya düşmektedir. Daha sonra ise %18.1 ile OECD dışı Asya gelmektedir (IEA, 2017: 16).

Dünya kömür tüketimi 1973 yılında 631 Mtoe olarak gerçekleşirken 2015 yılında 1.044 Mtoe seviyesine yükselmiştir. Kömür tüketiminde ilk sırada yer alan sektörler demir ve çelik (%29.3), metalik olmayan mineraller (%22.2) ve kimyasal ve kimyasal-petrokimya (%10.5) yer almaktadır.

Global kömür tüketimi 53 milyon ton petrol eşdeğeri (Mtoe) ile %1.7 oranında düşmüştür. Kömür tüketimindeki en büyük düşüş ABD'de (-33 Mtoe, %8.8 düşüş) ve Çin'de (-26 Mtoe, -1.6%) gerçekleşmiştir. Kömürün birincil küresel enerji tüketimindeki payı %28,1'dir ve bu oran 2004'ten beri en düşük paydır (BP, 2017: 2).

Tablo 1.6 Kömür Üreticileri, Net İhracatçılar ve Net İthalatçılar, 2016

Üreticiler	Milyon Ton (Mt)	Dünya Toplamı (%)	Net İhracatçılar	Milyon Ton (Mt)	Net İthalatçılar	Milyon Ton (Mt)
Çin Halk Cumhuriyeti	3 242	44.6	Avustralya	389	Çin Halk Cumhuriyeti	247
Hindistan	708	9.7	Endonezya	367	Hindistan	199
ABD	672	9.2	Rusya Federasyonu	147	Japonya	189
Avustralya	503	6.9	Kolombiya	83	Kore	134
Endonezya	460	6.3	Güney Afrika	76	Çin Taipei	66
Rusya	365	5.0	ABD	46	Almanya	53
Güney Afrika	257	3.5	Moğolistan	26	Türkiye	36
Almanya	176	2.4	Kazakistan	26	Malezya	29
Polonya	131	1.8	Kanada	24	Tayland	23
Kazakistan	98	1.3	Kore	21	Brezilya	20
Dünyanın Geri Kalanı	657	9.3	Diğerleri	8	Diğerleri	215
Dünya	7269	100.0	Toplam	1 213	Dünya	1211

Kaynak: IEA, 2017: 17.

Tablo 1.6'da görüldüğü üzere 2016 yılı dünya kömür üretiminde ilk üç sırada Çin (3.242 Mt), Hindistan (708 Mt) ve ABD (672 Mt) yer alırken en çok kömür ihracatı yapan ülkeler Avustralya (389 Mt), Endonezya (367 Mt) ve Rusya (147 Mt) olarak sıralanmaktadır. Kömür ithalatında ise Çin (247 Mt), Hindistan (199 Mt) ve Japonya (189 Mt) ilk sıralarda yer almaktadır. Ayrıca Hindistan'ın üretim miktarının tüketimi karşılamadığı için ithalatta bulunduğu görülmektedir.

1.3.1.3. Dünya Doğal Gaz Piyasası

Tarihsel kaynaklara bakıldığında doğal gazın ilk kez MÖ 900'lerde Çin tarafından kullanıldığı görülmektedir. Taşıma, işleme ve stoklama gibi kolaylıkları bulunan doğal gaz 1970'lerde İngiltere'de kullanımı sonucu yaygınlaşmaya başlamıştır. 1920'lerdeki boru hattı taşımacılığıyla birlikte kullanım alanı yaygınlaşmıştır. Enerji alanında kullanımı ise ilk kez Amerika' da bulunmaktadır (Avcı, 2014: 4).

Dünya genelinde doğal gaz rezervlerinin yarıya yakın bölümü, yani %43'ü (yaklaşık 80 trilyon m³) Ortadoğu ülkelerinde bulunmaktadır. Ortadoğu ülkelerini %29'luk pay (54 trilyon m³) ile Rusya ve Bağımsız Devletler Topluluğu ve %16 ile Afrika/Asya Pasifik ülkeleri takip etmektedir (ETKB, 2018).

1973 yılında bölgesel olarak doğal gaz üretimi incelediğinde; toplam doğal gaz üretimi 1.224 milyar m³ (bcm) olarak gerçekleşmiştir. Üretimde OECD %71.5 oranla ilk sırada yer almaktadır. Daha sonra %22.3 oranıyla OECD dışı Avrupa ve Avrasya ülkeleri gelmektedir. Bu ülkeleri %2.1 ile Orta Doğu,%1.8 ile OECD dışı Amerika, %1 ile Asya, %0.8 ile Afrika ve %0.5 ile Çin izlemektedir. 2016 yılı verileri incelendiğinde ise; toplam doğal gaz üretimi 3.613 milyar m³ olarak gerçekleşmiştir. Doğal gaz üretiminde 1973 yılına göre düşüş olsa da OECD %36.2 oranıyla ilk sırada yer almaktadır. OECD Dışı Avrupa ve Avrasya %24.2 iken Orta Doğu'nun doğal gaz üretim oranı ise %16.2'ye yükselmiştir. OECD dışı Asya %9.1, Afrika %5.7 ve Çin %3.8 oranlarıyla üretimde artış gösteren ülkeler arasında yer almaktadır (IEA, 2017: 14).

Tablo 1.7 Doğal Gaz Üreticileri, Net İhracatçılar ve Net İthalatçılar (Bcm), 2016

Üreticiler	Milyar Metre Küp (bcm)	Dünya Toplam (%)	Net İhracatçılar	Milyar Metre Küp	Net İthalatçılar	Milyar Metre Küp
Amerika Birleşik Devletleri	749	20.7	Rusya Federasyonu	205	Japonya	116
Rusya Federasyonu	644	17.8	Katar	117	Almanya	79
İran İslam Birliği	190	5.3	Norveç	115	Çin Halk Cumhuriyeti	69
Kanada	174	4.8	Kanada	61	İtalya	65
Katar	165	4.6	Cezayir	54	Türkiye	46
Çin Halk Cumhuriyeti	137	3.8	Türkmenistan	53	Kore	44
Norveç	121	3.3	Avustralya	41	Meksika	43
Cezayir	92	2.5	Endonezya	34	Fransa	43
Suudi Arabistan	90	2.5	Malezya	24	Birleşik Krallık	38
Avustralya	88	2.4	Nijerya	23	İspanya	28
Dünyanın Geri Kalanı	1163	32.3	Diğerleri	142	Diğerleri	286
Dünya	3.613	100.0	Toplam	869	Toplam	857

Kaynak: IEA, 2017: 15.

Tablo 1.7’de 2016 yılı doğal gaz üreticileri, ithalatçıları ve ihracatçıları hakkında bilgiler verilmektedir. Doğal gaz üretiminde ABD 749 milyar m³ ile ilk sırada yer alırken, Rusya 644 milyar m³ ve İran İslam Birliği 190 milyar m³ ile ABD’yi takip eden ülkelerdir. En çok doğal gaz ihracatı yapan ülkeler ise sırasıyla Rusya (205 milyar m³), Katar (117 milyar m³) ve Norveç (115 milyar m³) olarak sıralanmaktadır. İthalatta ise Japonya (116 milyar m³), Almanya (79 milyar m³) ve Çin (69 milyar m³) en çok ithalat yapan ülkeler olmuştur.

1973 yılında 652 Mtoe olan dünya doğal gaz tüketim miktarı 2015 yılında 1.401 Mtoe seviyesine yükselmiştir. Doğal gaz tüketiminde ilk üç sırada yer alan sektörler ise endüstri (%37.7), yerleşim (%30) ve ticari ve kamu hizmetler (%13) olarak sıralanmaktadır (IEA, 2017: 40).

1.3.1.4. Dünya Nükleer Enerji Piyasası

Nükleer enerjinin dünyada ilk kullanımı Fransız fizikçi Henri Becquerel tarafından 1896 yılında gerçekleştirilmiştir. Bu enerjinin kullanımı uranyum maddesi ve fotoğraf plakalarının birbirinin yanında durmasıyla karanlıkta yayılan X-ray ışınlarının fark edilmesi ile keşfedilmiştir (Kaya, 2012: 72). Henri Becquerel tarafından doğal radyoaktivite bulunurken, 1898 de Pierre ve Madam Currie radyasyonu keşfetmiştir. Dünyada nükleer çağa ise ABD tarafından 1945’te Japon şehirleri olan Nagazaki ile Hiroşima’ya atılan atom bombalarıyla girmiş bulunmaktadır. 1950’lerde ise İngiltere, ABD ve Rusya’nın yaptığı nükleer girişimlerden sonra radyoaktif kirlenme sorunu oluşmuştur. Bilim adamları ve kamuoyu baskısı ile 1963 yılında bu üç ülke nükleer denemeleri yasaklayan bir antlaşma imzalamak zorunda kalmışlardır. Artık nükleer denemeler ABD, Çin ve Rusya tarafından yer altında yapılmaya başlanmıştır (Engin, 2013: 578).

Dünya genelinde nükleer enerjinin 2017 yılı itibari ile 31 ülkede kurulu güç toplamı 392.521 MW olurken, 446 nükleer reaktör işletme halindedir. Ayrıca 16 ülkenin ise inşa edilmekte olan 59 nükleer reaktörü bulunmaktadır. Bu reaktörlerdeki enerji üretimi dünyadaki elektrik arzının %11’ini karşılayacak orandadır. Ülke olarak bakıldığında; Fransa’nın elektrik talebinin %73’ü, Ukrayna’nın %52’si, Belçika’nın %51’i, İsveç’in %40’ı, Güney Kore’nin %30’u, AB’nin %30’u ve ABD’nin ise %20’si nükleer enerji ile karşılanmaktadır. İnşası devam edenlere bakıldığında Çin’de 19, Rusya’da 7, Hindistan’da 6, ABD’de 2, Birleşik Arap Emirlikleri’nde 4, Güney Kore’de 3 son olarak Fransa’da 1 nükleer reaktör bulunmaktadır (ETKB, 2018).

Dünya genelinde nükleer santrallerin kurulu gücü 2010 yılında 394 GW değerinde iken, 2035 yılında 524 GW’a yükselmesi beklenmektedir. Nükleer enerji kapasitesinde AB’de

ise %32'lik azalma olacağı tahmin edilmektedir. Bu bağlamda, AB'de 2010 yılından beri 138 GW olan nükleer kurulu güç 2035'te 94 GW olacaktır. 2035 yılına kadar ilk olarak Çin (105 GW) daha sonra OECD-dışı Asya ülkelerinde 127 GW'lık artış beklenmektedir. Rusya'nın ise nükleer gücünde 2035'e kadar %50 (12 GW) artış gerçekleştireceği varsayılmaktadır. ABD'de nükleer enerjide yaşanacak 5 GW'lık artış 2035 yılında nükleer enerji kapasitesini 111 GW'a ulaştıracaktır <http://www.enerji.gov.tr> (erişim tarihi: 15.12.2016).

1973 ve 2015 nükleer elektrik üretiminin bölgesel payları incelendiğinde; 1973 yılında toplam 203 tWh nükleer elektrik üretimi bulunmaktadır. Nükleer elektrik üretiminde %92.8'lik oranla OECD yer almaktadır. Daha sonra %5.9 ile OECD dışı Avrupa ve Avrasya ülkeleri ve %1.3 ile OECD dışı Asya yer almaktadır. 2015 yılında toplam nükleer elektrik üretimi 2.571 tWh'a ulaşmıştır. Yine %76.7 oranla OECD ülkeleri üretimde ilk sırada yer almaktadır. OECD dışı Avrupa ve Avrasya ülkelerinin oranı ise %12.2'e yükselmiştir. Çin %6.6 oranıyla ve OECD dışı Asya'da %3.1 oranıyla nükleer elektrik üretim sıralamasında başlarda yer alan ülkelerdendir (IEA, 2017: 18).

Dünya genelinde nükleer enerjiye ilgi, özellikle Rusya'daki Çernobil, Three Mile Island ve Tokai ve Japonya'daki Fukuşima gibi santrallerde yaşanan kazalar nedeniyle azalmıştır. Bireyler nükleer santrallerde kaza riskinin yüksek olduğu ve çevreye olumsuz etkileri olacağı beklentisi ile tepkili davranabilmektedirler. Bu bağlamda nükleer enerji diğer kaynaklarla kıyaslandığında en çok tartışma yaratan enerji türü olarak karşımıza çıkmaktadır (Özdemir ve Çobanoğlu, 2008).

Tablo 1.8 Nükleer Elektrik Üreticileri, Kurulu Net Kapasite, Ülkeler ve Toplam Yerli Nükleer Elektrik Üreticileri, 2015

Üreticiler	TWh	Dünya Toplam (%)	Kurulu Net Kapasite	GW	Nükleer enerjide ilk 10 ülke	Ulusal Elektrik Üretiminde Nükleer Enerjinin Payı, (%)
ABD	830	32.3	ABD	99	Fransa	77.6
Fransa	437	17.0	Fransa	63	Ukrayna	54.1
Rusya Federasyonu	195	7.6	Japonya	40	Kore	30.0
Çin Halk Cumhuriyeti	171	6.7	Çin Halk Cumhuriyeti	27	Birleşik Krallık	20.9
Kore	165	6.4	Rusya Federasyonu	25	İspanya	20.6
Kanada	101	3.9	Kore	22	ABD	19.3
Almanya	92	3.6	Kanada	14	Rusya Federasyonu	18.3
Ukrayna	88	3.4	Ukrayna	13	Kanada	15.1
Birleşik Krallık	70	2.7	Almanya	11	Almanya	14.4
İspanya	57	2.2	İsveç	10	Çin Halk Cumhuriyeti	2.9
Dünyanın Geri Kalanı	365	14.2	Dünyanın Geri Kalanı	59	Dünyanın Geri Kalanı*	7.2
Toplam	2571	100.0	Dünya	383	Dünya	10.6

*Nükleer üretimi olmayan ülkeler hariç

Kaynak: IEA, 2017: 19.

Tablo 1.8’de dünya genelinde nükleer enerji üretimi ve kurulu güç kapasitesine bakıldığında ABD, Fransa, Çin ve Rusya’nın ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir. Özellikle Fransa ülkedeki elektrik üretiminin neredeyse %80’ni nükleer enerjiden karşılamaktadır. Ukrayna ise elektrik üretiminin yarısından fazlasını (%54) nükleer enerji santrallerinden karşılamaktadır.

1.3.2. Dünya Yenilenebilir Enerji Piyasası

Günümüzde yenilenebilir enerji kullanımı dünya enerji tüketiminin küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Yenilenebilir elektrik üretiminin (hidro hariç), küresel elektrik üretiminin yaklaşık %8’ini oluşturduğu tahmin edilmektedir. Yenilenebilir enerji, elektrik üretiminde

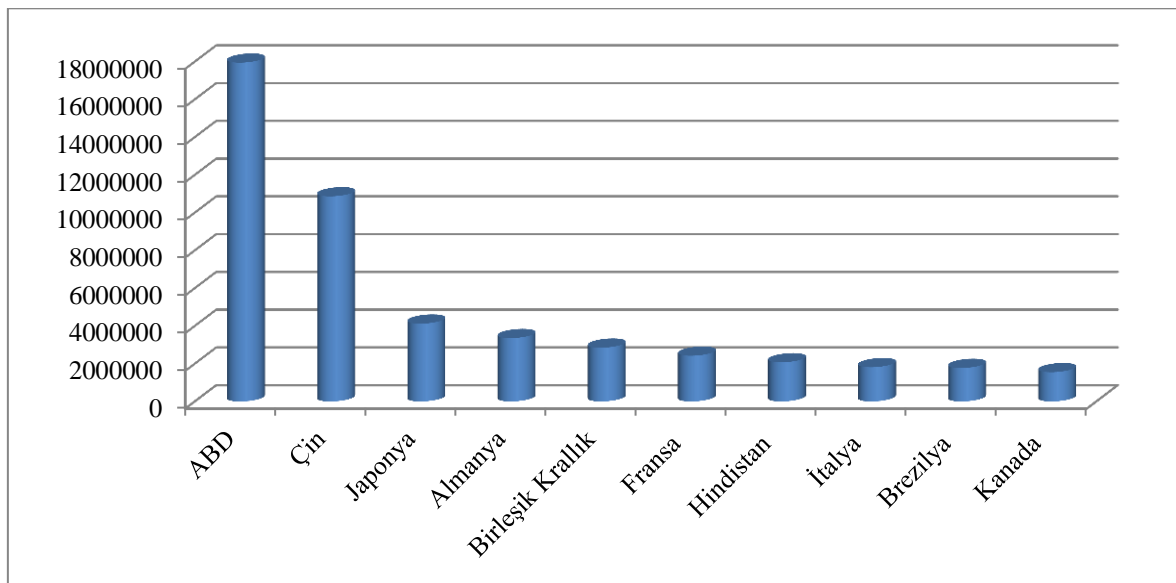
önemli bir rol oynamakta ve 2016 yılında küresel enerji üretiminde büyümenin yaklaşık %40'ına katkıda bulunmaktadır. Danimarka yenilenebilir enerjiden %59 oranında elektrik tüketmektedir. Daha büyük AB ekonomileri arasında, yenilenebilir enerji kaynakları Almanya'da %26, İspanya'da %25 iken İtalya ve İngiltere'de %23'tür. Yenilenebilir enerji üretimi 2016 yılında %14 oranında artmıştır. Hacim bazında, 2016 yılında en büyük artış Çin'de olurken bunu ABD izlemiştir. Japonya, Hindistan ve Brezilya ise ilk beş ülkenin geri kalanını oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji tüketiminin 2016 yılında %14,1 oranında büyümesi dünya elektrik enerjisinin %7,5'ini oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji, 2016 yılında küresel enerji üretiminde büyümenin yaklaşık %40'ını oluştururken dünya birincil enerji artışının %31'ini oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji üretim gücü %20'den fazla olan ülkeler Almanya, İspanya, İngiltere, İtalya, Portekiz, Danimarka, Finlandiya, İrlanda ve Yeni Zelanda olarak sıralanmaktadır (BP, 2018).

Toplam küresel kapasite, 2015 yılına kıyasla yaklaşık %9 artmış ve yıl sonunda neredeyse 2.017 GW düzeyinde gerçekleşmiştir. Dünyada birleştirilen tüm fosil yakıtlardan eklenen (net) kapasiteyle karşılaştırıldığında, her yıl yenilenebilir enerji, güç kapasitesini artırmayı sürdürmüştür. 2016'da yenilenebilir kaynaklar, küresel enerji üretim kapasitesine yapılan net katkının yaklaşık %62'sini oluşturmuştur (REN21, 2017: 20). Yenilenebilir enerji üretim kapasitesi, 161 GW kapasite eklenerek 2016 yılında şimdiye kadar ki en büyük yıllık artışını elde etmiştir. 2015 yılından itibaren, yenilenebilir enerji toplam nihai enerji tüketiminin yaklaşık %19.3'ünü sağlarken kapasite ve üretimdeki artış 2016'da da devam etmiştir. Enerji sektörü, 2016 yılında yenilenebilir enerji kapasitesinde en fazla artışı yaşarken, ısıtma ve soğutma ve nakliye sektörlerinde yenilenebilir enerjilerin büyümesi nispeten yavaş gerçekleşmiştir. Yenilenebilir enerji kapasitelerinin çoğu, gelişmekte olan ülkelere ve son sekiz yılda yenilenebilir enerji ve ısı açısından önemli ilerleme sağlayan olan Çin'de kurulmuştur. 2016'da yenilenebilir enerji, giderek gelişmekte olan ülkelere yayılırken gelişmekte olan ekonomilerden bazıları önemli pazar haline gelmiştir. Yenilenebilir enerji projelerinin geliştirilmesi 2016'da da devam etmiş ancak bazı ülkelere yenilenebilir enerji de büyüme hızı düşüş göstermiştir. Yeni bir trendle bu tür projeler enerji perakendeciliği (arz), depolama ve talep yönetimi yönünden genişlemeye başlamıştır (REN21, 2017: 19).

Tablo 1.9 Yenilenebilir Enerji Tüketim Miktarı, İlk 10 Ülke, 2015 (Mtoe)

Ülkeler	Tüketim	Ülkeler	Tüketim
ABD	317,1	Hindistan	68,5
Çin	277,2	İspanya	68,1
Almanya	176,6	İtalya	64,9
Birleşik Krallık	77,0	Japonya	64,0
Brezilya	71,8	Fransa	34,7

Kaynak: Özşahin vd., 2016: 116.

**Şekil 1.5 Yenilenebilir Enerji Tüketiminde İlk 10 Ülkenin Milli Gelir Sıralaması, 2015, Milyon Dolar**

Kaynak: Özşahin vd., 2016: 116.

Tablo 1.9'a bakıldığında yenilenebilir enerji kullanımında 2015 yılı itibari ile ABD, Çin, Almanya, Birleşik Krallık ve Brezilya ilk beş sırada yer almaktadır. Bu ülkeleri Hindistan, İspanya, İtalya, Japonya ve Fransa izlemektedir. GSYİH değerlerini gösteren Şekil 1.5'te ise İspanya hariç diğer ülkelerin dünyanın ilk 10 büyük ekonomisi arasında olduğu görülmektedir. Tüm bunlar enerji tüketimi ile ekonomik gelişmişlik düzeyi arasında güçlü bir bağ olduğunu göstermektedir. Yine yenilenebilir enerji tüketiminin, yüksek gelirli ülkelerde yüksek oranda olması bu ülkelerde çevrenin giderek lüks bir mal olduğunu da göstermektedir.

Tablo 1.10 Yenilenebilir Enerji Göstergeleri, 2016

YATIRIM	Birimi	2015	2016
Yenilenebilir enerji ve yakıtlarda yeni yatırım (yıllık)	Milyar ABD doları	312.2	241.6
GÜÇ			
Yenilenebilir güç kapasitesi (toplam, hidro içermez)	GW	785	921
Yenilenebilir güç kapasitesi (toplam, hidro dahil)	GW	1,856	2,017
Hidro-güç kapasitesi	GW	1,071	1,096
Biyo-güç kapasitesi	GW	106	112
Biyoenerji üretimi (yıllık)	TWh	464	504
Jeotermal güç kapasitesi	GW	13	13.5
Güneş enerjisi kapasitesi	GW	228	303
Güneş enerjisi termal güç kapasitesini yoğunlaştırmak	GW	4,7	4.8
Rüzgar enerjisi kapasitesi	GW	433	487

Kaynak: REN21, 2017: 21.

Tablo1.10'a bakıldığında dünya genelinde yenilenebilir enerjiye yatırım 2016 yılında bir önceki yıla göre azalma gösterse de, yenilenebilir enerji üretim kapasitesinde tüm enerji türlerinde artış olduğu görülmektedir.

1.3.2.1. Dünya Güneş Enerji Piyasası

Dünyada güneş enerjisi, 1973-74'lü yıllarda yaşanan enerji krizinden sonra alternatif enerji kaynakları arasında yer almıştır. Dolaylı ve direkt olarak kullanımı sürekli artış göstermiştir. Güneş enerjisi dünyanın ihtiyacı olan enerji ihtiyacından daha fazla potansiyele sahip olmasının yanı sıra çevre dostu olması ile de önemli bir kaynaktır (Keskin, 2006: 74). Japonya'da yaşanan 9.0 şiddetindeki deprem sonrası nükleer reaktörlerin güvenliği konusundaki endişeler artmış ve deprem gibi meydana gelebilecek herhangi bir sebepten dolayı şebeke sisteminin çökmemesi için güvenilir enerji kaynağı arayışları hız kazanmıştır. Böylece güneş enerjisi kullanımı gündeme gelmiştir. Şebeke elektrik kesintisi durumlarında

güneş enerjisi şarj istasyonlarından karşılanacağı için bu enerji büyük önem taşımaktadır (Erdal, 2012: 177).

Dünyada güneş enerjisine olan yatırımlar artmıştır. Güneş enerjisine yapılan yatırım dünyadaki yenilenebilir enerji çeşitleri arasındaki en büyük paya sahiptir. Almanya ve Avrupa'dan toplam 12 şirket 560 milyar dolarlık proje ile Avrupa'ya güneş enerjisi sağlamayı düşünmesi örnek olarak gösterilebilir. Bu proje "Desertec Projesi" olarak adlandırılmakta ve proje sayesinde Sahra Çölü'nde üretilecek güneş enerjisi ile 2050 yılına kadar Avrupa'nın %15'lik enerji ihtiyacının karşılanacağı düşünülmektedir (Çanka Kılıç, 2015: 29).

Güneş enerjisi, 2050 yılına kadar küresel elektrik üretiminin %20'sinden %25'ine kadarını karşılayabilir. Bu önemli bulgu, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından yapılan güneş fotovoltaik (PV) ve yoğunlaşan güneş enerjisi (CSP) yol haritalarından ortaya çıkmaktadır. PV 2030 yılına kadar güneşin en fazla olduğu bölgelerde fayda ölçeğinde rekabet edebilir hale gelecek ve küresel elektriğin %5'ini sağlayacaktır. PV endüstrisi, şebeke operatörleri ve kamu hizmetleri şirketleri, PV'yi esnek, verimli ve akıllı şebekelere entegre edecek yeni teknolojiler ve stratejiler geliştirmeleri gerekmektedir. 2050'de PV, küresel elektriğin %11'den fazlasını sağlayabilir. CSP'nin genel katkısı PV'nin ki gibi 2050 yılına kadar küresel elektrik talebinin %11 veya daha fazlasını oluşturabilir (IEA, 2018).

2016 yılında, kümülatif güneş PV kapasitesi yaklaşık 300 GW'a ulaştı ve 310 TWh, 2015'te %26 daha yüksek ve global güç üretiminin sadece %1'ini temsil eden bir rakam olarak ortaya çıkmıştır. Yardımcı ölçekli projeler, toplam PV kurulu kapasitesinin %55'ini oluşturmaktadır. Önümüzdeki beş yılda, Solar PV'nin Yenilenebilir Enerji 2017 yılı ana durumu kapsamında yaklaşık 440 GW'lık bir artışla yenilenebilir elektrik kapasitesi artışına öncülük etmesi beklenmektedir. Konsantre güneş enerjisinde ise CSP tesislerinin kurulumu piyasaya giriş ve genişleme aşamasındadır. 300 GW güneş PV kapasitesiyle karşılaştırıldığında 2016'da, CSP'nin dünya çapında kurulu gücü 4,8 GW'tır. CSP kapasitesinin 2022 yılına kadar iki katına çıkması ve depolamanın hemen hemen tüm yeni kapasitesi ile 10 GW'a ulaşması beklenmektedir. Depolama ile birlikte CSP, bir enerji sisteminin esnekliğini artırabilir, böylece güneş PV ve rüzgar gibi değişken yenilenebilir teknolojilerin entegrasyonunu kolaylaştırabilir. Güneş enerjisi ile ısıtma ve soğutma da ise güneş enerjisi ile kurulan termal tesislerin toplam kurulu gücü 2016 yılı sonunda yaklaşık 456 GWth seviyesine ulaşmıştır (IEA, 2018).

Tablo 1.11 Solar PV Küresel Kapasite ve İlaveler, İlk 10 Ülke, 2016

	2015 Sonu Toplam	2016'da Eklenen (GW)	2016 Sonu Toplam
En Büyük Ülkeler			
Çin	43.5	34.5	77.4
ABD	26.2	14.8	40.9
Japonya	34.2	8.6	42.8
Hindistan	5.1	4.1	9.1
Birleşik Krallık	9.7	2	11.7
Almanya	39.8	1.5	41.3
Kore Cumhuriyeti	3.5	0.9	4.4
Avustralya	4.9	0.9	5.8
Filipinler	0.1	0.8	0.9
Şili	0.9	0.7	1.6
Toplam Kapasite Olarak İlk Sıralarda Yer Alan Ülkeler			
Çin	43.5	34.5	77.4
Japonya	34.2	8.6	42.8
Almanya	39.8	1.5	41.3
ABD	26.2	14.8	40.9
İtalya	18.9	0.4	19.3
Birleşik Krallık	9.7	2	11.7
Hindistan	5.1	4.1	9.1
Fransa	6.6	0.6	7.1
Avustralya	4.9	0.9	5.8
İspanya	5.4	0.1	5.5
Dünya Toplam	228	75	303

Kaynak: REN21, 2017: 170.

Tablo 1.11'de 2016 yılında Solar PV'de küresel kapasite olarak ilk sıralarda yer alan ülkeler Çin, Japonya, Almanya ve ABD olarak sıralanmaktadır.

2016 yılında 75 GW'dan fazla olan yeni tesisler, 2015 yılı sonuna kadar %33.2 artışla 301 GW'lık küresel güneş enerjisi üretim kapasitesine sahip olmuştur. Kapasite, son dört yıl içinde üç kat artmıştır. 2016 yılında en büyük artışlar Çin (34.5 GW) ve ABD (14.7 GW) olarak belirlenmiş ve Japonya (8.6 GW) üçüncü sırada yer almaktadır. Çin, aynı zamanda, küresel toplamın dörtte birinden fazlasıyla birikimli kurulu kapasite (78.1 GW) açısından da önde gelmektedir. Güneş enerjisi üretimi, 2016 yılında %29,6'lık bir artışla bir yıl daha hızlı büyüme kaydetmiştir. Güneş enerjisinin küresel enerji üretiminin toplam payı düşüktür

(%1.3) ancak bu pay sadece üç yılda iki katına çıkmıştır. Güneş, elektrik üretimi büyümesi kaynakları açısından dikkate değer bir etkiye sahip olmaya başlamakta ve 2016 yılında küresel gücün büyümesinin %20'sinden fazlasına katkıda bulunmaktadır (BP, 2018).

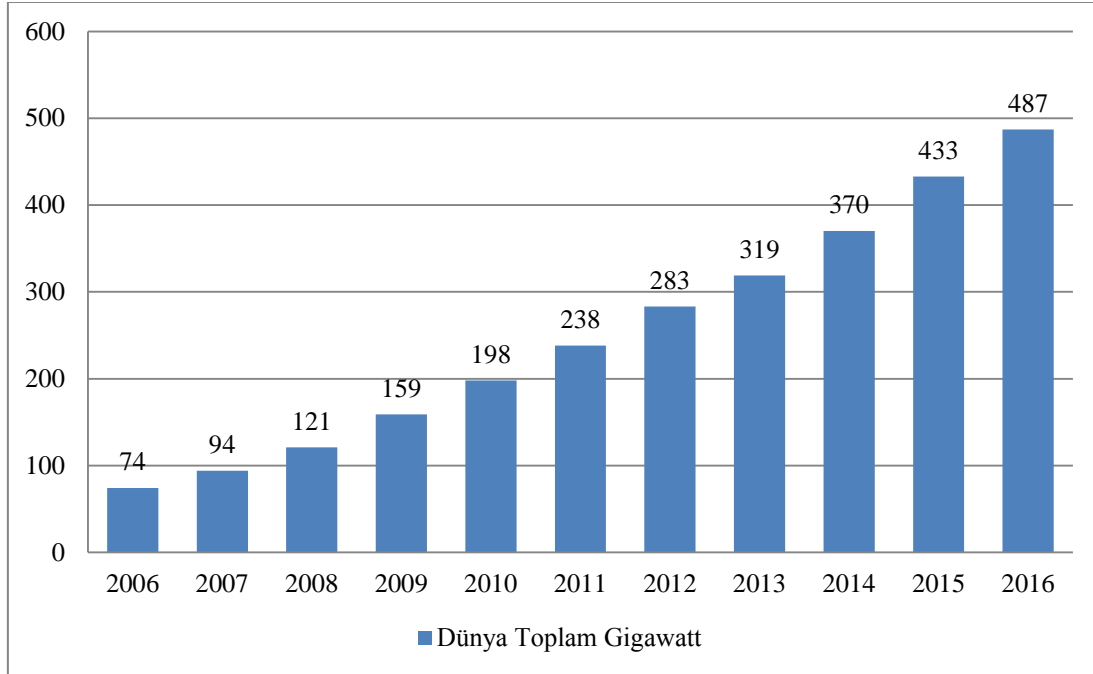
1.3.2.2. Dünya Rüzgar Enerji Piyasası

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan rüzgar enerjisinin dünyada kullanımı hızlı bir artış göstermiştir. Dünyada ilk olarak rüzgar enerjisinden elektrik üretme işlemi 1891 yılında Danimarka'da yaşanmıştır. Bu gelişme sonrası ABD'de yel değirmenleri küçük güçte rüzgar tribünlerine dönüştürülerek elektrik üretilmiştir. Özellikle 1970'lerdeki petrol krizleri ile birlikte rüzgar enerjisi alanındaki yatırımlar artmıştır. Rüzgar tribünlerinin seri üretimine başlanılmış ve rüzgar enerjisi santralleri kurulmaya başlanmıştır. Başlarda kara üzerine inşa edilen rüzgar santralleri daha sonraları deniz üzerine de inşa edilmiştir. Rüzgar enerjisi için dünyada 1990'lardan itibaren gelişme hızı en yüksek enerji kaynağı denilebilir (Oskay, 2014: 80).

Başta Avrupa olmak üzere birçok ülkede rüzgar santralleri alanında deniz aşırı yatırımlar artmış ve 2008'de 1,5 GW iken 2012 sonunda 5,4 GW kapasiteye ulaşmıştır. Başta Birleşik Krallık (3 GW) ve Danimarka (1 GW) olmak üzere Belçika, Çin, Almanya, Hollanda ve İsveç'te büyük açık deniz rüzgar santralleri kurulmuştur. Fransa, ABD'de yeni projeler planlanırken Norveç, Japonya, Portekiz ve Kore'de ek deniz türbinleri faaliyet göstermektedir. 2014 yılında küresel açık deniz rüzgarı 25 TWh ile 2013'ten %20 daha fazladır. 2014'te deniz aşırı kurulu güç, 2012'ye kıyasla 1,7 GW eklemeye 8,8 GW'nın üzerine çıkmıştır <https://www.iea.org> (erişim tarihi: 13.10.2016).

2016 yılında kümülatif şebekeye bağlı rüzgar kapasitesi 466 GW (451 GW kara rüzgar ve 15 GW açık deniz rüzgarına) ulaşmış ve rüzgar enerjisi küresel elektrik üretiminin yaklaşık %4'ünü oluşturmuştur. Kıyı rüzgar kapasitesinin önümüzdeki beş yıl içinde 295 GW artacağı ve "IEA'nın Yenilenebilir Enerji Tahminleri 2017" tahmini ana durumunda 2022'ye kadar yaklaşık 750 GW'a ulaşması beklenmektedir. Sonuç olarak, karada rüzgar elektrik üretimi, 2017-2022 döneminde küresel çapta %80 artması beklenmekte iken açık deniz rüzgarının da hızla büyümesi beklenmektedir. Denizdeki türbinlerin dağıtımı, karadaki sitelere göre daha iyi rüzgar kaynaklarından yararlanmaktadır. Bu nedenle yeni açık deniz türbinleri, kaynak kullanılabilirliğine bağlı olarak %40-55 arasında değişen daha fazla tam yük saatine ulaşabilmektedir. 2022 yılına kadar, küresel açık deniz rüzgar kümülatif kapasitesinin 2016 yılında 14 GW'den 2022'ye kadar 41 GW'a ulaşması beklenmektedir.

2016 yılında rüzgar enerjisi üretim kapasitesi %12 artarak (50 GW artarak) 469 GW'a çıkmıştır. Çin dünyayı kurulu rüzgar kapasitesi olan 149 GW ile yönetmektedir. 2016 yılında Çin en yüksek rüzgar kapasitesi (19.3 GW) ile ilk sırada yer alırken, bunu ABD (8.2 GW), Almanya (5.0 GW), Hindistan (3.6 GW) ve Brezilya (2.0 GW) takip etmektedir (IEA, 2018).



Şekil 1.6 Rüzgar Gücü Küresel Kapasitesi (GW), 2006-2016

Kaynak: REN21, 2017: 88.

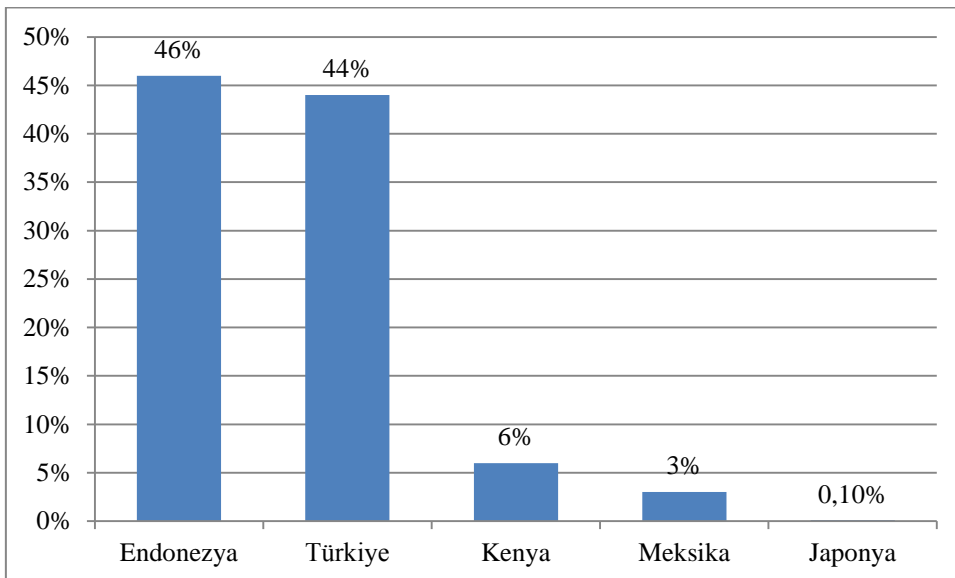
Şekil 1.6 incelendiğinde dünya genelinde rüzgar enerji üretim kapasitesinin son 10 yılda neredeyse 7 kat arttığı görülmektedir.

1.3.2.3. Dünya Jeotermal Enerji Piyasası

Jeotermal enerjinin tarihsel gelişimine bakıldığında; artan enerji ihtiyacı sonrasında 20 yy'da önemi artmıştır. İtalya'nın Larderello Bölgesi'nde 1904 de ilk olarak jeotermal elektrik üretici denemesi yapılmıştır. Yine aynı bölgede 1911 yılında dünyada ilk olan ticari elektrik üretim santrali de kurulmuştur. Japonya Beppu ve Amerika'da da denemeler olmuş ancak 1958'e kadar İtalya'da bulunan jeotermal elektrik santrali dünyanın bu konudaki tek üreticisidir. 1958'de Yeni Zelanda'da açılan Wairakei santrali ise bu konudaki ikinci büyük endüstriyel kurumdur. Ayrıca 1960'larda Kaliforniya'da Geysir'lerde jeotermal elektrik santrali kurulmuştur. İki elemanlı çevrim enerji santrali ise 1967'de Rusya'da görülmüştür. 1981 yılında bu teknolojinin Amerika'ya gelmesi ile hızlı harekete geçebilen ve daha düşük sıcaklıkta kaynak kullanımı başlamıştır. Ayrıca 2006 yılında Alaska, Chena Hot Springs'de 570 °C'de elektrik üretimi sağlanmıştır (Çanka Kılıç ve Kılıç, 2013: 46).

Jeotermal enerji üretimi, ticari yenilenebilir enerjinin köklü ve nispeten olgun bir şeklidir. En önemli özelliklerinden bir tanesi yüksek yük faktörüdür. Her MW kapasitesinin, bir MW'lık rüzgar veya güneş kapasitesinden çok daha fazla elektrik ürettiği anlamına gelmektedir. Jeotermal enerji rüzgar ve güneş enerjisinden daha yüksek bir yük faktöründe (kaynak kesintili olmaktan ziyade sürekli) çalışır bununla birlikte jeotermal güç için gerekli olan jeolojik koşullardan dolayı bu konuda gelişim nispeten az sayıda ülkede yoğunlaşmaktadır <https://www.bp.com> (erişim tarihi: 17.09.2017). 2016 yılında jeotermal kapasite %3,4 (440 MW) artarak 13,4 GW'a ulaşmıştır. Kapasiteye en büyük katkı Endonezya (190 MW) ve Türkiye (150 MW) tarafından yapılmıştır. ABD 3.6 GW (dünya toplamının %27'si) ile en büyük jeotermal kapasiteye sahip ülkesi olurken bunu Filipinler (1.9 GW), Endonezya (1.6 GW) ve Yeni Zelanda (1.0 GW) izlemektedir (IEA, 2018).

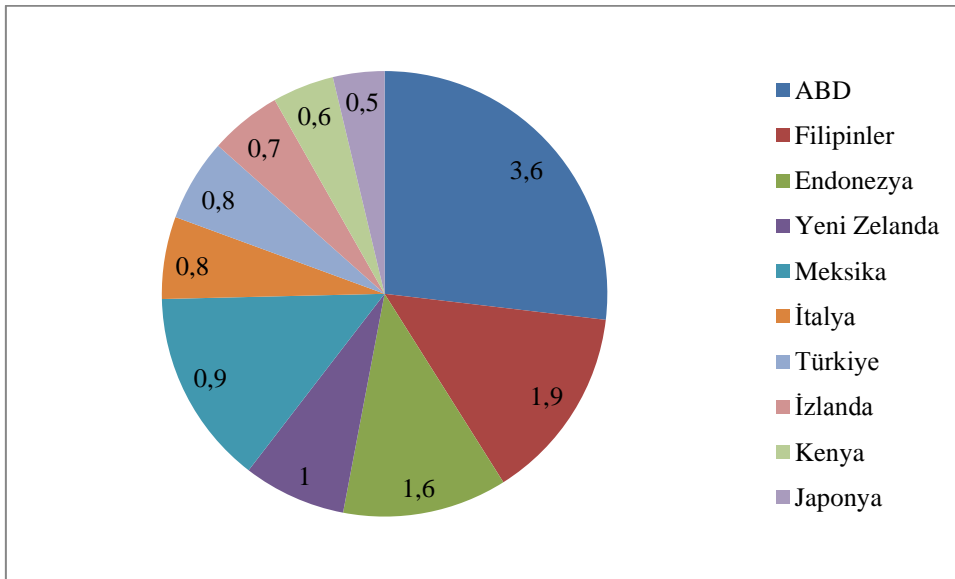
2016 yılında küresel jeotermal enerji üretimi yaklaşık 84 TWh, kümülatif kapasitesi ise 13 GW'ın biraz üzerine çıkmıştır. Endonezya, Türkiye, Filipinler ve Meksika'da planlanan en büyük kapasite artışı ile küresel jeotermal enerji kapasitesinin 2021 yılına kadar yaklaşık 17 GW'a çıkması beklenmektedir. Jeotermal ısı öncelikle banyo, yüzme ve yerden ısıtma için kullanılmaktadır. Tarımda, özellikle de seraların ısıtılmasında kullanılması, bazı ülkelerde önemlidir. Örneğin, Türkiye'de tarım jeotermal direkt kullanımın %30'unu oluşturmaktadır. Jeotermal ısı kullanımı genellikle küçük çaplıdır ve iki ülke (Çin ve Türkiye), küresel jeotermal ısı kullanımının neredeyse %80'ini oluşturmaktadır (IEA, 2018).



Şekil 1.7 Jeotermal Güç Kapasitesi Artışı, 2016

Kaynak: REN21, 2017: 53.

Şekil 1.7'ye bakıldığında 2016 yılında jeotermal kapasitede en çok artış Endonezya %46, Türkiye'de gerçekleşmiştir.



Şekil 1.8 En Yüksek Jeotermal Enerji Üretim Kapasitesine Sahip Ülkeler (GW), 2016

Kaynak: REN21, 2017: 52.

Şekil 1.8'e bakıldığında dünya genelinde 2016 yılı için, jeotermal enerji üretim kapasitesinde en yüksek paya ABD, Filipinler ve Meksika sahiptir. Türkiye ise 1.6 GW kapasite ile 6. sırada yer almaktadır.

1.3.2.4. Dünya Biyokütle Enerji Piyasası

Biyokütle biyolojik kökenli fosil olmayan organik madde kitleleri olarak adlandırılırken bitkisel ve hayvansal kökenli maddeler ise biyokütle enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Biyokütle enerji kaynaklarından yararlanılarak biyoetanol, biyodizel ve biyogaz olarak adlandırılan üç farklı yakıt temin edilmektedir.

Biyoenerji, dünyadaki en büyük yenilenebilir enerji kaynakları olarak görülmekte ve dünya enerji arzının da %10'unu (50 EJ) karşılamaktadır. Bunların çoğu gelişmekte olan ülkelerde pişirme ve ısıtma gibi amaçlarla kullanılmakta iken sağlık (duman kirliliği) ve çevre (ormansızlaşma) gibi zararları bulunmaktadır <https://www.iea.org> (erişim tarihi: 13.10.2016).

Dünya biyoyakıt üretimi 2015'te %0,9 oranında artarken, 2000 yılındaki üretim düşüşünden bu yana görülen en düşük büyüme hızı olmuştur. 2015 yılında küresel etanol üretimi %4,1 oranında artış göstermiştir. Başlıca üretim bölgelerinin tümünde biyodizel üretimi %4,9 oranında azalmıştır. Küresel biyoyakıt üretimi 2016 yılında %2,6 artmasına rağmen 10 yıllık ortalama %14,1 seviyesinin oldukça altındadır. ABD (+1930 ktoe) en büyük

artışı sağlamıştır. 2016'da küresel etanol üretimi, Brezilya'da üretimin düşmesi nedeniyle %0.7 artmıştır. Biyodizel üretimi, Endonezya'da %6,5 artarak, artışın yarısından fazlasını (+1149 ktoe) sağlamıştır (BP, 2018).

Biyooenerji, dünya toplam birincil enerji arzının yaklaşık %9'unu oluşturmaktadır. Bunun yarısından fazlası gelişmekte olan ülkelerde pişirme ve ısıtmaya yönelik biyokütlenin geleneksel kullanımı, verimsiz açık ateşler veya sağlık üzerindeki etkileri olan (örneğin iç mekan dumanı kirliliği nedeniyle) ve çevre ile ilgili basit çalışmalarla ilgilidir. Sıvı biyoyakıtlar, petrol sektörüne hala %90'dan daha fazla bağımlı olan taşımacılık sektörünün karbonunu çözmek için kullanılabilir. 2016 yılında ulaştırma biyoyakıtları, ABD ve Brezilya'nın en büyük üreticiler ile dünya karayolu taşımacılığı yakıt talebinin %4'ünü sağlamıştır. Biyoyakıt üretiminin beş yıl içinde 159 milyar litreye yükselmesi beklenmektedir (IEA, 2018).

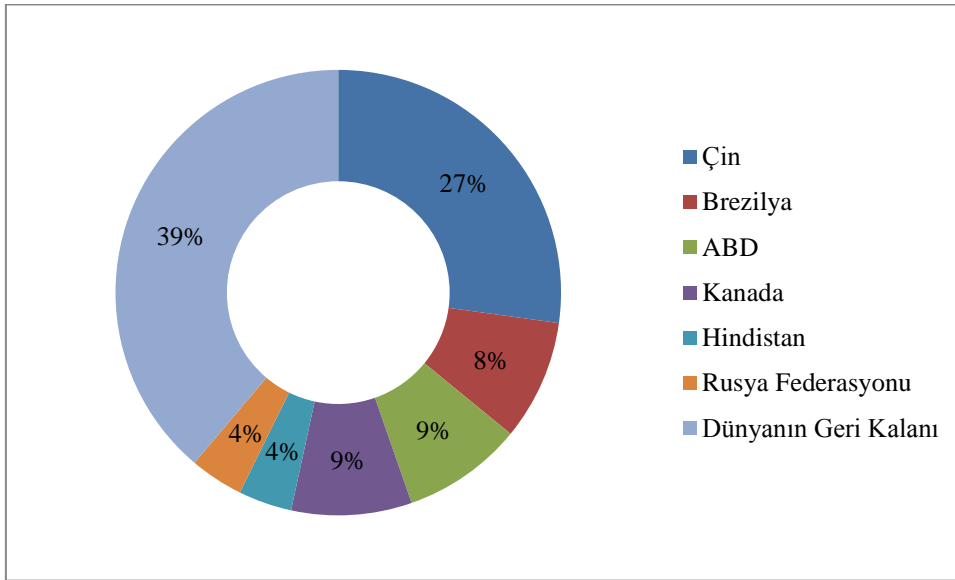
Biyooenerji (geleneksel ve modern kullanımlarda) küresel yenilenebilir enerji arzına büyük katkıda bulunmaktadır. 2016 yılında biyokütleden elde edilen toplam birincil enerji yaklaşık 62.5EJ'dir. Enerji için biyokütle arzı, 2010'dan beri yılda %2,5 civarında büyümektedir. Toplam küresel birincil enerji tüketimindeki biyooenerji payı, son 10 yılda toplam küresel enerji talebinde %21 artışa rağmen 2005'ten bu yana nispeten istikrarlı bir şekilde %10,5 seviyesinde kalmıştır (REN21, 2017: 45). Küresel biyo-güç kapasitesi 2016 yılında tahmini olarak %6 artmış ve 112 GW olmuştur. Üretim, %6 artışla 504 terawatt saat (TWh) olmuştur. 2016 yılında biyokütleden elektrik üretimi için önde gelen ülke ABD (68 TWh) olurken ve bunu Çin (54 TWh), Almanya (52 TWh), Brezilya (51 TW), Japonya (38 TWh), Hindistan ve Birleşik Krallık (her ikisi de 30 TWh) izlemiştir (REN21, 2017: 46).

1.3.2.5. Dünya Hidrolik Enerji Piyasası

Hidroelektrik enerjisi yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağı olarak kabul edilmekte olup ilk defa 1800'lü yılların sonunda ABD'de kullanılmaya başlanılmış ve daha sonra giderek tüm dünyaya yayılmıştır. Hidroelektrik suyun potansiyel enerjisini kinetik enerji ve elektrik enerjisine dönüştürerek enerji üretmektedir (Yıldız, 2016).

Hidroelektrik gücün 2050'ye kadar katkısını ikiye katlayarak 2.000 GW küresel kapasiteye ve 7000 TWh'e ulaşabilmesi beklenmektedir. Başta temiz elektrik arayışıyla bu başarı, fosil yakıtlı tesislerin yıllık 3 milyar ton CO₂ emisyonunu önleyebilir. Bu büyümenin büyük kısmı, gelişmekte olan ülkelerdeki ve gelişmekte olan ekonomilerdeki büyük santrallerden beklenmektedir. Dünyanın en büyük yenilenebilir elektrik kaynağı olan hidroelektrik enerji, dünyadaki elektriğin yaklaşık %17'sini 1200 GW'lık kurulu kapasiteden

üretmektedir. Çin ve Brezilya'da geliştirilmekte olan daha az sayıda büyük projeye bağlı olarak, son yıllarda yıllık net kapasite artışı yavaşlamıştır. Bununla birlikte, kümülatif kapasitenin 2022 yılına kadar 119 GW daha fazla artması beklenmektedir. Çin geçmişte olduğundan daha yavaş bir şekilde büyüyecek, ancak net büyümenin %40'ından fazlasına sahip olacaktır. Ayrıca diğer pazarlardaki ilaveler (Asya, Latin Amerika ve Afrika) devam edecektir (IEA, 2018).



Şekil 1.9 Küresel Hidroelektrik Kapasitesi, 2016

Kaynak: REN21, 2017: 58.

2016 yılında küresel hidroelektrik kapasitesinin en az 25 GW olduğu ve toplam kapasitenin yaklaşık 1.096 GW olduğu tahmin edilmektedir. Hidroelektrik kapasitesi için en büyük ülkeler Çin, Brezilya, ABD, Kanada, Rusya Federasyonu, Hindistan ve Norveç olup, 2016 sonunda kurulu kapasitenin yaklaşık %62'sini oluşturmaktadır. Küresel hidroelektrik üretiminin 2016 yılında yaklaşık %3,2 artarak 4,102 TWh olması beklenmektedir. Çin'de yeni hidroelektrik kapasitesinin üçte birinden fazlası devreye alınmıştır. Çin'den sonra, 2016 yılında en fazla kapasite alan ülkeler Brezilya, Ekvator, Etiyopya, Vietnam, Peru, Türkiye, Lao PDR, Malezya ve Hindistan'dır. Çin, aynı zamanda, yıl boyunca pompalanan depolama kapasitesinin lider kurucusu olmuştur. Bunu Güney Afrika, İsviçre, Portekiz ve Rusya Federasyonu izlemektedir (REN21,2017: 57).

1.3.2.6. Dünya Hidrojen Enerji Piyasası

Dünyada hidrojen gelişimi hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı yakıt pili teknolojisi iken hidrojenden yakıt pili teknolojisi ile elektrik üretilmektedir. Yakıt pillerine yönelik yapılan 200'den fazla araştırmayı NASA desteklemiştir. Apollo ve Space Shuttle görev

aşamasında güvenli bir şekilde elektrik (ve su) sağlamış olduklarından dolayı yakıt pilleri uzaydaki rollerini kanıtlamıştır. Bütün bu gelişmeler 1960'lı yıllarda yakıt pillerinin dünyadaki enerji problemlerine çözüm olabileceğine yönelik tahminlere neden olmuş ve 1970'lerde bu konu üzerinde çalışmalar başlamıştır. Hidrojen enerjisi 2000'li yıllarda ülkelerin enerji politikalarında daha da önemli hale gelmiştir. Örneğin Japonya'da Tokyo Electric Company tarafından 11 MW'lık elektrik santrali kurulmuş ve Rokko Adası'nın elektrik ısı ihtiyacını karşılamaktadır. Ayrıca kapasiteleri 50-500 MW aralığında olan birçok yakıt pilli tesis varken yalnızca Tokyo'nun elektrik ihtiyacının 40.000 kW'lık kısmı hidrojen enerjisi tarafından karşılanmaktadır (YEGM, 2018).

Hidrojen enerjisine "21.yüzyılın enerjisi" gözüyle bakılmaktadır. Hidrojen enerjisi konusunda son zamanlarda yaşanan gelişmeler, hidrojen enerjisinin gelecekte bilhassa taşımacılık dalında diğer yakıtları ikame edeceğini göstermektedir. Dünyada ve AB'ye üye bazı ülkeler hidrojen enerjisi ile ilgili önemli çalışmalar yürütmektedir (Tutar ve Eren, 2011). Dünya da toplam hidrojen üretimi 1973 yılında 1.296 TWh olarak hesaplanmıştır. OECD %71.8 oranla hidrojen üretiminde en büyük paya sahip ülkelerdir. OECD dışı Avrupa ve Avrasya ülkeleri %11.6'lık oranla üretimde ikinci sıradadır. Bu ülkeleri %6.8 ile OECD dışı Amerika ülkeleri, %4.3 ile Asya, %2.9 ile Çin ve %2.3 ile Afrika izlemektedir. 2014 yılında ise dünya toplam hidrojen üretimi 3.983 TWh'ye yükselmiştir. Yine %36.8'lik oranla OECD üretimde ilk sırada yer alırken 1973 yılına göre üretim oranında düşüş gözlenmiştir. Çin ise %26.7'lik oranla hidrojen üretimini artırmış ve üretimde ilk sıralarda yer almıştır. Asya %8 ve Afrika %3.2 ile üretimde artış gösteren ülkeler arasında yer almaktadır (IEA, 2016a: 18).

1.3.2.7. Dünya Dalga ve Gelgit Enerji Piyasası

Rüzgarın etkisiyle denizlerde oluşan dalgalardan enerji elde edilmektedir. Dalga enerjisi elde etmek için suya merccekler yerleştirilir ya da dalgaların kıyıya çarptığı yerde merccekler kullanılır. Dünyada dalgalardan 200 milyon ton taşkömüründen çıkarılacak kadar enerji üretilmektedir. Okyanusların kıyı şeridi ortalama olarak 100.000 km'dir ve bu şeridin potansiyeli ise ortalama 4 milyar kWh olmaktadır. Bu miktar dünyadaki tüm su gücünden 7 kat daha fazladır <http://www.enerji.gov.tr> (erişim tarihi: 15.12.2016).

Dalga enerjisi bulunduğu yörenin, dalga yüksekliğine ve periyoduna göre değişiklik göstermektedir. Dalga enerjisinden elektrik üretebilmek için gerekli enerji, okyanus veya denizin yüzeyindeki dalgalardan ve suyun altındaki dalgalardan karşılanmaktadır. Denizlerdeki dalgalar, denizlerdeki depremler ve deniz dibi çökmeler ile meydana gelen dalgalar, rüzgar ve fırtına ile meydana gelen ve son olarak gelgitlerden kaynaklanan dalgalar

olarak üç gruba ayrılmaktadır. 1933 yılında Alaska kıyılarında oluşan yüksekliği 34 m, boyu 3,42 m ve periyodu 14,8 s olan dalga dünyada deprem ve deniz çökmeler hariç bilinen en büyük dalga yüksekliğidir. Dünyada ki diğer dalga güçleri, Kuzeydoğu Atlantik'te 100 kW/m iken Portekiz'de 5-26 kW/m düzeyindedir. Ayrıca Kanada'da 0,6-101,6 kW/m, Güney Afrika'da 10-14 kW/m ve Çin'de 0,7-4.5 kW/m olarak bilinmektedir (Kapluhan, 2014: 66).

Gelgit barajlar, konvansiyonel teknolojiyi kullandıklarından daha ileri düzeydedir. Bununla birlikte, sadece iki büyük ölçekli sistem dünya çapında faaliyet göstermektedir; Fransa'da 240 MW'lık La Rance Barajı, 1966'dan beri güç üretiyor ve 254 MW'lık Sihwa Barajı (Güney Kore) 2011'de faaliyete geçmiştir. Çin, Kanada ve Rusya'da daha küçük projeler devreye alınmıştır. Diğer okyanus teknolojileri için tasarım konseptleri halen araştırılmaktadır ancak önde gelen projeler MW ölçekli tesisatların sergilendiği noktaya ulaşmıştır. En büyük proje ise, İskoçya'da 6 MW'lık MeyGen gelgit dizisidir (IEA, 2018).

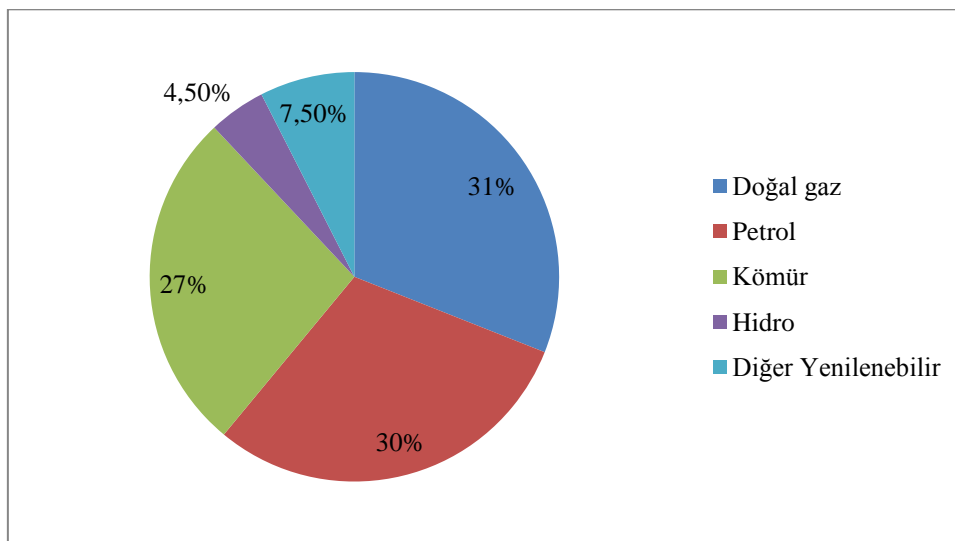
İKİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE’DE ENERJİ KAYNAKLARI

Türkiye’nin sahip olduğu enerji kaynakları; petrol, linyit, taşkömürü, doğal gaz, jeotermal, asfaltit, odun, hayvan-bitki artıkları, hidrolik ve güneş vb. olarak sıralanmaktadır. Linyit ve hidrolik mevcut enerji kullanımına yönelik en önemli yerli kaynaklardır. Bu kaynaklarla birlikte uzun süredir üzerinde çalışmalar yapılan nükleer enerji de enerji ihtiyacının giderilmesine yönelik alternatif enerji kaynağı olarak planlanmaktadır (Bahar, 2005: 43). Bu bölümde Türkiye’nin sahip olduğu fosil ve yenilenebilir enerji potansiyeli, arzı, talebi ve üretimi tartışılacaktır.

2.1. Türkiye’de Birincil Enerji Kaynakları

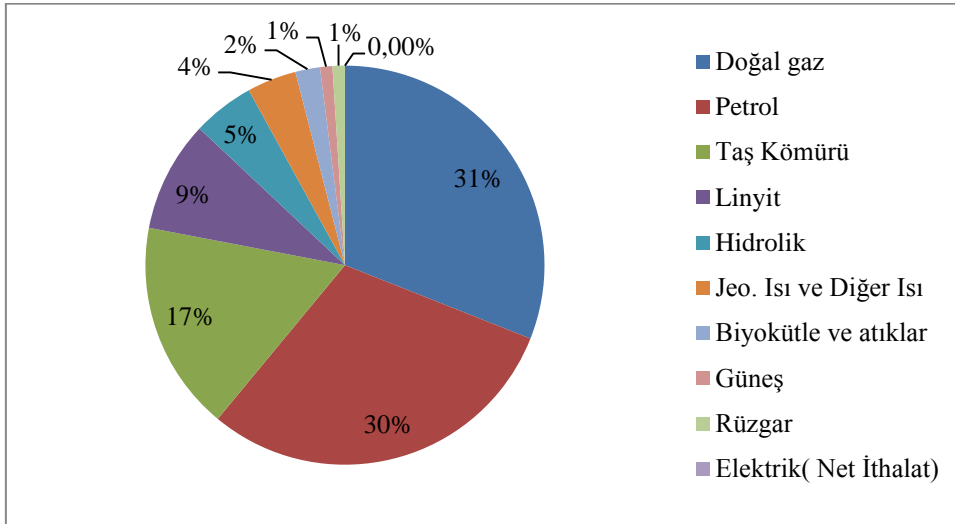
Türkiye’de enerji konusunda yaşanan değişim ve ilerlemeler enerji politikalarını da etkilemiştir. Cumhuriyet öncesi dönemde yaşanan savaşların da etkisi ile enerji üretim ve tüketimi oldukça düşük seviyede olmuştur. Şubat 1923’te yapılan İzmir İktisat Kongresi ile Kurtuluş Savaşı’nın etkileri de göz önüne alınarak ülkenin ekonomik sorunları incelenmiş ve çözümler üzerine çalışmalar başlamıştır. Bu kongre kararları 1950’li yıllara kadar Türkiye’de enerji politikasına yön vermiştir. 1930’larda uygulanan devletçilik politikası enerji politikalarına da yansımıştır. Enerji de yerli kaynak kullanımına gidilmiş ve en önemli yerli kaynaklardan olan kömürün dış rekabetten etkilenmemesi amaçlanmıştır (Korkmaz ve Develi, 2012: 3-4).



Şekil 2.1 2015 Yılı Türkiye Birincil Enerji Talebi

Kaynak: TPAO, 2017: 30.

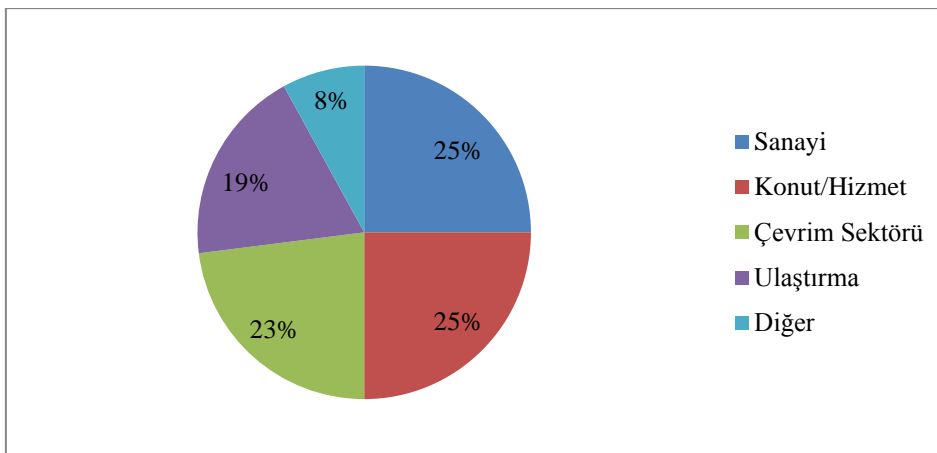
Şekil 2.1’de Türkiye’nin 2015 yılı birincil enerji talebi incelediğinde; en büyük payın %31’lik oranla doğal gaza ait olduğu görülmektedir. Doğal gazdan sonra ikinci sırada %30 oranla petrol ve üçüncü sırada %27 oranla kömür gelmektedir. Türkiye birincil enerji talebinde hidro %4,5 orana sahipken, diğer yenilenebilir kaynakların oranı %7,5’tir. Türkiye’nin birincil enerji talebi 2015 yılında 129,2 milyon ton petrol eşdeğeri (947 milyon varil) olarak hesaplanmıştır (TPAO, 2017: 30).



Şekil 2.2 2015 Türkiye Birincil Enerji Arzı

Kaynak: TMMOB, 2017: 9.

2015 yılı toplam enerji arzı 129,27 Milyon TEP iken kişi başı 1,7 TEP olarak gerçekleşmiştir (TMMOB, 2017: 9). Şekil 2.2’ye bakıldığında Türkiye enerji arzında doğal gaz, petrol ve taş kömürü ilk üç sırada yer almaktadır.



Şekil 2.3 2015 Yılı Türkiye Enerji Tüketiminin Sektörel Dağılımı

Kaynak: TPAO, 2017: 30.

Şekil 2.3'te Türkiye'de 2015 yılı itibariyle enerji tüketiminin sektörel dağılımı incelendiğinde; %25 sanayi sektörü, %25 konut/hizmet sektöründe, %23 çevrim sektörü (elektrik üretiminde) ve %19 ulaştırma sektörü tarafından kullanılmaktadır.

2.1.1. Türkiye'de Petrol

Türkiye'de 1926 yılında Romanya Petrol Kanunu'ndan esinlenerek 792 sayılı "Petrol Kanunu" çıkartılmıştır. Böylece yabancıların ve özel iştiraklerin imtiyazlarına son verilerek petrol arama ve işletme hakkı hükümete geçmiştir. Yine de petrol alanında ki faaliyetleri yürütecek kurumsal organizasyon eksikliğini gidermek için 1933'te 2189 sayılı yasa ile "Altın ve Petrol Arama ve İşletme İdaresi" kurulmuştur. Bu kurum 1935 yılında Maden Teknik Arama Enstitüsüne (MTA) devredilmiştir. MTA'nın kurulmasıyla birlikte 1000 metre'nin üzerindeki ilk derin kuyu Mardin Baspirin-1'de açılmıştır. Daha sonra İskenderun, Hayrabolu, Mürefte, Van ve Adana'da çalışmalar yapılmış ancak iktisadi değeri olmadığı için bu çalışmalara son verilmiştir. İlk verimli petrol alanı ise Batman Raman Dağ bölgesinde 1940'da bulunmuştur. 1948 yılında rafine çalışmaları tamamlanarak hizmete girmiştir (Akalın ve Tüfekçi, 2014: 55). Yapılan aramalar sonucu Raman Dağ'dan sonra 1951 yılında Garzan'da da petrol bulunmuştur. 6326 sayılı petrol yasası 1954 yılında yürürlüğe girerken, petrol arama faaliyetleri yerli ve yabancı kuruluşlar tarafından yapılmaya başlanmıştır. Bu yasanın çıkması ile birlikte birçok yabancı şirket petrol arama faaliyetleri için ruhsat almaya başlamıştır. Diğer bir gelişme ise Türkiye'de petrol arama ve üretimi alanındaki faaliyetlerin MTA'dan TPAO'ya geçmesidir. 1954'te çıkan bu kanun daha sonraları 1955'te 6556 sayılı kanun, 1957'de 6987 sayılı kanun, 1973'te 1702 sayılı kanun ve 1983'te 2808 sayılı kanun ile değişmiştir. 1983'teki yasa " Türkiye'nin petrol gereksinimlerinin karşılanabilmesi için yerli ve yabancı tüm yatırımların seferber edilmesi" şeklindedir. 1985 yılı sonunda TPAO 158 adet arama ve 24 işletme ruhsatının yanı sıra 11 adet ortak arama ruhsatıyla toplam 193 adet ruhsata sahipti (Mutluer, 1990: 191).

Son zamanlarda petrol ve doğal gaz fiyatlarında yaşanan artışın yanı sıra teknoloji alanındaki gelişmeler neticesinde üretim maliyetlerinin azalması sonucu, petrol şirketlerinin Karadeniz Havzası'na olan ilgisi giderek artmıştır. Petrol ve doğal gaza olan talebin artması sonucu Türkiye'nin yeterli miktarda aranmamış alanlarında özellikle Karadeniz ve Akdeniz havzalarında gerçekleştirilen çalışmalara hız verilmiştir. Son yıllarda bu alanda ki teknolojik ilerlemenin de etkisiyle, suyun derinliğinin fazla (1.000-2.000 m) olduğu noktalarda arama ve üretim imkanları gelişmiş ve denizlerdeki hidrokarbon aramasının yapısının oluşumu hızlandırılmıştır <http://www.enerji.gov.tr> (erişim tarihi: 15.12.2016).

Türkiye’de 2017 yılının ilk 6 aylık döneminde üretilebilir ham petrol rezervi 332,8 milyon varil (48 milyon ton) olarak hesaplanmıştır. Eğer bu alanda yeni aramalar yapılmazsa bugünkü üretim seviyesiyle yurtiçi toplam ham petrol rezervi 18 yıllıktır. Yapılan çalışmalarda 2017 yılının ilk 5 aylık döneminde tüketimin ortalama %7,7’sinin yerli üretim ile karşılandığı saptanmıştır. Türkiye’de 2017 yılının temmuz ayı sonuyla; karada 25 km 2B ve 252 km² 3B, deniz de ise 6.447 km² 3B sismik veri toplama işlemi yapılırken aynı dönemde açılan kuyu sayısı 18 arama, 7 tespit ve 17 üretim kuyusuyla toplam da 42 adet olmuştur. Ayrıca bu kuyularda 73.867 metre sondaj faaliyeti gerçekleştirilmiştir. Bugüne kadar 4.776 adet kuyu açılırken, bulunan saha sayısı ise 79 doğal gaz sahası ve 144 ham petrol sahası ile birlikte 223’e ulaşmıştır (ETKB, 2018).

Türkiye, petrol ve doğal gaz ithalat bağımlılığı yüksek olan ülkeler için coğrafi konumu nedeniyle önemli bir yere sahiptir. Ortadoğu, Hazar Bölgesi, Rusya ve Orta Asya petrol rezervi yüksek olan bölgeler iken AB ülkeleri ise petrol ihtiyacını ithalatla karşılamaktadır. Türkiye’nin petrol ve doğal gaz rezervleri yüksek olan bölgeler ile petrol ithal eden ülkeler arasında enerji taşımacılığında stratejik bir önemi bulunmaktadır. Örneğin Tanap Projesi Azerbaycan gazını Türkiye üzerinden Avrupa’ya ulaştırması ile Türkiye’nin stratejik konumuna önemli katkı sağlamıştır (TPAO, 2016: 24).

Tablo 2.1 Türkiye’de Petrol Piyasası İthalat* ve İhracat Miktarları, (Ton)

	İhracat				İthalat			
	2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016
Benzin Türleri	2.505.037	2.086.705	3.115.474	2.888.063	12.238	200	-	-
Motorin Türleri	90.438	55.705	27.526	71.405	9.702.268	11.880.520	11.891.847	12.370.935
Fuel Oil Türleri	938.818	1.148.263	982.337	282.001	738.174	882.783	919.709	1.163.616
Havacılık Yakıtları	2.877.250	3.094.261	3.757.478	3.528.546	529.001	763.224	166.296	341.285
Denizcilik Yakıtları	1.818.990	2.402.647	2.434.117	2.261.816	-	-	75.954	14.699
Diğer Ürünler	114.508	498.426	488.645	656.683	2.498.734	1.434.095	1.512.096	1.215.482
Toplam	8.345.041	9.286.007	10.805.577	9.688.515	13.480.415	14.960.822	14.565.902	15.106.016

*2016 yılında ham petrol ithalat miktarı 24.957.985 tondur.

Kaynak: EPDK, 2017: IX.

Tablo 2.1’de Türkiye’nin petrol ithalat verilerine bakıldığında petrol ithalatının 2016 yılında 2013 yılına göre %12 artış gösterdiği görülmektedir. Petrol ihracat rakamlarında 2013

yılına göre 2016 yılında artış olmasına rağmen bu oran oldukça düşüktür. Petrol tüketiminin büyük kısmının ithalat ile karşılanması Türkiye'nin enerjide dışa bağımlı olduğunu göstermektedir.

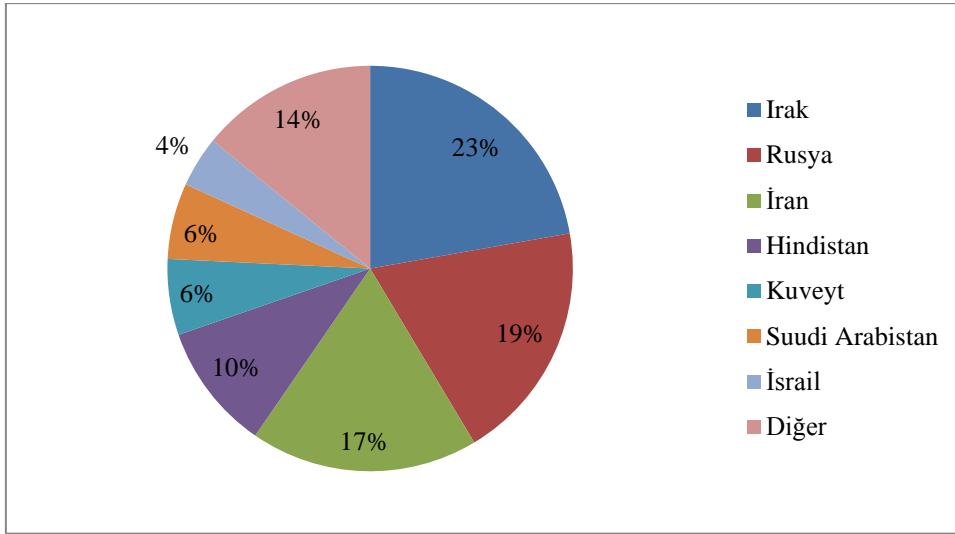
Tablo 2.2 Türkiye'de Faaliyet Gösteren Petrol Boru Hatları

Boru Hattı	Kapasite (Mt/yıl)	İşletme Başlangıcı	Uzunluk (km)	Arz Kaynağı	Mülkiyet
BTC (Bakü, Tiflis, Ceyhan)	50	2006	1.763	Hazar Bölgesi (Azerbaycan ve Kazakistan)	BTC Konsorsiyumu
Irak-Türkiye Ham Petrol Boru Hattı Sistemi	71	1976/1978	641/656=1.297 (Türkiye, artı Irak 1.876)	Irak	BOTAŞ
Ceyhan-Kırıkkale	7.2	1986	448	Ceyhan Limanı ile rafineyi birbirine bağlamak	BOTAŞ
Batman-Dört Yol	3.5		511	Güneydoğu'da üretilen yağı Dört Yol deniz terminaline nakletmek	BOTAŞ
Şelmo-Batman	0.8	2008 Faaliyet Dışı		Şelmo bölgesinde üretilen yağı Batman rafinesine taşımak	BOTAŞ

Kaynak: IEA, 2016b: 81.

Petrol, taşımacılıkta ve endüstride ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. Ulaştırma 2014 yılında toplam petrol talebinin %60,9'unu oluştururken, sanayi toplam petrol talebinin %18,3'ünü temsil etmiştir. Geriye kalan %20,8'lik kısımda tarım %11 hane halkı %2,9, enerji kullanımı ve daha ileri rafine etme %4,9 ve enerji üretimi %2 oranlarındadır. Ekonominin her kesiminde geçmiş yıllara oranla petrol talebi düşüş göstermiştir. 2009 yılından bu yana ulaştırma, Türkiye'de petrol talebini yukarı çeken tek sektör olmuştur. Ulaştırma da talep 2014 yılında %36 artarken toplam petrol talebi sadece %12.6 olarak gerçekleşmiştir (IEA, 2016b: 74).

Şekil 2.4 Türkiye'nin İthal Ettiği Petrolün Ülkelere Göre Dağılımı, 2016



Kaynak: TPAO, 2017: 33.

Şekil 2.4'e bakıldığında 2016 yılında, Türkiye'nin ithal ettiği petrolün %86'sını yedi ülke karşılamıştır. Türkiye'nin petrol ithalatı yaptığı ülkelerde Irak, %23'lük payla ilk sırada yer alırken, Rusya %19 ile ikinci, İran %17 ile üçüncü sırada yer almıştır.

Tablo 2.3 Petrol Üretimi ve Tüketimi, 2002-2016

	2002	2005	2010	2014	2015	2016
Ham Petrol Üretimi (milyon varil)	17,0	15,9	17,3	17,1	17,5	17,9
TPAO Ham Petrol Üretimi (milyon m ³)	11,7	10,7	11,6	12,1	11,5	12,2
Ham Petrol Tüketimi (milyon ton)	26,1	29,3	23,8	19,8	27,2	27,6

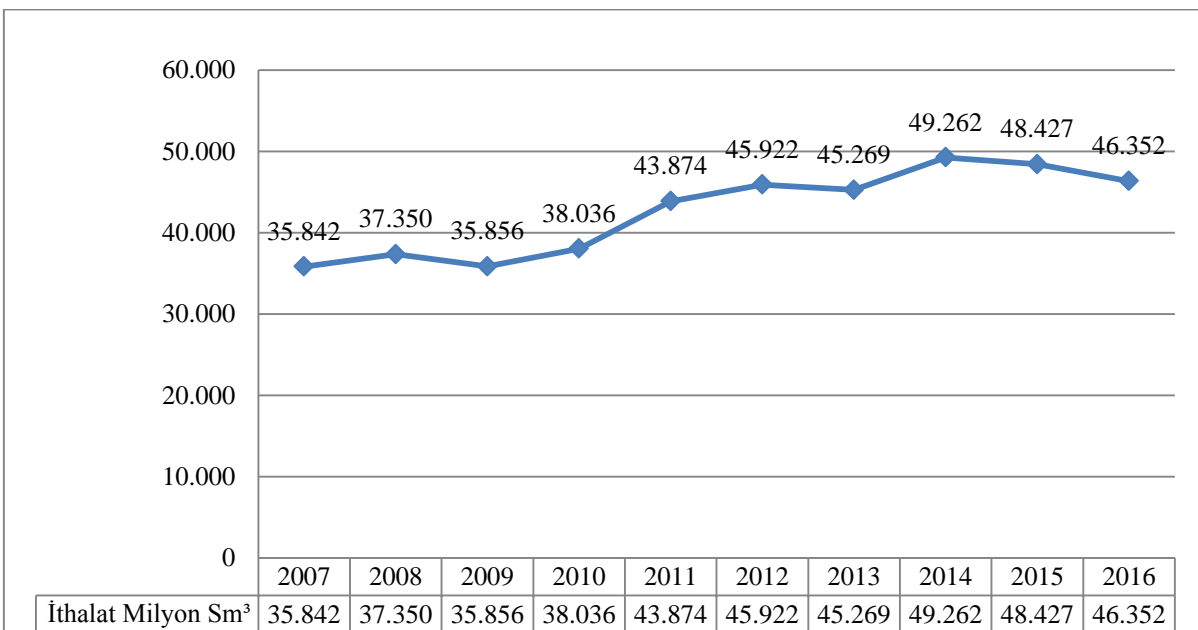
Kaynak: ETKB, 2017: 37-38.

Tablo 2.3 incelendiğinde Türkiye'de ham petrol üretiminde yıllara göre fazla değişiklik görülmemektedir. 2015 yılında 17,5 milyon varil ham petrol üretimi gerçekleşirken 2016 17,9 milyon varil petrol üretilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere ham petrol üretiminde çok fazla bir artış olmamasına rağmen tüketimi son on yılda 10 milyon tondan fazla artmıştır.

2.1.2. Türkiye’de Doğal Gaz

Türkiye’de doğal gaz üretimine 1977 yılında başlanılmıştır. Doğal gaz konusundaki çalışmalar Trakya’da Hamitabat, Kumrular, Umurca ve Kandamış, Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde ise Mardin-Çamurlu, Derin Barbeş ve Dodan alanlarında rezervler olduğunu göstermektedir. En önemli doğal gaz sahasından biri olarak kabul edilen Hamitabat’ta üretim 1977 yılında başlarken bir diğer önemli saha olan Çamurlu’da ise 1982 yılında üretime başlanılmıştır. Bu iki önemli doğal gaz sahasından 1980 yılında 23.667.000 m³ ve 1985 yılında ise 67.736.000 m³ doğal gaz üretimi gerçekleşmiştir. Türkiye doğal gaz alanındaki gelişmelerle birlikte ayrıca S.S.C.B ülkelerinden doğal gaz ithal etmeye başlamıştır. İthal edilen doğal gaz 1988 yılında henüz ilk üç ünitesi devrede olan Ambarlı termik santralinde kullanılmıştır (Mutluer, 1990: 192).

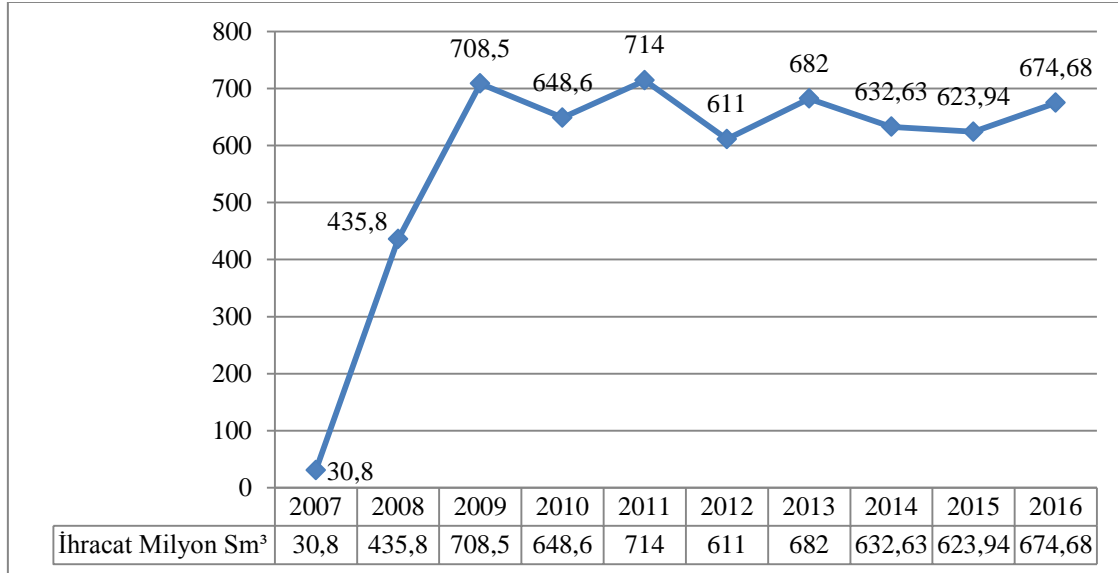
Türkiye, coğrafi olarak enerji ihracatı yapan ülkeler ile enerji ithalatı yapan ülkeler arasında bulunduğundan stratejik bir öneme sahiptir. Bu nedenle ülke Hazar ve Orta Doğu’da bulunan kaynakların küresel pazarlara ulaşması için bir enerji köprüsü konumundadır. Türkiye’de son yıllarda enerji taşımacılığında transit ülke olma yönünde büyük ilerlemeler görülmektedir. Türkiye’nin uluslararası boru hatları ve boru hattı projelerine; Bakü-Tiflis-Erzurum Doğal Gaz Boru Hattı, Türkiye-Yunanistan Doğal Gaz Boru Hattı, Trans-Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesi, Irak-Türkiye Doğal Gaz İhraç Projesi örnek olarak verilebilir <http://www.enerji.gov.tr> (erişim tarihi: 15.12.2016).



Şekil 2.5 2007-2016 Yılları Doğal Gaz İthalat Miktarları, (Milyon Sm³)

Kaynak: EPDK, 2017: 7.

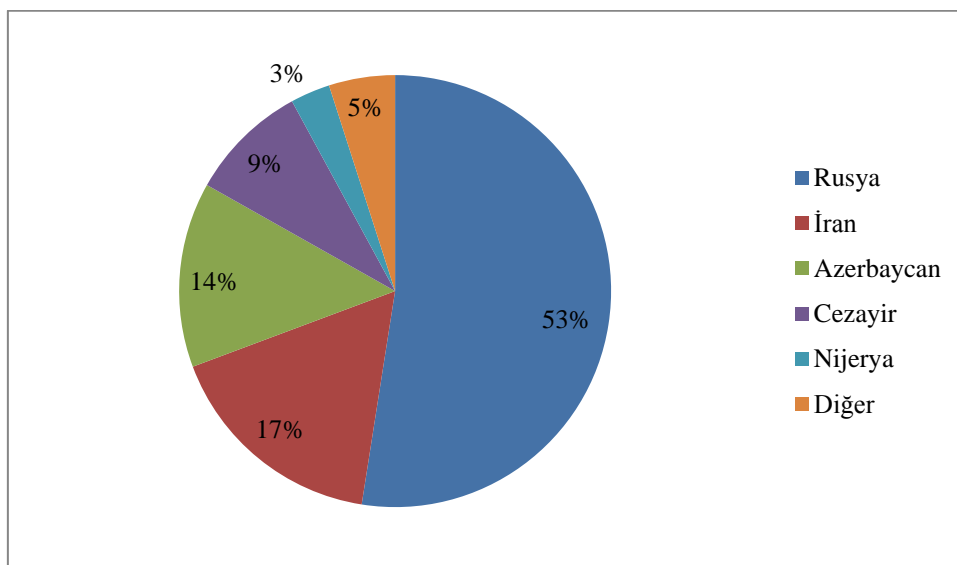
Şekil 2.5'te görüldüğü üzere Türkiye, doğal gaz alanında önemli oranda ithalata bağımlıdır. 2007 yılında 35.842 milyon Sm^3 olan ithalat miktarı 2015 yılında 48.427 milyon Sm^3 'e çıkarken 2016 yılında ise 46.352 milyon Sm^3 olmuştur.



Şekil 2.6 2007-2016 Yılları Doğal Gaz İhracat Miktarları (Milyon Sm^3)

Kaynak: EPDK, 2017: 18.

Şekil 2.6'da Türkiye'nin 2007-2016 yılları arası doğal gaz ihracat verileri incelenmiştir. 2007 yılında 30,8 milyon Sm^3 olan ihracat miktarı 2016 yılında 674,68 milyon Sm^3 olmuştur. Doğal gaz ihracat oranında yıllar itibariyle artış olsa da ithalat oranına göre oldukça düşüktür.



Şekil 2.7 Türkiye'nin İthal Ettiği Doğal Gazın Kaynak Ülkelere Göre Dağılımı, 2016

Kaynak: TPAO, 2017: 33.

Şekil 2.7’de 2016 yılı Türkiye doğal gaz ithalatının ülkelere göre dağılımına bakıldığında Rusya %53’lük oran ile birinci sırada yer alırken daha sonra İran (%17), Azerbaycan (%14) ve Cezayir (%9) gelmektedir.

Petrolle kıyaslandığı zaman doğal gaz da dışa bağımlılık oranı daha fazladır. Türkiye’nin doğal gaz talebini ithalatla karşılama oranı %99,2’dir. 2015 yılında Türkiye’de, 48,8 milyar m³ doğal gaz tüketilirken bu rakamın sadece %0,8’i (399 milyon m³) ülkede üretilmiştir. Ayrıca tüketilen bu doğal gaz miktarının %50’si elektrik üretiminde kullanılmıştır (TPAO, 2017: 33)

Tablo 2.4 Doğal Gaz Üretim ve Tüketimi, 2002-2016

Yıllar	Doğal Gaz Üretimi (milyon m ³)	TPAO Doğal Gaz Üretimi (milyon m ³)	Doğal Gaz Tüketimi (milyon m ³)
2002	378,4	268,0	17.065
2003	560,6	352,1	21.384
2004	707,0	432,8	22.505
2005	896,4	566,9	27.467
2006	906,6	412,6	31.128
2007	893,1	421,5	34.600
2008	1.014,5	495,6	36.100
2009	729,4	277,3	34.400
2010	726,0	260,7	36.900
2011	793,4	317,7	43.800
2012	664,4	339,7	45.242
2013	561,5	307,6	45.270
2014	502,1	251,8	48.717
2015	389,7	165,7	47.999
2016	381,6	248,1	46.146

Kaynak: ETKB, 2017: 37-38.

Tablo 2.4’te Türkiye’nin doğal gaz üretim miktarları yıllara göre incelendiği zaman değişkenlik göstermektedir. Bazı yıllar üretimde geçmiş yıla göre artış görülürken bazı yıllar azalma olmuştur. Son iki yıla bakıldığında; 2015 yılı doğal gaz üretimi 389,7 milyon m³ olurken 2016 da 381,6 milyon m³ doğal gaz üretimi gerçekleşmiştir. Türkiye’de doğal gaz tüketim miktarı incelendiğinde, 2015 yılında tüketim 47.999 milyon m³ iken 2016 da ise 46.146 milyon m³ tüketim gerçekleştiği görülmektedir.

2.1.2.1. Kaya Gazı

Üretimi ile doğal gaz fiyatlarında düşüş yaratacak olan kaya gazının (shale gas) Türkiye'de de aranmasına ve üretimine yönelik araştırmalar gerçekleştirilmektedir. Özellikle çalışmalar yüksek rezerve sahip Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde gerçekleştirilmektedir. Ayrıca bu bölge dışında, işletme anlaşması bulunmayan fakat ilerleyen dönemlerde değerlendirilebilecek Trakya Havzasının Hamitabat ve Mezardere bölgelerinde de yüksek oranda kaya gazının varlığına yönelik tahminler bulunmaktadır <http://www.enerji.gov.tr> (erişim tarihi: 15.12.2016).

Türkiye'de kaya gazına yönelik araştırmalar TPAO öncülüğünde gerçekleştirilmektedir. Örneğin; 2010 yılında ABD Transatlantic Petroleum firması ile anlaşma yapılırken, 2011 yılında da Shell ile kaya gazı arama ve üretimi konusunda anlaşmalar imzalanmıştır. Tüm bu gelişmelere rağmen kaya gazı konusunda yapılan araştırmalar gösteriyor ki Türkiye'nin kaya gazından yararlanabilmesi için minimum on yıllık zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Çevresel, coğrafi, teknolojik ve boru hattı gibi sorunlar Türkiye'nin kaya gazı üretimin önündeki en önemli engeller olarak görülmektedir (Karşlı, 2015: 30-31).

Bazı uluslararası enerji kurumlarının hazırladığı raporlara göre (ABD Enerji Bilgi Yönetimi ve ARI (Advanced Resources International, Inc gibi) Türkiye'nin üretilebilir şeyl gazı potansiyelinin yaklaşık 650 milyar m³ ve üretilebilir şeyl petrolü potansiyelinin de 4,6 milyar varil olduğu ifade edilmektedir. Fakat bahsedilen bu kaya gazı potansiyelinin gerçekçi olup olmadığının anlaşılması için daha detaylı araştırmaların yapılması gerekmektedir (Sarı, 2015).

Türkiye gibi enerjide dışa bağımlılığı yüksek olan ülkeler için alternatif ve yerli enerji kaynakları büyük önem taşımaktadır. Kaya gazı diğer ülkeler gibi Türkiye için de enerjide dışa bağımlılığın azaltması için yararlanılacak kaynaklardandır. Bu konuda gerçekleştirilen çalışmalar Türkiye'de kaya gazı (şeyl gazı) rezervlerinin 500 milyar ile 1.8 trilyon aralığında olduğunu göstermektedir. Bu kaya gazı rezervleri Türkiye'nin ortalama 30 yıllık enerji ihtiyacını karşılayacak miktardadır (Karşlı, 2015: 29).

2.1.3. Türkiye'de Kömür

Madencilik alanındaki düzenlemeler genellikle ulusal sermaye ile kalkınma sağlanması yönünde olmuştur. İngiltere'de 1926 yılında 500.000 maden işçisinin grevi kömür alanında sorunlara neden olmuştur. Bu olaydan Türkiye'de etkilenmiş Amerika'dan kömür ithalinde bulunmuştur. Zonguldak Havzası ve Soma bölgesi Türkiye'de kömür potansiyeli

yüksek olan alanlardır. Zonguldak ve Soma'da başarılı çalışmalar yapılmış ve 900 bin ton olarak gerçekleşen üretim miktarı 1936 yılına gelindiği zaman 2 milyon tonu geçmiştir. 1927 yılında çıkarılan Sanayi Teşvik Kanununun yanı sıra koruyucu gümrük uygulamaları ile maden kömüründe 1923-1932 arası dönemde ithalat yapılmamıştır. 1923'te 597.499 ton iken 1932'de 1.593.510 ton olması kömür üretiminde yapılan çalışmalarında etkisiyle önemli artışın olduğu görülmektedir. Daha sonraları maden arama ve işletmesine yönelik çalışmalar devam etmiş ve ilk olarak 1935 yılında Etibank Kanunu kabul edilmiştir. 1935 yılında ise özel bir kanunla Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü kurulmuştur (Yorulmaz, 1998: 285).

Türkiye'de kömür üretim ve tüketiminde yıllara göre değişimler gözlenmiştir. Kömürün enerji tüketimindeki payı 1970'te %24,7 orana sahipken, 1980'li yıllarda bu oran %30'lara yükselmiş ancak 2000'li yıllarda %26,3'lere düşmüştür. Toplam kömür üretiminin 1970-2000 yılları arasındaki üretim ve tüketim miktarları incelendiğinde; linyit üretim ve tüketiminin baş başa gittiği fakat taşkömürü üretim miktarının talebi karşılayamadığı görülmüştür. Türkiye'de 1970 yılında taş kömürü 4,57 milyon ton olurken 1980'li yıllarda gerileme yaşanmıştır. 1999 yılında ise gerekli yenileme yapılmamasından ve yatırımlarda yaşanan gecikmelerden dolayı 1,99 milyon tona düşmüştür. 1970 yılında 4,72 milyon ton taşkömürü tüketiminin neredeyse tamamı yurt içi üretimle sağlanırken 1999 yılı sonunda 11,36 milyon ton olan tüketimin sadece %17,5'i yurt içi üretimle karşılanmıştır (Sabah vd., 2002: 38).

İlerleyen yıllarda ekonomik büyüme ve nüfus artışının, enerji talebinde önemli bir artışa neden olacağı belirtilmektedir. Çeşitlendirme, enerji stratejisinin temeli olarak görülmektedir. Önemli rezervlere sahip tek yerli fosil yakıt olan linyit, özellikle enerji üretimi için gelecekteki enerji talebini karşılayacak ana bileşen olarak düşünülmektedir. Hükümet, kömürün nükleer enerji ve yenilenebilir kaynaklarla birlikte önemli bir rol oynamasını beklemektedir. Kömür kullanımı, dikkate alınması ve usulüne uygun olarak ele alınması gereken çeşitli güçlükleri beraberinde getirmektedir. İklim değişikliğine etkileri açıktır. Ayrıca son yıllarda meydana gelen ciddi kazalar sonrasında Türk kömür ocaklarındaki emniyet büyük bir endişe haline gelmiştir. Planlanan madencilik yatırımlarının büyük kısmı, acil ihtiyaç duyulan yatırıma rağmen halen beklenmemektedir. Öte yandan, yatırım ihtiyacı, modern, güvenli madenler inşa etmek ve kömürün en verimli ve temiz kömür santralleri ile kullanılması sürecinde en iyi teknolojiyi uygulamak için iyi bir fırsat sunmaktadır (IEA, 2016b: 89).

Türkiye büyük kömür rezervlerine sahip ülkelerden birisi durumundadır. İthal bağımlılığı azaltma stratejisinin bir parçası olarak, son on yılda sondaj ve arama faaliyetleri

yoğunlaştı. Linyit rezervleri 2004'ten bu yana yaklaşık iki katına çıkmıştır. Bununla birlikte, ithalat arttıkça kömür üretimi 2007'den beri düşüş eğilimindedir (IEA, 2016b: 90).

Türkiye'de tüketilen kömürün yaklaşık %68'i enerji üretim tesisleri tarafından elektrik ve ısı haline getiriliyor. Tüketimin %18'i ise sanayi sektörü tarafından çoğunluğu otonom elektrik üretim tesislerinde kullanılmaktadır. Geri kalan kısım ise tarım (%9.7) ve hane halkı (%5.6) dahil olmak üzere ticari ve kamu hizmetlerinde kullanılmaktadır. Son on yılda kömür talebi, elektrik üretim sektörü tarafından yönlendirilmiştir (IEA, 2016b: 91).

2015 yılı sonu itibari ile birlikte Türkiye'de 126,9 Mtep'lik toplam birincil enerji tüketimi gerçekleşirken bu tüketim miktarı içerisinde kömürün payı %27,3 olarak belirlenmiştir. 2016 sonu itibari ile ise Türkiye'nin kömür santral kurulu gücü 17.316 MW olurken, bu miktar ülkenin toplam kurulu gücünün %22,1'ine denk olmaktadır. Aynı zamanda yerli kömüre dayalı kurulu güç 9.437 MW (%12,1) olurken, ithal kömüre dayalı kurulu güç ise 7.879 MW (%10) şeklinde gerçekleşmiştir (ETKB, 2018).

Tablo 2.5 Kamuya Ait Kömür Rezervi ve Üretim Bilgileri, 2016*

Kömür Türü	Kurum	Üretim (Milyon Ton)	Rezerv (Milyon Ton)
Linyit	EÜAŞ	13,3	8.502
	TKİ	13,7	3.646
	MTA	-	564
	Toplam	27,0.	12.712
Taşkömürü	TTK	1,5	1.297

* 2016 yıl sonu verileri

Kaynak: ETKB, 2017: 41.

Tablo 2.5'te kamuya ait kömür üretim ve rezervlerini incelendiğinde; linyit rezervi 12.712 milyon ton iken taşkömürü rezervi 1.297 milyon ton olarak hesaplanmıştır. Linyit üretimi 27,0 milyon ton iken taşkömürü üretimi 1,5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 2.6 İşletme Ruhsatlı Sahalardan Ruhsat Sahiplerince MİGEM'e Beyan Edilen Enerji Hammaddeleri Üretim Değerleri, 2003-2015

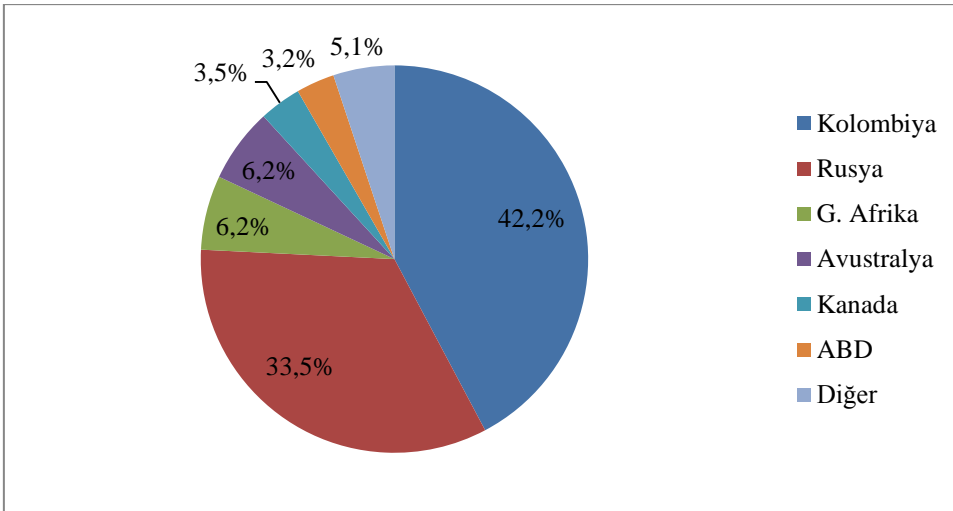
Üretim Miktarı (ton)						
Maden Adı	Kurum	2003	2004	2013	2014	2015
Asfaltit		414.050	6.441	648.953	336.852	837.112
Bitümlü Madde	TKİ	0	721.899	149.828	259.508	288.185
Kömür	EÜAŞ	16.057.585	12.658.583	16.011.459	18.987.907	10.855.125
	TKİ	28.718.676	24.115.256	23.257.009	22.854.114	12.432.171
	Diğer Kamu			11.245.055	1.063.927	399.816
	Özel Sektör	3.939.949	4.166.511	12.810.342	23.301.062	35.028.558
	Toplam	48.716.210	40.940.350	63.323.865	66.207.011	58.715.670
Taşkömürü	TTK	2.954.334	2.805.654	2.789.338	1.916.833	2.074.049
Kömür Genel Toplam		52.084.594	44.744.344	66.911.984	68.720.204	61.915.016

*1 Ocak 2017 tarihi itibarıyla en güncel veriler

Kaynak: ETKB, 2017: 42.

Tablo 2.6'da 2003-2015 yılları arasında MİGEM'e bildirilen enerji hammadde üretim miktarları incelendiğinde 2003 yılında kömürün genel toplam üretimi 52.084.594 ton, 2004 yılında 43.744.344 ton, 2013 yılında 66.911.984, 2014 yılında 68.720.204 ton ve son olarak 2015 yılında 61.915.016 ton olarak gerçekleşmiştir. Kömür genel toplamı 2003-2015 yılları arasında %18,87 oranında artış göstermiştir.

Kömür ithalatı Türkiye'de 1980 yılları öncesi çok az miktarda gerçekleşirken, 1990'lı yıllara gelindiği zaman bu miktar 10 milyon ton olmuştur. Kömür ithalatında ki artış yıllar itibarıyla devam etmiş 2000'li yıllara gelindiğinde 20 milyon tondan fazla ithalat yapılmıştır. Ülkede kömür ithalatı bir önceki yıla göre 2012 yılında ortalama %23 artarak 29,6 milyon ton olurken, 2013 yılında ise %8,4 düşüş göstererek 27,2 milyon ton olmuştur. 2014 yılında kömür ithalatında %11 artış yaşanmış 30,2 milyon ton seviyesine çıkmıştır. 2015 yılı kömür ithalat miktarı 34 milyon ton olarak hesaplanırken, 2016 yılında ithalat ise ortalama 37 milyon ton olarak hesaplanmıştır (TKİ, 2017: 19).



Şekil 2.8 Kömür İthalatında Ülke Payları, 2016

Kaynak: TKİ, 2017: 20.

Şekil 2.8'e bakıldığında Türkiye'nin 2016 yılında en fazla kömür ithalatı yaptığı ülke %42,2 oranla Kolombiya'dır. Kolombiya'yı %33,5 oranla Rusya ve %6,2 oranla da Güney Afrika ve Avustralya ülkeleri takip etmektedir.

2.1.4. Türkiye'de Nükleer Enerji

Türkiye'de politika yapıcılar enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için nükleer gücü gelecekteki enerji planları için önemli bir kaynak olarak görmektedir. Türkiye'nin nükleer güç konusundaki geçmişi 1960'lı yıllara dayansa da siyasi ve mali sorunlar sebebiyle istenilen noktaya ulaşamamıştır. Türkiye'nin nükleer enerji amaçları, enerjide ithalatı azaltma ve yerli enerji rezervlerinin kullanımını sağlama politikasının bir parçası olarak görülmektedir. Türkiye nükleer enerji ile 2020 yılında enerjinin %5'ini karşılamayı planlamaktadır. Ayrıca 2023'e kadar 3 tane nükleer reaktörün faaliyette olması hedefler arasındadır (Stein, 2012: 2).

Türkiye'de nükleer santrallerle ilgili farklı görüşler bulunmaktadır. Bu görüşlerden birisi Türkiye'nin nükleer santrale ihtiyacının olmadığı yönündedir. Bu görüşe bağlı olarak Türkiye'de nükleer santral kurulmasını savunanlar ikiye gruba ayrılmaktadır. Birinci grup enerji kaynaklarının yetersizliği nedeniyle nükleer santralleri desteklemektedir. İkinci grup ise nükleer teknoloji nükleer santral kurularak öğrenilir görüşünü savunmaktadır. Nükleer silah yapılarak Ortadoğu'nun en güçlü ülkesi konumuna gelmeyi planlayanlar ikinci grubu oluşturmaktadır. Bu grupta yer alanların gerekçeleri ise Türkiye'deki enerji kaynaklarından yeterince yararlanılmaması ve nükleer santrallerin olumsuz etkilerinden kaynaklanmaktadır. Bu gerekçelerden bazıları, jeotermal enerji potansiyelinin (2450 MW) kısmı %2.97'sinin, hidroelektrik potansiyelin %20'sinin kullanılması ve güneş enerjisinden hiç yararlanılmaması yönündedir. Ayrıca nükleer santraller geçmişin teknolojisi olarak görülmekte iken geleceğin

teknolojisi su, güneş, biokütle ve rüzgar olarak görülmektedir (Temurçin ve Aliğaoğlu, 2003: 34).

Avrupa’da ülkelerin çoğu elektrik ihtiyacının büyük kısmını nükleer enerji ile karşılarken Türkiye’de işletmede olan nükleer santral bulunmamaktadır. Nükleer enerjiden edinilen enerji ile dünya genelinde ki elektrik üretiminin %11’i karşılanmaktadır. Türkiye’de giderek artan enerji talebi karşısında hidrokarbon kaynakların yetersiz olması, yenilenebilir kaynak potansiyelleri ve bu kaynaklardan yeterince yararlanılamaması gibi sorunlar dikkate alındığı zaman enerji arz güvenliği için nükleer enerjinin zorunluluk olduğu kamu otoritelerince desteklenmektedir (ETKB, 2017: 65-67).



Şekil 2.9 Nükleer Santrallerin Türkiye İçin Önemi

Kaynak: ETKB, 2017: 53.

Türkiye’nin hızlı artan nüfusu ve gelişen ekonomisi enerji talebini artırmış, ülke artan talep karşısında nükleer enerji çalışmalarını hızlandırmıştır. 2010 yılında Türkiye ve Rusya ülkeleri arasında Akkuyu sahasında bir nükleer santral kurulumu ve işletimine yönelik anlaşma imzalanmıştır. Ülke 2013 yılında ise Japonya ile Sinop sahasında bir nükleer santral kurulmasına ve işletimine yönelik hükümetler arası anlaşmaya imza atmıştır. Son olarak 2014 yılında EÜAŞ ile Westinghouse ve SNPTC işbirliğiyle ülkede üçüncü nükleer santralin yapımı için görüşmeler gerçekleştirerek Mutabakat Zaptını imzalamıştır (ETKB, 2017: 56).

Türkiye’de nükleer enerji santrallerinden ilkinin Mersin Akkuyu alanında, ikinci santralin ise Sinop İnceburun Yarımadası’nda yapılması planlanmıştır. Her iki nükleer santralin maliyeti yaklaşık 20 milyar olup, işletme ömrü ise 60 yıl olarak hesaplanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda üçüncü nükleer santralin de Kırklareli İğneada’ya yapılması kararlaştırılmıştır. İğneada’ya yapılacak olan nükleer santral doğal dokunun bozulacağı ve çevresel sorunların oluşacağı yönünde ciddi tartışmalara sebep olmuştur (Akyüz, 2015: 529).

Sinop projesi, her biri 120 m² kurulu güce sahip ATMEA-1 modeli dört nükleer reaktörden oluşacak. Projenin tahmini toplam maliyeti 22 milyar ABD dolarıdır. IGA'ya göre TETAŞ üretilen elektriğin %100'ünü 20 yıl süreyle satın alacak. Ünite 1'in ise 2023'e kadar açılması beklenmektedir (IEA, 2016b: 184).

Türkiye ve Rusya arasında 2010 yılının mayıs ayında Mersin/Akkuyu'da Rusya tarafından yapılacak VVER-1200 tipi, dört reaktörden oluşan, toplamda 4800 MW elektrik üretimi sağlayacak olan nükleer santral yapım antlaşması imzalanmıştır. Antlaşma gereğince santralin %51'lik kısmı Rus şirkete ait olacak ve kullanımı süresince Rus şirket tarafından işletilecektir. 2015 yılının nisan ayında ise Akkuyu nükleer güvenlik sisteminin (NGS), deniz hidroteknik yapıları bölümünün inşaat projesi temel atma töreni yapılmıştır. Nükleer santral yapımı ile birlikte hem enerji talebinin karşılanması hem de işsizlik konusunda katkı sağlanacaktır (Özalp, 2017: 182).

Tablo 2.7 Türkiye'de Radyoaktif Hammadde Potansiyeli

Yatak Yeri	Rezerv (ton)	Tenör
Uranyum Yatakları		U308 %
Manisa-Salihli-Köprübaşı	3040	0.050
Yozgat-Sorgun	2500	0.100
Aydın-Söke-Demirtepe	1.300	0.080
Uşak-Eşme-Fakılı	510	0.045
Aydın-Söke-Küçükçavdar	500	0.050
Giresun-Şebinkarahisar	300	0.040
Çanakkale-Ayvacık-Küçükkuyu	250	0.080
Uranyum Toplam	8.400	0.070
Toryum Yatakları		Tho ₂ %
Eskişehir-Sivrihisar-Beylikahır	380000	0.210
TORYUM TOPLAM	380000	0.210

Kaynak: Tuncer ve Eskibalci, 2003: 84.

Tablo 2.7 incelendiği zaman; Türkiye uranyum hammaddesi bakımından çok fazla zengin bir ülke değildir. MTA tarafından belirlenen Türkiye uranyum rezervi %0.07 U₃O₈ ton değerindedir. Bu rezervin dünya genelinde bulunan uranyum içindeki payı %0.41 oranıyla oldukça düşüktür. Türkiye toryum açısından dünyada %21'lik oran ile en zengin ülkelerden biri konumundadır. Toplam toryum rezervi 380000 ton olarak hesaplanmıştır (Tuncer ve Eskibalci, 2003: 84).

Türkiye, ABD, Rusya ve Güney Amerika dünyanın önemli bor yatakları bulunduran ülkeleridir. Türkiye dünyanın en büyük bor rezervine sahip ülkesi olmasının yanında en çok bor kimyasal üretimi gerçekleştiren ülkesidir. Türkiye 3,3 milyar ton olan bor rezervi ile küresel toplam bor rezerv sıralamasında %74'lük orana sahip ilk ülkedir. Türkiye'de bor madeni yatakları Kütahya-Emet, Bursa-Kestelek, Eskişehir-Kırka ve Balıkesir-Bigadiç bölgelerindedir. Bor Master Arama Projesi, MTA ile Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü tarafından 2002 yılında gerçekleştirilmiştir. Bu proje ile yapılan çalışmalar sonucu 2002-2013 yıllarında 2 milyar ton olan bor rezervleri 1,3 milyar ton artmış ve 3,3 milyar ton'a yükselmiştir. Dünya bor talebinin %50'si 2005 yılından itibaren dünya bor sektöründe lider konumda olan Eti Maden tarafından karşılanmaktadır. Üretim kapasitesi 2,2 milyon ton olan Eti Maden tarafından 2002 yılında 436 bin ton, 2015 yılında 1,84 milyon ton üretim gerçekleştirilmiştir <http://www.enerji.gov.tr> (erişim tarihi: 20.02.2017).

2.2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları açısından dünyanın önde gelen ülkeleri arasında bulunmaktadır. Hidrolik, rüzgar ve güneş enerjisi potansiyelleri ile dünya lideri olacak konumdadır. Türkiye jeotermal enerjide dünya potansiyelinin %8'ine sahip durumdayken coğrafi konumu nedeniyle güneş enerjisi yönünden de zengindir. Aynı zamanda hidrolik enerji potansiyeli açısından dünyanın ayrıcalıklı ülkelerinden biri olup rüzgar enerjisi potansiyeli ortalama 160 TWh'dir. Yenilenebilir enerjinin temiz, güvenilir, sürdürülebilir, yerli ve çevre dostu kaynaklar olması gibi özelliklere sahip olmasının yanı sıra Türkiye'nin enerji talebinin hızlı artışı alternatif enerji kaynaklarının önemini artırmaktadır (Çanka Kılıç, 2011: 97).

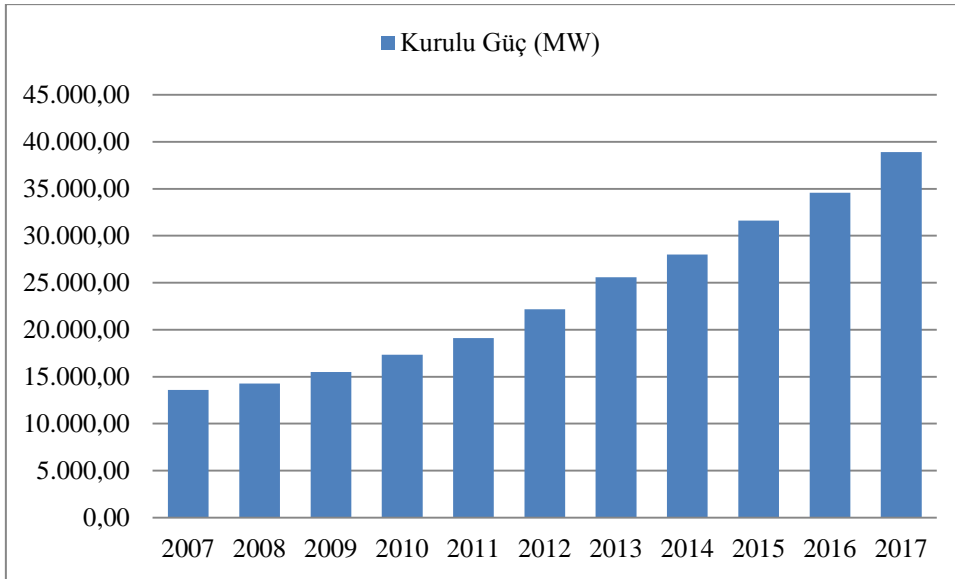
Tablo 2.8 Bölgelere ve Ülkelere Göre Yenilenebilir Enerji Tüketim Miktarı, (Mtoe)

Bölgeler ve Ülkeler	2005	2010	2011	2012	2013	2014	Dünya Tüketimdeki Payı (%)
Kuzey Amerika	25.5	45.4	51.3	58.1	66.9	73.6	23.2%
Güney ve Orta Amerika	6.3	10.6	12.9	14.7	16.9	21.5	6.8%
Avrupa ve Avrasya	35.1	71.3	86.2	101.9	114.7	124.4	39.3%
Orta Doğu	-	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.1%
Afrika	0.7	1.3	1.4	1.6	1.8	2.9	0.9%
Asya Pasifik	17.2	39.7	53.7	66.4	82.5	94.2	29.7%
Dünya	84.9	168	205.6	242.9	283	316.9	100%
OECD	69.7	128.3	150.2	173.4	196.3	215.9	68.1%
OECD Dışı	15.2	39.7	55.4	69.5	86.7	101.1	31.9%
ABD	20.6	38.9	45	50.6	58.7	65	20.5%
Çin	1.1	13.1	24.6	33.8	46.1	53.1	16.7%
Almanya	9.7	19	24	27.5	29.3	31.7	10%
İspanya	5.6	12.5	12.6	15	16.3	16	5.1%
Brezilya	4.2	7.3	9	10.1	11.9	15.4	4.9%
İtalya	3.1	5.8	8.4	11.4	13.4	14.8	4.7%
Hindistan	2.3	7.6	9.2	11	12.5	13.9	4.4%
İngiltere	2.7	5	6.5	8.1	11.1	13.2	4.2%
Türkiye	0.1	0.9	1.3	1.7	2.3	2.8	0.9%

Kaynak: Yıldırım, 2016: 731.

Tablo 2.8’de görüldüğü üzere 2014 yılı itibariyle dünyadaki yenilenebilir enerji tüketiminin %68.1’ini OECD ülkeleri, %31.9’unu OECD dışı ülkeler, %20.5’ini ABD gerçekleştirirken %16.7’sini Çin, %10’unu Almanya ve %0.9’unu Türkiye gerçekleştirmiştir. Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketiminin dünya geneline göre oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Daha önce de ifade edildiği üzere, Türkiye enerjide yüksek oranda ithalata bağımlı olduğundan fosil yakıt ithalatı ödemeler bilançosuna ağır yük getirmektedir. Türkiye’de yenilenebilir enerjinin üretim, kullanım ve yaygınlaştırılması ülkenin enerji güvenliği ve sürdürülebilir büyümesi açısından büyük önem taşımaktadır.



Şekil 2.10 Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç Gelişimi

Kaynak: <http://www.yegm.gov.tr> (erişim tarihi: 20.05.2018).

Şekil 2.10’da Türkiye’nin 2007-2017 yılları arası yenilenebilir enerjinin kurulu güç payının giderek arttığı görülmektedir. 2007’de 13.606,8 MW olan kurulu güç 2017’de 38.907,9 MW olmuştur. Yenilenebilir enerji alanında yıllar itibariyle gelişme olsa da Türkiye’nin sahip olduğu kaynak potansiyeline göre yeterli düzeyde olmadığı görülmektedir.

2.2.1. Türkiye’de Güneş Enerjisi

Türkiye’de güneş enerjisi ilk defa 1960’lı yılların başında alternatif bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmiş ve bu konuda çalışmalar başlatılmıştır. Dünyada güneş enerjisi alanındaki gelişmeler ile birlikte ülkede 1970’lerin ortalarında çalışmalar hız kazanmıştır. Güneş enerjisinin ısı uygulamaları ile güneş enerjisinden ısı edinilirken, bu ısı enerjisi doğrudan kullanılabilirliği gibi elektrik üretiminde de kullanılmaktadır. Bu yüzden güneş enerjisi üniversiteler, devlet ve endüstri için büyük önem kazanmıştır. 1975 yılında İzmir’de yapılan kongre güneş enerjisi konusunda ulusal olarak gerçekleştirilen ilk kongre olarak bilinmektedir. Daha sonra 1975 yılında Ortadoğu Teknik Üniversitesi öncülüğünde ilk pasif güneş enerjisi uygulaması yapılmıştır. Bu alanda ülkede kurulmuş olan ilk kurum 1978 yılında açılan Ege Üniversitesi Güneş Enerji Enstitüsü’dür ve hala çalışmalarına devam etmektedir. Ayrıca MBEAE’de 1980’lerin sonunda TÜBİTAK bünyesinde çalışmalar yapmaya başlamıştır. 1992 yılında ise Uluslararası Güneş Enerjisi Derneği Türkiye Şubesi açılmıştır. Aynı zamanda bu konuda Devlet Meteoroloji Enstitüsü (DME) iklimsel verilerin kayıtları, değerlendirilmesi ve bilginin dağıtılması ile ilgili çalışmalar yürütmektedir. Elektrik

İşleri Etüt İdaresi’de güneş enerjisi ile su ısıtmanın yanı sıra aktif pasif mahal ısıtma ve güneş pilleri konusunda 1982’den bu yana çalışmalar gerçekleştirmektedir (Kapluhan, 2014: 88).

Türkiye coğrafi konum olarak 36-42° kuzey enlemleri ve 26-45° doğu boylamları arasında bulunduğundan güneş enerjisi potansiyeli yönünden avantajlı bir konumdadır. Ülkenin yüksek olan enerji potansiyeline rağmen güneş enerjisi üretimi ve kullanımı beklenenden daha azdır (Çanka Kılıç, 2015: 30).

Tablo 2.9 Türkiye’nin Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m ² - Yıl)	Güneşlenme Süresi (Saat/Yıl)
Güneydoğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971

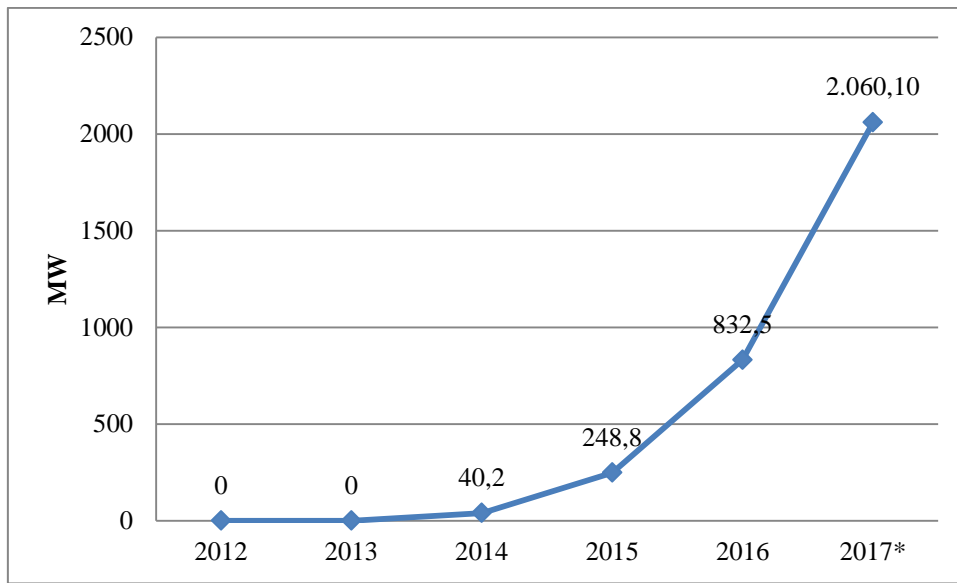
Kaynak: Çanka Kılıç, 2015: 31.

Tablo 2.9 incelendiğinde Türkiye’de yıllık toplam güneş ışınımının en küçük değeri 1120 kWh/m² ile Karadeniz bölgesi olurken en yüksek değer ise 1460 kWh/m² ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi olduğu görülmektedir. Türkiye’nin güneş enerjisinden en çok yararlandığı ilk iki bölge sırasıyla Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz bölgeleridir.

GEPA tarafından Türkiye’nin yıllık toplam güneşlenme süresi 2.737 saat yani günlük toplam 7,5 saat olarak hesaplanırken, yıllık toplam güneş enerjisi ise 1.527 kWh/m² yani günlük olarak toplam 4,2 kWh/m² olarak hesaplanmıştır. Türkiye’de 2012 yılından beri kurulu olan güneş kolektör alanı ortalama olarak 18.640.000 m² bulunmuştur. Düzlemsel güneş kolektör üretimi yıllık 1.164.000 m² hesaplanırken, vakum tüplü kolektör ise 57.600 m² hesaplanmıştır. Üretilen düzlemsel kolektörlerin yarısı, vakum tüplü kolektörlerin de tamamı ülkede kullanılmaktadır. Türkiye’de lisanssız elektrik üretim santralleri kurulmaya başlamış ve bu gelişmeyle birlikte 2016 yılının eylül sonu itibarı ile güneş enerji santral sayısı 861 olmuştur. Bu santrallerin toplam kurulu gücü ise 660,2 MW olarak hesaplanmıştır. ETKB 2023 hedefine göre; ilerleyen yıllarda kapasite artırılarak minimum 3000 MW olan lisanslı PV santral kurulu gücü sağlanacaktır <http://www.enerji.gov.tr> (erişim tarihi: 20.02.2017).

2015 yılında Türkiye’de güneş kolektörlerinin kullanımıyla ortalama 811.000 TEP ısı enerjisi elde edilmiştir. Üretilen bu enerjinin, 2015 yılında 528.000 TEP’lik kısmı konutlarda

kullanılırken, 283.000 TEP'lik kısmı ise endüstriyel alanda kullanılmıştır. Türkiye'de 2016 yıl sonu itibariyle 402 MW kurulu güce sahip olan 34 adet güneş enerjisi santraline ön lisans verilirken, 12,9 MW kurulu gücü olan 2 adet santrale ise lisans verilmiştir. Ayrıca lisanssız elektrik üretim santrallerinin kurulması da sektöre katkı sağlamıştır. 2016 yılı sonu itibari ile yapılan hesaplamalar sonucu güneş enerjisi santral sayısı 1.043 olarak bulunmuştur. Bu santrallerde 819,6 MW kurulu güce ulaşılmış ve 2 adet lisanslı güneş enerjisi santralinin de eklenmesiyle bu miktar 832,5 MW'a çıkmıştır (ETKB, 2018).



*31 Ekim 2017

Şekil 2.11 Türkiye'nin Güneş Enerjisi Gelişimi (MW), 2012-2017

Kaynak: KPMG, 2018: 14.

Şekil 2.10'da 2014 yılında güneş enerjisinden elektrik üretim miktarı 40 GW olan Türkiye'de 2017 yılında bu miktar 2060 MW olarak gerçekleşmiştir. Yıllar itibariyle güneş enerjisi alanında gelişmeler yaşanmıştır. Yine de bu gelişmeler Türkiye'nin güneş enerji potansiyelinin oldukça altındadır.

2.2.2. Türkiye'de Rüzgar Enerjisi

Türkiye'de rüzgar enerjisinden yararlanılarak elektrik üretimi ilk olarak 1986 yılında İzmir'in Çeşme İlçesi'nde bulunan Altın Yunus Tesisleri'ndeki rüzgar türbininden elde edilmiştir. 1998 yılına gelindiğinde ise Çeşme'nin Germiyan Köyü'nde kurulan rüzgar türbinleriyle ilk uluslararası üretim gerçekleşmiştir (İlkılıç, 2016: 7). Ayrıca 1998 yılında Alaçatı'da açılan ARES isimli 12 türbinli rüzgar enerji çiftliği ilk yap-işlet-devret modeli ile yapılan rüzgar enerjisi tesisidir. Türkiye'de yap-işlet-devret modeli ile kurulan en büyük rüzgar enerji santrali Çanakkale-Bozcaada Rüzgar Enerji Santrali (BORES)'tir. 2006 yılında

ise Balıkesir-Bandırma'da 30.00 MW güce sahip 20 adet rüzgar türbini faaliyete geçirilmiştir. 2008 yılında ise İstanbul-Çatalca'da Ertürk AŞ. tarafından 20 adet 3.000 kW'lık türbinlerinden oluşan ülkenin en büyük rüzgar gücü santrali kurulmuştur. Türkiye'nin rüzgar enerji sistemleri sürekli artan kapasite ve yatırımlarla gelişim göstermektedir (İlkılıç, 2016: 8).

Türkiye iklim özellikleri ve 784.347 km² yüzölçümü ile önemli rüzgar potansiyeli barındıran ülkelerden birisidir. Rüzgar hızı ve rüzgar sürekliliği göz önüne alındığında Türkiye'deki rüzgar enerji potansiyeli bölgeler ölçeğinde farklılaşmaktadır. Bu yüzden rüzgar enerjisine yönelik çalışmalardan biri de 2006 yılında EİEİ tarafından Türkiye Rüzgar Potansiyeli Atlası'nın hazırlanmasıdır. REPA ile Türkiye'deki rüzgar potansiyeli belirlenmekte, ayrıca orta ölçekli sayısal hava tahmin modelleri yapılmakta ve mikro ölçekli rüzgar akış modeli baz alınarak üretilen rüzgar kaynakları hakkında bilgiler sunulmaktadır. Bu alanda yapılan çalışmalar sonucu Türkiye'de elektrik üretebilecek rüzgar enerji potansiyeli, rüzgar hızı 7.0 m/sn üzeri değerlerde hesaplandığı zaman 10.463 MW deniz ve 37.386 MW üzeri kara olmak üzere toplam 47.849 MW'dır (Yılmaz, 2012: 41).

Tablo 2.10 Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli

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

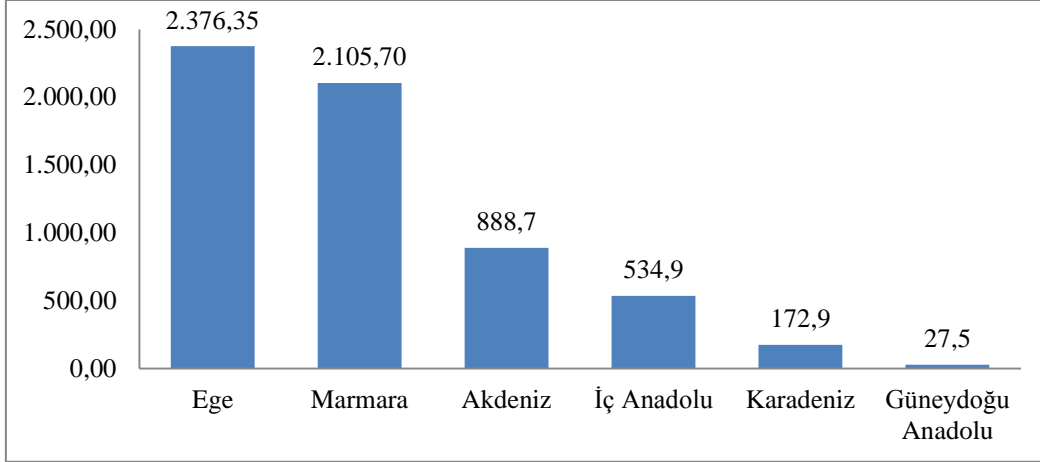
Kaynak: Ürün ve Soyu, 2016: 38.

Tablo 2.10'da Türkiye'nin toplam rüzgar enerji potansiyeli incelenmiştir. Kurulu gücün toplam potansiyeli 131.756,40 MW olarak hesaplanmıştır.

Türkiye'de yerden 50 metre yükseklikte, 7.5 m/s ve üzeri alanlarda kilometre başına 5 MW gücünde rüzgar santralleri kurulabileceği kabul edilmiş ve buna bağlı olarak Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) hazırlanmıştır. Ayrıca Türkiye'nin rüzgar enerji potansiyelinin 48.000 MW olduğu hesaplanmıştır. Bu rakam Türkiye yüz ölçümünün %1.30'una denk gelmektedir. Türkiye'nin rüzgar enerjisi üretim miktarı 2015 yılı sonu

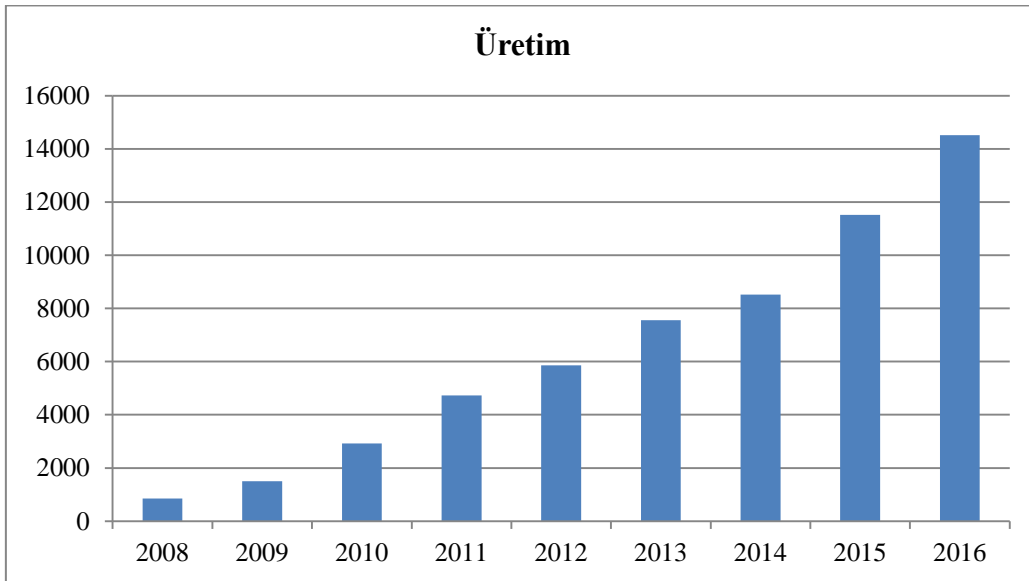
itibariyle 11.652 GWh olarak ölçülmüştür. Lisanslı rüzgar enerji santrallerinin kurulu gücü ise 5.228 MW olarak hesaplanmıştır <http://www.enerji.gov.tr> (erişim tarihi: 20.02.2017).

2016 yılı sonu itibariyle işletmede olan lisanslı rüzgâr enerji santrallerinin kurulu gücü ise 5.751,3 MW'dır (ETKB: 2018).



Şekil 2.12 Türkiye’de İşletmede Olan RES’lerin Bölgelere Göre Dağılımı, (MW)

Kaynak: TÜREB, 2017: 15.



Şekil 2.13 Türkiye’de Rüzgar Enerjisinin Gelişimi 2008-2016, Üretim, (GWh)

Kaynak: TMMOB, 2017: 96.

Şekil 2.11 ve 2.12’de görüldüğü üzere, Türkiye’de rüzgar enerjisi üretimi yıllar itibariyle artış gösterirken özellikle Ege Bölgesi’nin rüzgar enerjisi üretme potansiyeli diğer bölgelere çok yüksektir. Ege Bölgesi’ni Marmara ve Akdeniz Bölgeleri takip etmektedir.

2.2.3. Türkiye’de Jeotermal Enerji

Türkiye’de sıcak ve mineralli sularla ilgili çalışmalar 1891 ve 1926 yıllarında Fransız Lepappe, Bardet ve Geslin tarafından Bursa Çekirge kaplıcalarının kaynaklarından olan Vakıfbahçe ve Bademlibahçe kaynak sularında yapılmıştır. Daha sonra tahlil ve envanter çalışmaları MTA tarafından 1946 yılında yapılmıştır (Canik vd., 2000: 2). Türkiye’de jeotermal amaçlı ilk kuyu İzmir Balçova’da 1963 yılında açılmıştır. Bu kuyu 40 m derinlikte olup 124 °C sıcaklıkta su ve buhar karışımı akışkan sağlanmıştır. 1965 yılında Balıkesir Gönen Park Otel tarafından kaynaktan sağlanan sıcak suyun ısıtılarak kullanılması ilk jeotermal uygulamadır. Jeotermal akışkan amaçlı ilk derin kuyu ise 1968 yılında Denizli Kızıldere’de açılmıştır. Bu kuyu 449 m derinlikte olup, 180 °C -200 °C kuyu dibi sıcaklığı bulunmakta ayrıca %65 buhar ve %35 sıcak su elde edilmiştir. Ayrıca burada 1974 yılında 0,5 MWe kapasiteli elektrik üretim pilot santral kurulmuştur. Bu santral 1984’te TEK tarafından 20,4 MWe kapasiteli olarak yeniden düzenlenmiştir. Jeotermal enerji amaçlı çalışmalara MTA tarafından 1982’den sonra hız verilmiş ve çoğunluğu Batı Anadolu’da olan birçok saha bulunmuştur (Canik vd., 2000: 5).

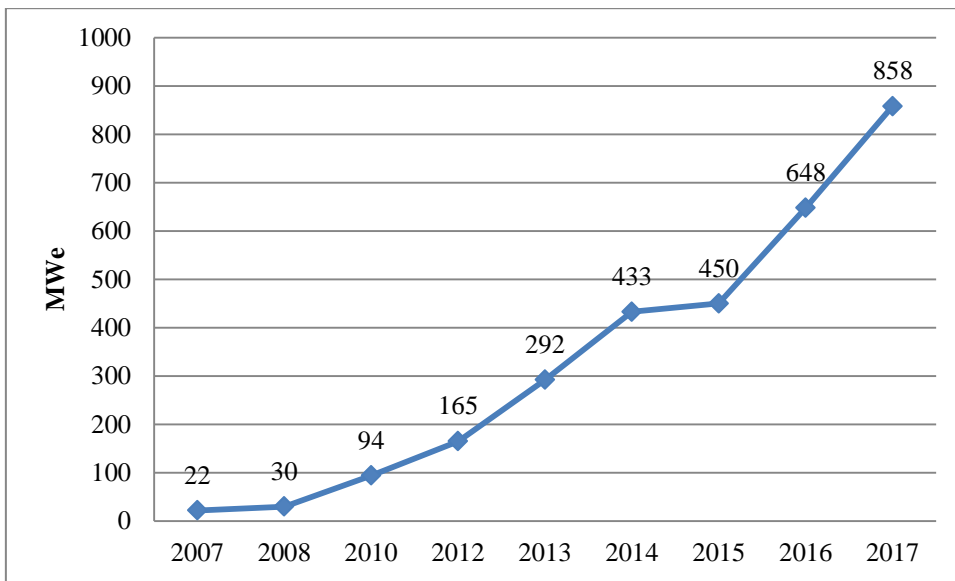
Türkiye jeotermal enerji kaynakları açısından dünyanın önde gelen ülkeleri arasında bulunmaktadır. Türkiye’de jeotermal alanlar farklı tektonik kuşak ve volkanik alanlar üzerinde bulunmaktadır. Alp Orojenezine bağlı olarak gelişmiş, farklı tektonik kuşakların etkisi ile oluşmuş farklı bölgelerde zengin jeotermal enerji kaynak potansiyeli bulunmaktadır. Tektonizmanın etkisiyle ülkenin batısında incelen kabuk, jeotermal kaynakların oluşmasını ve doğal olarak yüzeye çıkmasını sağlamıştır. Bu sebepten dolayı Türkiye’nin batısında yüksek entalpili (>150°C) elektrik üretimi sağlayan jeotermal alanlar bulunmaktadır. Doğu bölgelerde ise tektonik sıkışmadan dolayı düşük entalpili alanlar bulunmaktadır (Çetin, 2014: 15).

ETKB tarafından 2005 yılından itibaren mevcut kaynakların geliştirilmesi ve yeni kaynak alanları arama yönündeki çalışmalar hız kazanmıştır. 2004 sonunda 3100 MWt olan kullanılabilir ısı kapasitesi 2015 yılı aralık sonu itibari ile ilave 190000 m sondajlı arama tamamlanması ile ilave 1900 MWt ısı enerji artışı elde edilmiştir. MTA tarafından 173 adet olarak belirtilen keşfedilmiş jeotermal saha sayısı sondajlı aramalar sonucu 230 sahaya çıkmıştır. Ayrıca son bulunan sahalardan 10 adedi elektrik üretimi için uygundur. Bugüne kadar toplam 592 adet 350000 m sondajlı arama çalışması yapılarak 5000 MWt ısı enerjisi sağlanmıştır. Türkiye’nin jeotermal potansiyeli teorik olarak 31.500 MWt olarak belirtilmektedir. Bu potansiyel alanlarının %78’i Batı Anadolu’da, %9’u İç Anadolu’da, %7’si Marmara Bölgesinde, %5’i Doğu Anadolu’da ve %1’i diğer bölgelerde bulunmaktadır. Türkiye’deki jeotermal kaynakların %90’ı düşük ve orta sıcaklıkta olup ısıtma, termal turizm, mineral eldesi vb. uygulamalar için uygun olmakta iken %10’u dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygun olmaktadır (ETKB, 2018).

Tablo 2.11 Elektrik Üretimine Uygun Potansiyel: 1.500 (MWe)

	Firma Sayısı (Adet)	Kurulu Güç Kapasitesi (MWe)
Elektrik üretimi amaçlı lisans alan	20	465,69
İşletmede bulunan elektrik üretim santrali	7	114,2
İnceleme ve değerlendirmeye alınan lisans başvurusu	16	327,95

Kaynak: <http://www.yegm.gov.tr> (erişim tarihi: 20.05.2018).

**Şekil 2.14 Türkiye’de Jeotermal Üretim Kapasitesi, (MWe)**

Kaynak: TMMOB, 2017: 100.

Şekil 2.14’te Türkiye’nin 2007-2017 yılları arasında jeotermal üretim kapasitesi değerleri gösterilmektedir. Jeotermal üretim kapasitesinin 2007 yılında 22 MWe iken 2017 yılında 858 MWe olması üretimdeki artışı göstermektedir.

2002-2017 yılları arası Türkiye’deki jeotermal uygulamaların karşılaştırılması:

- Elektrik üretimine uygun saha sayısı 2002 yılında 16 iken 2017 yılında 25 olmuştur.
- Sera ısıtması 2002 yılında 500 dönüm iken 2017 yılında 3.931 dönüme çıkmış, %686 artış olmuştur.
- Konut ısıtılması 2002 yılında 30.000 konuttan 2017 yılında 114.567 konut eşdeğerine çıkmış %281 artmıştır.

- Elektrik Üretimi 2002 yılında 15 MWe iken 2017 yılı Haziran sonunda 860 MWe çıkmış ve %5.633 artmıştır.
- Ülke görünür ısı kapasitesinde ise 2002 yılında 3.000 MWt'den 2017 yılında 15.500 MWt'e çıkmış ve %416 artış sağlanmıştır (ETKB, 2018).

2.2.4. Türkiye'de Hidrojen Enerjisi

Türkiye'de hidrojen enerjisine 1993 yılı 7. Beş Yıllık Kalkınma Planı Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu Yeni ve Yenilenebilir Enerji Raporu'nda kısaca değinilmesine rağmen bu konu resmileşen kalkınma planında yer almamıştır. Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu tarafından gerçekleştirilen bilim ve teknoloji politikasında hidrojen yakıtından bahsedilmemiştir. Yine TÜBİTAK tarafından Marmara Araştırma Merkezi'nde Uluslararası Enerji Ajans'ı programında bu konuda çalışmalar yapılmak istenilmişse de 1996 yılında sona ermiştir (Erdoğan ve Seçkin, 2008: 20).

Türkiye hidrojen açısından hem yüksek potansiyele sahip hem de üretim yönünden önemli avantajlara sahip ülkelerdendir. Hidrojen potansiyeli Karadeniz tabanında kimyasal biçimde depolanmış büyük miktarda bulunmaktadır. Karadeniz suyunun %90'ı anaerobiktir ve hidrojen sülfür (H₂S) içermektedir. Aynı zamanda 1000 m derinlikte 8 ml/l olan H₂S konsantrasyonu tabanda 13,5 ml/l olmaktadır. Elektroliz reaktörü ve oksidasyon reaktörü kullanılarak H₂S'den hidrojen üretimi alanında teknolojik çalışmalar bulunmaktadır. Diğer taraftan üç tarafının denizlerle kaplı olması, göl ve akarsu açısından zengin olması ve yağışlı bölgelerinin de olmasından dolayı hidrojen elde edilmesinde avantaj sahibidir. Türkiye'de hidrojen yakıtı üretiminde yararlanılacak kaynaklar; hidrolik enerji, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, deniz-dalga enerjisi, jeotermal enerji olarak sıralanabilir. Ayrıca Türkiye gibi hem gelişme sürecinde hem de teknolojik geçiş aşamasındaki ülkeler açısından, uzun dönemde fotovoltaik güneş-hidrojen sistemi de uygun görülmektedir (Ertürk vd., 2006: 39).

Tablo 2.12 Türkiye’de Yürütülen Hidrojen Tabanlı Projeler

Atatürk hava meydanı otobüs projesi	TPAO ve TEMSA tarafından yürütülen bir projedir. TEMSA’nın ürettiği hidrojenle çalışan otobüsler meydan içi ve dışında TPAO tarafından işletilecektir. Otobüslerde içten yanmalı motor kullanımı planlanmaktadır.
Rüzgar-hidrojen projesi	Demirer Holding, BOS, Çukurova Holding ve Unilever Şirketleri konsorsiyumu tarafından yürütülen proje rüzgardan hidrojen üretimini planlamaktadır.
Hastane projesi	Ankara’da bir hastanede hidrolizle oksijen ve hidrojen üretimini planlanmaktadır. Oksijenden ameliyathanede ve bebek doğum bölümünde; hidrojenden ise ambulans yakıtı ve yemek pişirmede yararlanılacak olan proje 2008’de tamamlanmıştır.
Ambarlı santrali hidrojen projesi	EÜAŞ ve İGDAŞ’ın birlikte yürüttüğü proje, hidrojen üretimi yapıp doğal gaz boru hattına verilmesini içermekte ve gece kullanılmayan elektriği kullanarak hidrojen üretimini öngörmektedir. Bu proje ile doğal gaz boru hatlarına verilen hidrojen oranı sürekli artırılarak 50 yıl içinde hidrojen boru hattına dönüştürülmesi planlanmaktadır.
Hidroelektrik-hidrojen projesi	EÜAŞ, TPAO ve İGDAŞ tarafından yürütülen projede amaç uygun bir hidroelektrik santralinden hidrojen üretilmesi ve bu hidrojenin doğal gaz boru hattına aktarılmasıdır.
Biomass-hidrojen projesi	Bu proje tatlı sorgum bitkisinden hidrojen üretimini içermektedir. ARGE çalışmaları bugün için en ucuz hidrojenin biyo yakıtlardan üretilbileceğini göstermektedir. Proje Eylül 2008’de faaliyete geçmiştir.
Hidrojen ev projesi	Bu proje ile Denizli’de güneş pillerinden elde edilen elektrik ile hidrojen üretimi planlanmaktadır. Ev ve araç yakıtı hidrojenen sağlanacaktır. Finansmanı devlet Planlama Teşkilatı tarafından yapılan proje 2008’de tamamlanmıştır.
Traktör projesi	Türk Traktör ve Petrol Ofisi tarafından yürütülen projede, Türk traktör üretimi bir traktör hidrojenle çalışacak ve Petrol Ofisi aracın hidrojenini karşılayacaktır. Proje 2007’de faaliyete geçmiştir .
Forklift projesi	Çukurova Holding ve BOS tarafından yürütülen projede amaç hidrojenle çalışan bir forklift geliştirilmesidir. Çukurova Holding tarafından geliştirilen forkliftin hidrojenini BOS karşılayacaktır. Nisan 2008’de tamamlanmıştır.
Deniz taksi projesi	T-design, Okted ve BOS’un yürüttüğü projeye göre hidrojenle işleyen iki adet deniz taksi geliştirilecektir. Deniz taksilerinden birinin üzerinde hidrojen deposu olacak diğerinin üstüne güneş pili yerleştirilmesi ile yakıtını kendi üretecektir. Proje yapımı 2008’de başlamıştır.
Güneş-hidrojen projesi	Güneş enerjisinden hidrojen üretilmesini öngörmektedir. Güneş pillerinin araçların üstüne konularak edinilen güneş enerjisiyle hidrojen yakıt hücresinin doldurulması planlanmaktadır. Bu yöntemle motosiklet gibi küçük araçların yakıtları karşılanacaktır. 2006 yılında projeye başlanılmıştır.
İzmit Belediyesi otobüs projesi	İzmit’teki on adet otobüsün hidrojenle çalışması öngörülmüştür. İçten yanmalı motorlu araçlara ve dizel otobüslere göre %30 daha pahalı ancak yakıt pilinin otobüslere göre daha ucuz olacağı düşünülmektedir. Otobüsler TEMSA tarafından üretilcek, hidrojen ise BOS ya da TPAO tarafından karşılanacaktır.
Türkiye’de hidrojenle çalışan otobüs projesi	Amaç İstanbul’da hidrojenle çalışan otobüsleri hizmete sokmak ve gerekli hidrojeni gece kullanılmayan elektrikten elde etmek. Otobüslerden bir kısmının hidrojen yakıt hücreleriyle bir kısmının ise hidrojen yakıtlı içten yanmalı motorlarla çalışması öngörülmüştür.
Bozcaada’da hidrojen üretimi projesi	Bu proje ile kışın 3000 yazın ise 10000 nüfusa sahip olan Bozcaada’da rüzgar enerjisinden hidrojen üretimi öngörülmüştür. Elde edilen hidrojen ile yerli sanayi ve taşıma için gerekli yakıt da dahil ada haklının yakıt ihtiyacının giderilmesi sağlanacaktır.

Kaynak: Tutar ve Eren, 2011: 17-18.

Bütün bu projelerin gerçekleşmesi durumunda hem enerjide dışa bağımlılık hem de çevre kirliliği azalacaktır.

Hidrojen ekonomisinin Türkiye’ye yararları

- Öz enerji kaynakları kullanılarak yakıt Türkiye sınırları içerisinde üretilcek.
- Petrol, doğal gaz ve kömür için yapılan harcamalar azalacak ve 40-50 yılda sıfırlanacak.

- İhtiyaç fazlası hidrojen Avrupa'ya ihraç edilebilecektir.
- Hidrojen üretim tesisleri ve hidrojen depolama, dağıtma ve kullanma endüstrileri yeni istihdam alanları oluşturacaktır.
- Türkiye katma değeri fazla hidrojen kullanan araç ve gereçleri ihraç eden bir ülke olacaktır.
- İthalat azaltılıp ihracat artırılarak kalkınmada hızlanma sağlanacaktır (Ural ve Karaca, 2016: 147).

2.2.5. Türkiye'de Biyokütle Enerjisi

Türkiye'de biyoyakıtlarla ilgili ilk çalışmalar ilk olarak 1931 yılında yakıt alkolü adı altında Ziraat Kongresi'nde açıklanmış olsa da 2000'li yıllardan sonra hız kazanmıştır (Sabancı vd., 2010: 12). Türkiye'nin kullanılabilir biyoenerji potansiyelinin 17 Mtep (milyon ton eşdeğer petrol) olduğu tahmin edilmektedir. Odun ve orman artıklarından enerji üretim potansiyelinin ise yaklaşık 7 Mtep olduğu tahmin edilmektedir. Orman artıkları, Türkiye'nin enerji üretiminin yaklaşık 2 Mtep'ini karşılayabilme potansiyeline sahiptir. Türkiye'nin bu alandaki potansiyeli enerji bitkilerinin yetiştirilmesi ve atık fazlalığına bağlı olarak oldukça fazladır. Türkiye'de biyoyakıt çeşitleri olarak birincil biyoyakıtlardan biyoetanol, biyogaz ve biyodizel üretimi yapılmaktadır. Ancak biyoyakıt kullanımı AB ülkelerinde olduğu gibi zorunlu olmadığından fazla gelişmemiştir (Üstün ve Genç, 2015: 161). Türkiye'de biyokütle kaynakları, orman, hayvan, organik şehir atıkları vb.'den oluşmaktadır. Atık potansiyeli ise ortalama 8,6 Mtep olmakla birlikte bunun 6 Mtep'i ısınma amaçlı kullanılmaktadır <http://www.yegm.gov.tr> (erişim tarihi: 12.09.2017).

Türkiye'nin biyoyakıt üretim düzeyi 2005-2013 döneminde dalgalı bir seyir izlemiştir. 2005'deki günlük 0,5 bin varil düzeyinden 2013'de günlük 1,25 bin varile ulaşmıştır. Biyoetanol üretim düzeyi 2005-2013 döneminde dalgalı bir seyir izlerken 2005'deki günlük 0,5 bin varil düzeyinden 2013'de günlük 0,75 bin varile yükselmiştir. 2005-2013 döneminde biyodizel üretimi de dalgalı bir seyir izlemiştir. 2005'de Türkiye'de biyodizel üretimi söz konusu değilken 2013'de günlük 0,4 bin varil düzeyini geçmiştir (Saraçoğlu, 2017: 150).

Tablo 2.13 Türkiye Genelinde Biyokütle Enerjisinin Durumu

Nüfus	79.814.871
Toplam Hayvan Sayısı (Adet)	389.405.328
Hayvansal Atık Miktarı (ton/yıl)	163.297.308
Hayvansal Atıkların Enerji Değeri (TEP/yıl)	1.176.198
Bitkisel Üretim Miktarı (ton/yıl)	176.313.301
Bitkisel Atık Miktarı (ton/yıl)	96.451.594
Bitkisel Atıkların Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl)	39.877.285
Kentsel Katı Atık Miktarı (ton/yıl)	31.331.836
Kentsel Organik Atıkların Enerji Değerleri (TEP/yıl)	2.315.414
Orman Atıklarının Enerji Değeri (TEP/yıl)	859.899
Atıkların Toplam Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl)	44.228.795
Biyodizel İşleme Lisansı Sahibi Firmalar	11
Biyoetanol İşleme Lisansı Sahibi Firmalar	3
Biyokütle Kaynaklı Elektrik Üretim Santral Sayısı	128

Kaynak: YEGM, BEPA, 2018.

Tablo 2.13'te de görüldüğü üzere Türkiye'nin biyokütle alanında önemli bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir. Ancak biyokütle alanındaki işletme sayısı yeterli düzeyde değildir.

2.2.5.1. Biyodizel

Türkiye'de çok soğuk bölgeler hariç dizelin kullanıldığı her alanda kullanılabilir bir yakıt türüdür. Biyodizel ulaştırma sektöründe dizel yakıtı yerine kullanıldığı gibi, konut ve sanayi sektörlerinde de fuel oil yerine kullanılmaktadır. Biyodizel tarımsal bitkilerden elde edildiğinden dolayı fotosentez yoluyla CO₂'i dönüştürüp karbon döngüsünü sağladığından sera etkisini artırıcı yönde etki göstermez <http://www.enerji.gov.tr> (erişim tarihi: 20.02.2017).

Türkiye'de biyodizel çalışmaları 1982'de başlamasına rağmen 2000 yılından sonra bu konudaki çalışmalar hız kazanmıştır. Biyo-dizel firmaları 2000-2006 yıllarında gerekli yapısal düzenlemeleri gerçekleştiremedikleri için standarda uygun olmayan kayıt dışı üretim yapmışlardır. Buna bağlı olarak palm yağı ve kolza gibi yağlı tohum talebi artış göstermiştir. Türkiye'de 2008 eylül ayı itibariyle biyo-dizel sektöründe resmi olarak faaliyet gösteren işleme ve dağıtım lisansına sahip 59 firma olmakla birlikte önemli bir kısmının fiilen çalışmadığı belirtilmiştir. 2007-2008 yıllarında ise lisanslı üretici firmaların üretimi de dahil kayıt dışı üretim yapan firmaların sayıları ile üretim miktarları kesin olarak tespit edilememiş

ancak yaklaşık 3 bin biyodizel ünitesinin çalıştığı öngörülmüştür (Çağatay vd., 2012: 38). Türkiye’de 2014 yılı biyodizel üretim miktarı 32.240 ton/yıl (EPDK) olarak hesaplanmıştır. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun, motorine binde 5 oranında biyodizel harmanlama zorunluluğu uygulaması 1 Ocak 2018 tarihi itibarıyla yürürlüğe girmiştir <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/06/20170616-8.htm> (erişim tarihi: 19.03. 2018).

2.2.5.2. Biyoetanol

Hammaddesi şeker pancarı, mısır, buğday ve odunsular gibi şeker, nişasta veya selüloz özlü tarımsal ürünlerin fermantasyonu ile edinilen ve benzinle belirli oranda harmanlanarak kullanılan yakıt türüdür. Biyoetanol, yakıtın oksijen seviyesini artırarak, yakıtı daha verimli hale getirirken, egzoz çıkışındaki zararlı gazları ve egzoz emisyonunu azaltır. 3 milyon tonu benzin olmak üzere 22 milyon ton akaryakıt tüketimi olan Türkiye’de 160 bin ton biyoetanol kurulu kapasite vardır. 2014 yılı biyoetanol üretim miktarı 68.643 ton/yıl (TAPDK) olarak hesaplanmıştır. Biyoetanolün benzin türlerine %3 oranında harmanlanması zorunludur (ETKB, 2018). Türkiye’de yakıt alkolü konusu ilk 1931 yılında gündeme gelmiş ve 2. dünya savaşı döneminde %20 biyoetanol karıştırılarak orduda karışımli yakıt tüketilmiştir. Bu konu da petrol krizleri aşamaları sırasında çalışmalar yapılmış ancak başarılı olunamamıştır. 2004 yılında buğdaydan yakıt alkolü üretecek özel bir girişim fabrikası kurulmuştur. Şeker pancarı hammadde olarak kullanılarak etil alkolden etanol üretimi sağlanmaktadır (Çağatay vd., 2012: 38).

Tablo 2.14 Türkiye’de Biyoetanol Üretimi Yapan Firmalar, (2011)

Biyoetanol Üretimi Yapan Firmalar	
1	Tarımsal Kimya Teknolojileri San. ve Tic. A.Ş.
2	Tezkin Tarımsal Kimya İnş. San. ve Tic. A.Ş.
3	Konya Şeker San. ve Tic. A.Ş. Çumra Şeker Fabrikası

Kaynak: YEGM, 2018.

Türkiye, biyoetanol üretiminde dünyadaki ilk 10 ülkeden birisi olmasına rağmen üretim potansiyeli benzin tüketimini tamamen karşılayacak düzeyde elbette değildir. Fakat biyoetanol üretiminde önemli artışlar sağlandığı söylenebilir (Melikoğlu ve Albostan, 2011).

Tablo 2.15 Türkiye’de Biyoetanol Projeksiyonu, (2011)

Yakıt Biyoetanolü Üretimi (2011)				
Ürün	2011-Dönem	Toplam Üretim (litre mA)	Toplam Satış (litre mA)	Toplam İhracat (litre mA)
Yakıt Biyoetanolü (dökme)	Ocak-Şubat-Mart	14.782.744,1	2.792.848,3	11.621.221,3
	Nisan-Mayıs-Haziran	5.662.756	2.011.540	6.677.153
	Temmuz-Ağustos-Eylül	11.390.248	3.301.238	5.403.701
	Ekim-Kasım-Aralık	12.403.808	2.854.265	9.485.235.
Toplam	44.239.	44.239.556,1	10.959.891,3	33.187.310,3

Kaynak: YEGM, 2018.

2.2.5.3. Biyogaz

Organik maddelerin (hayvansal atıklar, şehir ve endüstriyel atıklar) oksijensiz şartlarda biyolojik parçalanması (anaerobik fermantasyon) sonucu oluşan ağırlıklı olarak metan ve karbondioksit gazıdır. Türkiye’nin hayvansal atık potansiyeline karşılık gelen üretilebilecek biyogaz miktarının ise 1,5-2 Mtep olduğu tahmin edilmektedir (ETKB, 2018).

2.2.6. Türkiye’de Hidrolik Enerji

Anadolu’da ilk baraj MÖ 1300 yılında Hititler tarafından yapılmıştır. MÖ 1000 yılında Van’da Urartular tarafından yapılan hidrolik yapının bazı bölümleri ise hala kullanılmaktadır. Anadolu’da Mardin ili yakınlarında 6. yy’da inşa edilen Dara Barajı dünyadaki ilk ince kemer tipli baraj olarak kabul edilir. Türkiye Cumhuriyeti’nin kuruluşundan sonra kurulan ilk baraj ise Çubuk-1 Barajı’dır (Gökdemir vd., 2012: 20). Türkiye’de ilk hidroelektrik santral ise 1902 yılında Tarsus’ta inşa edilmiştir. Daha sonra 1929 yılında Trabzon’un Işıklar Köyü santrali (Visera santrali) ve 1940 yılında elektrik üretimi gerçekleştirilen Konya-İvriz santrali kurulmuştur. Fakat bu konuda 1950’li yıllara kadar gelişme sağlanamamış, 1950’den sonra çalışmalar hız kazanmıştır. Sarıyar (HasanPolatkan), Hirfanlı, Kesikköprü, Seyhan, Demirköprü, Kemer yapılan büyük barajlı santrallerdir. 1970’li yıllarda hidroelektrik üretimi konusunda yatırım ve projeler artış göstermiş, Keban Barajı ve Hidroelektrik santrali 1975 yılında hizmete açılmıştır. Hidroelektrik alanındaki en önemli gelişme ise GAP ile birlikte devreye giren hidroelektrik santralleri ile yaşanmıştır. 1994 yılında açılan ve yaklaşık 8900 GWh elektrik üretimi gerçekleştiren Atatürk Barajı ve Hidroelektrik santrali bu alandaki önemli gelişmelerdendir (Akpınar, 2005: 7).

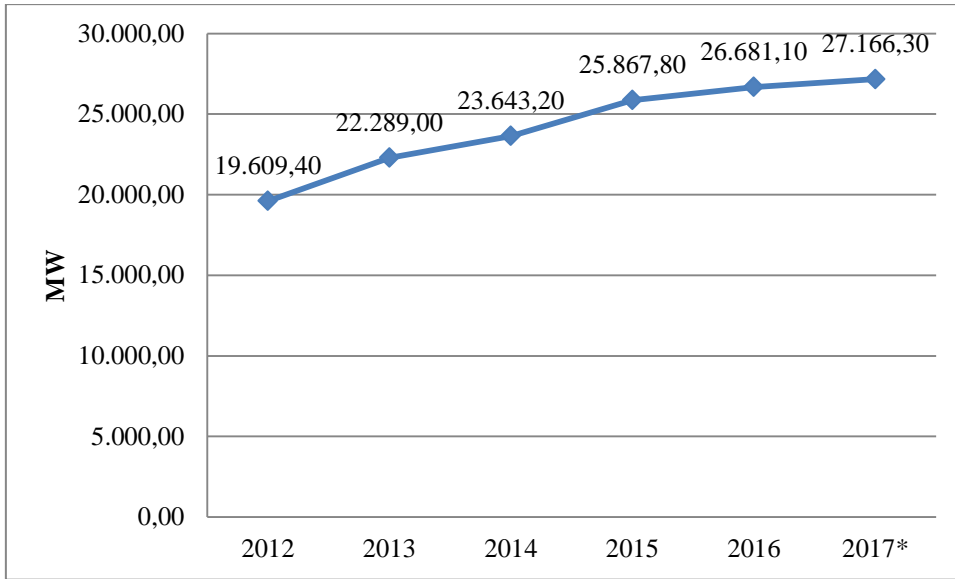
Hidroelektrik enerji kaynakları diğer enerji kaynakları ile karşılaştırıldığı zaman yerli olması, çevre dostu olması ve düşük potansiyel risk taşıması gibi nedenlerden dolayı tercih sebebidir. Hidroelektrik santrallerinin ani talep değişimlerine karşı cevap oranı diğer santrallere göre daha fazladır. Bu sebepten dolayı Türkiye’de pik santral (ani talebi

karşılamanı kullanılmaktadır. DSİ tanımına göre hidroelektrik santraller; temiz, yenilenebilir, çevreye uyumlu, ani talepleri karşılayan, yüksek verimli (%90 ve üzeri), yakıt gideri olmayan, enerji fiyatlarında sigorta rolü üstlenen, uzun ömürlü (200 yıl), yatırımı geri ödeme süresi kısa (5-10 yıl), işletme gideri çok düşük (ortalama 0,2 cent/kWh) ve yerli bir kaynaktır (Ürker ve Çobanoğlu, 2012 :69).

Türkiye'nin yağış rejimi mevsimlere ve bölgelere göre farklılık göstermesine rağmen yıllık ortalama 643 mm yağış olmakta ve bu miktar yılda ortalama 501 milyar m³ su anlamına gelmektedir. İfade edilen bu suyun 274 milyar m³'ü toprak ve su yüzeyi ve bitkilerden oluşan buharlaşma ile atmosfere dönmekte iken 69 milyar m³'ü (28 milyar m³'ü tekrar yer üstü suyuna çıkmaktadır) sızmalarla yer altı sularına karışmakta ve 158 milyar m³'ü de akarsulara karışarak denizlere ve kapalı havzalardaki göllere dökülmektedir. Aynı zamanda komşu ülkelerden de yaklaşık 7 milyar m³ su Türkiye'ye gelmektedir. Bütün bunlarla birlikte Türkiye'nin brüt yer üstü su potansiyel oranı 193 milyar m³'e ulaşmaktadır. Yer altı suyunu besleyen 41 milyar m³ su da eklendiği zaman toplam yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 milyar m³ olmaktadır. Teknik ve ekonomik olarak kullanılabilir yüzey ve yer altı su potansiyeli ise 110 milyar m³ olarak hesaplanmıştır (Gökdemir vd., 2012: 19).

Türkiye'de yenilenebilir enerji potansiyeli içerisinde hidrolik kaynakların önemli bir yeri bulunmaktadır. Türkiye'nin teorik hidroelektrik potansiyeli dünya teorik potansiyelinin %1'i olurken ekonomik potansiyeli ise Avrupa ekonomik potansiyelinin %16'sı olmaktadır. Hidrolik kaynakların teorik hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh olurken, teknik olarak değerlendirilebilir potansiyeli 216 milyar kWh, ekonomik hidroelektrik potansiyeli ise 140 milyar kWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Türkiye, enerji sektöründe şeffaf bir piyasa yapısı ve rekabete dayalı yatırım ortamlarının oluşması için çalışmaları sürdürmektedir <http://www.enerji.gov.tr> (erişim tarihi: 20.02.2017).

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yürürlüğe giren yasal düzenlemelerin de katkısıyla hidroelektrik santral (HES) yapmak üzere 2016 yılı sonunda 26.678 MW'lık 594 santral lisanslı durumdadır. 2016 yılı sonu itibarıyla, işletmede bulunan lisanslı ve lisanssız 597 adet HES ile 26.681 MW'lık kurulu güce ve toplam kurulu gücün yaklaşık %34'üne denk gelmektedir. 2016 yılında elektrik üretiminin %24,7'si hidrolikten elde edilmiştir. 2016 yılında hidroelektrik üretimi 67,3 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilecek bütün hidroelektrik potansiyelin 2023 yılına kadar elektrik enerjisi üretiminde kullanılması beklenmektedir (ETKB, 2018).



*31 Ekim 2017

Şekil 2.15 2012-2017 Yılları Arasında Hidroelektrik Enerji Gelişimi (MW)

Kaynak: KPMG, 2018: 10.

Şekil 2.15'te görüldüğü üzere 2012 yılında 19.609,40 olan hidroelektrik miktarı 2017 yılı ekim ayı sonunda 27.166,30 seviyesine yükselmiştir.

2.2.7. Türkiye'de Dalga Enerjisi

Türkiye'de dalga enerjisi teknik potansiyeli kıyıların 1/5'i kullanılarak elde edilmekte ve 18.5 milyar kWh olduğu düşünülmektedir. Bu rakam enerji ihtiyacının ortalama %13'üne denk gelmektedir. Deniz ve okyanuslarda ki dalgaların enerjileri tahmin edilenden daha yüksek olduğu için son zamanlarda bu konudaki çalışmalar önem kazanmıştır (Uygur vd., 2006: 9).

Tablo 2.16 Türkiye Ortalama Dalga Enerjisi Yoğunluğu

Bölge	Ortalama Güç
Karadeniz	1,96-4,22 kWh/m
Marmara	0,31-0,69 kWh/m
Ege	2,86-8,75 kWh/m
Akdeniz	2,59-8,26 kWh/m

Kaynak: Kapluhan, 2014: 79.

Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (BOREN) ve Türkiye Elektromekanik Sanayi A.Ş. (TEMSAN) yürürlüğünde "Dalga Enerjisinden Elektrik Üretimi" projesi 15.02.2008 tarihinde başlatılmıştır. Bu proje ile denizdeki dalgaların dikey hareketini elektrik enerjisine çeviren bir

sistem gerçekleştirilmiştir. 2009 yılında Sakarya Karasu’da kurulan prototip sistemle günlük yaklaşık 5 kW/saat enerji üretilmiştir. Yapılan araştırmalar coğrafi konumu ve kuvvetli rüzgarlar dolayısıyla Türkiye’de başta Karadeniz Bölgesi olmak üzere önemli dalga enerjisi potansiyeli olduğunu göstermektedir. Marmara Denizi hariç kıyı uzunluğu ortalama 8200 km olması da dalga enerjisi için önemli bir noktadır. Dalga cephe gücü okyanuslar dikkate alınmadığı zaman 10-40 kW/m arasında olmakta iken Akdeniz kıyıları için ise bu rakam ortalama 13 kW/m civarındadır. Türkiye’de dalga rasatları ve bu konudaki ölçüm verileri yetersiz kalmaktadır. Yine de rüzgar ölçüm değerleri deniz düzeyine uyarlanarak dalga enerjisi hesaplamaları yapılabilir (Kaplhan, 2014: 77).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI VE EKONOMİK ETKİLERİ

Tez çalışmasının 1. bölümünde de bahsedildiği üzere, Türkiye'nin enerji ihtiyacı hızlı nüfus artışı, ekonomik büyüme ve şehirleşme gibi nedenlerden dolayı sürekli artmaktadır. Ancak yerli enerji kaynakları ile bu talebi karşılayamadığından ülkenin ithal enerji kaynaklara yüksek derecede bağımlılığı bulunmaktadır. Bu nedenle Türkiye son dönemlerde yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzı ve tüketimi içerisinde artırılmasına yönelik politikalar uygulamaktadır. Bu bölümde Türkiye'nin yenilenebilir enerji sektöründeki gelişmeler, Cumhuriyetten günümüze yenilenebilir enerji politikaları detaylı bir şekilde ele alınacak ve enerji sektöründe yer alan önemli kurum ve kuruluşların öngördüğü yenilenebilir enerji hedeflerinin gerçekleştirilmesinin Türkiye ekonomisi üzerindeki makro ekonomik etkilerinin neler olduğu tartışılacaktır.

3.1. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Potansiyeli

Türkiye dünyanın 18 ve Avrupa'nın 7. büyük ekonomisi konumunda iken G-20'nin de faal üyesidir. Birçok ülke ekonomisi küresel mali kriz nedeniyle daralma gösterirken Türkiye ekonomisi 2008 yılında yaşanan ekonomik yavaşlama ve 2009'daki daralmanın sonrasında 2010 yılında %9,2 ve 2011 yılında %8,5 büyüme sağlamıştır. 2002-2014 aralığında ortalama GSYH büyüme oranı %4,9 gerçekleşirken bu oran 2010-2014 döneminde ise %5,4 olmuştur. 2002 yılında 3.492 ABD doları olan kişi başı GSYH, 2014 yılında 10. 404 ABD dolarına çıkmıştır. 2016-2018 Orta Vadeli Program'ına göre 2017 ve 2018 yıllarında %5 büyüme gerçekleştirmesi beklenmektedir www.mfa.gov.tr (erişim tarihi: 12.02.2018).

Enerjide yoğun olarak dışa bağımlılık, enerjiye yapılan ödemeler, enerji temininde yaşanan sorunlar ülkenin gelişmesi ve bağımsızlığı önünde engel teşkil etmektedir (TMMOB, 2017: 7). Türkiye'nin nüfus artışı ve ekonomik büyüme ile birlikte enerji talebinin gelişimi Tablo 3.1'de özetlenmiştir.

Tablo 3.1 Türkiye'de Nüfus, Ekonomi ve Enerji, 1973-2015

Yıllar	Nüfus (milyon)	GSYH, (milyar dolar, cari fiyatlarla)	İthalat (milyar dolar)	İhracat (milyar dolar)	İhracat /İthalat (milyar dolar)	Enerji Kullanımı (kişi başı petrol eşdeğeri)
1973	38,073	90.2	2.086	1.317	-769	649.9
1990	55,120	202.38	22.302	12.959	-9.343	977.7
1995	59,756	223.74	35.709	21.636	-14.073	1,052.7
2000	64,259	265.18	54.503	27.775	-26.728	1,201.1
2005	67,903	482.78	116.774	73.476	-43.298	1,240.2
2010	73,722	729.05	185.544	113.883	-71.661	1,474.7
2015	77,738	720	207.2	143.8	-63.4	1,656.8

Kaynak: BÜMKO, 2017; Bölük ve Koç, 2008; Kalkınma Bakanlığı, 2017; World Bank, 2018.

Tablo 3.1'de görüldüğü üzere Türkiye'nin enerji talebi nüfus ve ekonomik etkenlerle bağlantılı olarak 1973 yılından itibaren sürekli artış göstermektedir. Ancak Türkiye'nin söz konusu bu enerji talebini karşılamakta kullandığı enerji arzı sınırlıdır. Türkiye'nin birincil enerji arz potansiyeli ve bu potansiyeldeki 2004-2014 yılları arasındaki gelişimi Tablo 3.2'de detaylı bir şekilde sunulmuştur.

Tablo 3.2 Birincil Enerji Kaynakları Arz Miktarı (Bin TEP) 2004-2014

YILLAR	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
TAŞ KÖMÜRÜ	12 326	12 514	14 721	15 411	14 179	14 768	15 479	16 666	20 316	17 692	20 220
LİNYİT	9 450	9 326	11 188	13 444	15 003	15 672	15 385	16 420	15 433	13 182	15 296
ASFALTİT	310	317	259	272	265	450	460	403	471	416	376
KOK	240	305	305	337	149	8	114	389	275	273	234
PETROKOK	1 437	1 670	1 526	1 445	1 795	2 015	2 093	1 963	2 800	3 103	2 923
ODUN	4 318	4 146	4 023	3 880	3 679	3 530	3 392	2 446	2 350	2 707	2 162
HAYVAN VE BİTKİ ARTIKLARI	1 214	1 179	1 146	1 116	1 134	1 136	1 166	1 091	1 115	1 616	1 007
PETROL	32 922	32 192	32 551	33 310	31 915	30 565	29 221	30 499	31 205	33 896	32 428
DOĞAL GAZ	18417	22294	26028	30613	30482	29551	31474	36 909	37 373	37 628	40 219
HİDROLİK	3 963	3 402	3 886	3 217	2 861	3 092	4 454	4 501	4 976	5 110	3 495
JEO-TERMAL	80	81	-	-	140	375	575	597	773	1 173	-
BİYO-YAKIT	-	-	2	12	18	9	7	18	23	51	77
RÜZGAR	5	5	11	31	73	129	251	406	045	650	733
ELEKTRİK	-59	-100	-143	-134	-29	-63	-67	78	247	533	439
JEOTERMAL ISI VE DİĞER İSİ	811	926	898	914	1011	1 250	1 391	1 463	1 463	1 463	3 524
GÜNEŞ	375	385	403	420	420	429	432	630	768	795	803
TOPLAM	85 809	88 642	96 802	104 287	103 096	102 915	105 827	114 480	120 093	120 290	123 937

Kaynak: ETKB, 2016b: 27.

Tablo 3.2'de görüldüğü üzere Türkiye'nin enerji arzında taş kömürü ve linyitin en fazla payı oluşturduğu görülmektedir. Türkiye'nin 2004 yılından itibaren toplam enerji arzında da

artışlar olduğu görülmektedir. 2004 yılında 85,809 bin TEP olan enerji arzı, son 11 yılda %44.4 artmıştır.

Tablo 3.3 2011-2015 Yılı Türkiye Ham Petrol Üretimi, İthalatı ve Döviz Ödemeleri

Yıllar	Üretim	İthal edilen ham petrol (ton)	Ödenen döviz (CIF \$)
2011	2.367.251	18.092.206	14.507.583.533
2012	2.337.527	19.484.875	15.932.105.295
2013	2.398.454	18.524.588	14.820.432.958
2014	2.455.925	17.477.987	12.739.309.083
2015	2.515.657	25.064.777	9.353.073.461

Kaynak: ETKB, 2016b.

Tablo 3.3'te görüldüğü üzere, Türkiye'nin ham petrol üretimi artsa da, ülkenin ham petrol üretimi artan talep karşısında yetersiz olduğu için, ham petrol ithalatının da yıllar itibariyle arttığı görülmektedir. Yine Tablo 3.3'te görüldüğü üzere Türkiye ham petrol ithalatına önemli miktarda döviz ödemesi gerçekleştirmektedir.

Tablo 3.4 Yıllar İtibariyle Türkiye Doğal Gaz Hareketleri (2011-2015), (milyon m³)

Yıllar	Üretim	İthalat	Toplam	Tüketim
2011	793	43.878	44.671	44.146
2012	664	45.922	46.586	45.242
2013	562	45.270	45.832	45.640
2014	502	48.892	49.494	47.800
2015	399	48.400	48.799	47.549

Kaynak: ETKB, 2016b.

Türkiye'nin Kasım 2016 itibariyle doğal gaz ithalatı 2015'teki 47,5 milyar m³ seviyesinden 46,1 milyar m³'e gerilemiştir. Doğal gaz ithalatındaki bu gerilemede sanayi üretiminde son yıllarda yaşanan yavaşlama ve elektrik üretiminde hidroelektrik ve yenilenebilir enerjinin payının artması etkili olmuştur (Öztürk, 2017).

Tablo 3.5 Türkiye Genel Enerji Dengesi (1990-2015)

Enerji Verileri	1990	2013	2015	Değişim (1990-2013)	Değişim (1990-2015)
Toplam Enerji Talebi (milyon tep)	52,9	120,29	129,27	↑%127,39↑	↑%145,29↑
Toplam Yerli Üretim (milyon tep)	25,0	31,94	31,13	↑%24,78↑	↑%22,08 ↑
Toplam Enerji İthalatı (milyon tep)	30,9	90,29	122,85	↑%211,62↑	↑%301,47↑
Yerli Üretim Talebi Karşılama Oranı	%48	%28,5	%24,08	↓-%40,63 ↓	↓-%50,24 ↓

Kaynak: TMMOB, 2015; TMMOB, 2017.

Tablo 3.5'te görüldüğü üzere Türkiye'nin toplam enerji talebi 1990-2015 döneminde %145 oranında artmıştır. Her ne kadar ülkenin yerli enerji üretimi artsa da, yerli üretimin toplam enerji talebini karşılama oranı yıllar itibari ile azaldığı görülmektedir. Sonuç olarak Türkiye'nin toplam enerji ithalatı 1990-2015 döneminde %301.5 oranında artmıştır. Enerji ithalatı Türkiye'nin toplam ithalatının %25'ni oluşturduğundan, enerji ithalatı ülkenin ödemeler bilançosu açığında önemli bir yere sahiptir.

Tablo 3.6 Türkiye'nin Ödemeler Bilançosunda Enerjinin Payı, 2008-2017

Yıllar	Enerji İthalatı* (Bin ABD Doları)	Toplam İthalat (Bin ABD Doları)	Enerji İthalatının Toplam İthalat İçindeki Payı, (%)
2008	48280963	201963574	23,9
2009	29905148	140928421	21,2
2010	38496980	185544332	20,7
2011	54116788	240841676	22,4
2012	60115790	236545141	25,4
2013	55916327	251661250	22,2
2014	54889014	242177117	22,6
2015	37842405	207234359	18,2
2016	27167479	198618235	13,6
2017	33326621	210703892	15,8

* Mineral Yakıtlar, yağlar, alkali ürünler, ISIC Rev sınıflamasına göre

Kaynak: TÜİK, 2018a.

Tablo 3.6'ya bakıldığında enerji ithalatının toplam ithalat içindeki payı 2008 yılında %23,9 olurken 2017 yılında bu oran %15.8 olarak gerçekleşmiştir. 2008 yılından 2017 yılına enerji ithalatının toplam ithalat içindeki payı düşüş göstermiş olsa da Türkiye'nin ödemeler bilançosunda enerji ithalatının önemli bir payı bulunmaktadır.

Türkiye'de son dönemlerde artan enerji tüketimine bağlı olarak çevre kirliliği değerlerinin arttığına ilişkin de tartışmalar artmıştır. Özellikle şehirlerde yaşanan hava kirliliğinin önemli boyutlara ulaştığı ifade edilmektedir. 1970'li yıllardan itibaren büyümenin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasına yönelik olarak "sürdürülebilir kalkınmanın" nasıl gerçekleştirileceğine ilişkin araştırmalar devam etmektedir. Bu kapsamda ülkeler özellikle fosil yakıtlardan kaynaklanan sera gazlarının azaltılması yönünde uluslararası anlaşmalar çerçevesinde (Kyoto Protokol ve Paris Anlaşması) önemli hedefler belirlemekte ve buna yönelik politikalar uygulamaktadır.

Tablo 3.7 Türkiye'de Sera Gazı Emisyonlarının Gelişimi, 1990-2015, (Mt)

Yıllar	Toplam (Mt)	1990 yılına göre değişim (%)	Enerji	Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı	Tarımsal faaliyetler	Atık
1990	241,0	-	134,4	23,7	44,8	11,1
1991	221,1	3,3	138,5	25,4	45,8	11,3
1992	227,4	6,3	144,7	25,1	46,1	11,5
1993	236,7	10,6	152,2	26,0	46,8	11,8
1994	230,3	7,6	148,9	25,3	44,0	12,0
1995	246,6	15,2	163,5	27,3	43,4	12,4
1996	264,2	23,5	179,2	28,1	44,2	12,7
1997	275,6	28,8	191,2	29,0	42,1	13,2
1998	277,6	29,7	191,0	29,3	43,7	13,5
1999	276,4	29,2	190,2	27,8	44,4	14,0
2000	296,5	38,6	211,7	27,8	42,5	14,5
2001	277,7	29,8	195,0	27,9	39,8	15,0
2002	284,6	33,0	201,9	29,3	38,0	15,4
2003	304,1	42,1	216,6	30,5	41,2	15,9
2004	315,1	47,3	223,3	33,1	42,2	16,5
2005	337,2	57,6	241,0	35,9	43,3	16,9
2006	361,7	69,0	260,5	39,0	44,8	17,5
2007	395,0	84,6	291,4	41,5	44,4	17,7
2008	391,8	83,1	288,5	43,4	42,1	17,8
2009	400,9	87,4	294,6	45,1	43,4	17,9
2010	406,8	90,1	291,8	51,0	45,8	18,2
2011	436,4	103,9	313,9	55,8	48,1	18,5
2012	448,9	109,8	319,3	57,7	53,8	18,1
2013	442,2	106,6	308,3	60,2	57,2	16,5
2014	455,6	112,9	321,2	60,8	52,2	16,4
2015	475,1	122,0	340,0	60,7	57,4	16,9

Kaynak: TÜİK, 2018b.

Tablo 3.7'de 1990-2015 yılları arası Türkiye'de sera gazı emisyonlarının gelişimi gösterilmiştir. 1990 yılından 2015 yılına kadar emisyon değerlerinin hızla arttığı

görülmektedir. Türlerine göre atık oranlarına baktığımız zaman enerjiden kaynaklanan sera gazı emisyon oranının diğer faaliyetlere göre çok daha yüksek olduğu da görülmektedir.

3.2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Politikaları

3.2.1. 1980 Öncesi Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları

Türkiye'de Cumhuriyetin kuruluşundan sonraki enerji politikalarına bakıldığında; ülkenin 1950-1960 döneminde karma ekonomi sistemi uyguladığı görülmektedir. Bu dönemde özel sektör ve yabancı yatırımcılar teşvik edilmeye çalışılsa da kamu sektörü daha çok gelişme gösterdiğinden dolayı istenilen başarı elde edilememiştir. Yurt içi kaynaklardan olan su ve kömürün ülke enerji ihtiyacını karşılaması için politikalara yer verilse de hedefe tam olarak ulaşamamıştır. 1950-1960 döneminde yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgar, güneş ve biyo-yakıtlarda önemli gelişmeler olmamasına rağmen hidroelektrik alanında gelişmeler gözlenmiştir. Elektrik üretiminde hidro tesis gücü 1932 yılında 3.2 MW iken 1959'da yaklaşık 100 kat artış gözlenmiştir. 1980 sonrası enerji politikalarında ise ekonomi de kamu payını azaltmak için kamu yatırımları azaltılmış ve özel yatırımcıları ekonomiye çekmek için yasal düzenlemeler yapılmaya başlanılmıştır (Bölük, 2013: 155). Bu yüzden enerji politikalarında ilk dönüşümün 1980 sonrasında yaşandığı söylenebilir. 1978-1983'lü yıllara bakıldığı zaman; 1978 yılında enerji tüketimi 33.992 BTEP enerji üretimi ise 17.889 BTEP iken 1983 yılına gelindiği zaman enerji talebi %10 artmış 37.721 BTEP olurken enerji üretimi ise %6 artış göstererek 19.082 BTEP olmuştur. 1978 yılında petrol tüketiminin neredeyse yarısını oluşturmakta ve ithal olarak temin edilmekteydi. Daha sonra petrole olan bağımlılık azaltılmaya çalışılmış ve %44,6 'ya düşürülmüştür. Bunlara rağmen enerji de dışa olan bağımlılık artış göstermiştir. Buna bağlı olarak enerji politikalarının ana hedefi enerji talebinin yerli kaynaklardan karşılanması olarak belirlenmiştir. Enerji açığının kapatılması için öncelikle linyit rezervlerinin ve hidrolik enerji kapasitesinin etkin bir şekilde kullanılmasına karar verilmiştir. Ayrıca 1980'li yıllarda 4. BYKP 'da nükleer enerji santralının yapım çalışmalarının başlaması kararı alınmış; 5. BYKP'de ise tesisin yerinin Akkuyu olmasına karar verilmiştir (Akiş vd., 2011: 263).

ETKB Türkiye'nin enerji politikasından sorumlu ana kurum olmasına rağmen bu kuruma bağlı birçok devlet kuruluşları bulunmaktadır. Ayrıca devlete bağlı olmayan enerji politikalarından sorumlu farklı kuruluşlarda bulunmaktadır. Tablo 3.8'de bu kuruluşlar gösterilmektedir.

Tablo 3.8 Türk Enerji Politikalarından Sorumlu Ana Devlet Kurum ve Kuruluşları

Kurum Adı	Sorumluluğu altında olduğu kurum
DPT, Devlet Planlama Teşkilatı	Başbakanlık
TUBİTAK, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu	Başbakanlık
Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Kurulu	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
Enerji İşleri Genel Müdürlüğü	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
Maden İşleri Genel Müdürlüğü	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
Petrol İşleri Genel Müdürlüğü	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TEÜAS, Türk Elektrik Üretim A.Ş.	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TEİAŞ, Türk Elektrik İletim A.Ş.	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TEDAŞ, Türk Elektrik Dağıtım A.Ş.	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TETAŞ, Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş.	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
DSİ, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TPAO, Türk Petrol Anonim Şirketi	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
BOTAS, Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş.	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TKİ, Türk Kömür İşletmeleri	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TTK, Türk Taşkömürü Kurulu	TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Kaynak: DBFZ, 2011.

Türkiye'de I. ve II. Beş Yıllık Kalkınma planlarının uygulandığı 1950-1960'lı yıllarda hidroelektrik, odun, hayvan ve bitki atıklarından oluşan yenilenebilir enerji kaynaklarının ülkenin toplam enerji tüketimi içerisindeki payı yaklaşık %50 civarında olmuştur. 1970'li yıllarda ithal ikameci sanayileşme politikalarının yanı sıra hızlı sanayileşme ve kentleşmenin sonucunda enerji tüketimi hızla artmıştır. Petrolün nihai enerji tüketimi içerisindeki payı %46.7'ye yükselirken, yenilenebilir enerji kaynaklarının nihai enerji tüketimi içindeki payı %31.3'e gerilemiştir (Adıyaman, 2012).

Türkiye'de enerji ile ilgili bütün faaliyetler Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından yürütülmektedir. Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK); idari ve mali özerkliğe sahip, kamu tüzel kişiliği statüsünde olan ve ETKB ile ilişkili olarak faaliyet göstermekte olup elektrik piyasası ile ilgili faaliyetleri gerçekleştirmektedir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) ve TÜBİTAK ise araştırma ve geliştirme çalışmalarını yürütmektedir. ETKB'ye bağlı olan EİE aynı zamanda yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği konularında çalışmalar yapmaktadır. TEİAŞ'ın görev alanı ise elektriğin ulusal şebekeler ve uluslararası bağlantılar ile iletimini ve korumasını sağlamaktır. TETAŞ elektriğin kamu birimleri arasındaki ticaretinden sorumlu olmakla birlikte bir diğer sorumluluk alanı Yap-İşlet-Devret (YİD) veya Yap-İşlet (Yİ) projelerinden oluşan “Al ya da Öde” sözleşmelerince üstlenilmiş

olan borcu ödemek, tamamen serbest bir elektrik piyasasına geçişi sağlamaktır. TEDAŞ ve diğer özel şirketler elektrik dağıtımını gerçekleştirmektedir. Türkiye’de geride kalan elektrik santralleri ise EÜAŞ bünyesindedir (WWF, 2011: 7).

Tablo 3.9 Enerji Politikalarından Çeşitli Açılardan Sorumlu Kuruluşlar

Düzenleme veya kanun kategorisi	Dahil olan kurum ya da kuruluşlar
Enerji politikası ve/veya düzenlemesi	Enerji Piyasaları Düzenleme Kurumu
Nükleer güç	Türk Atom Enerjisi Kurumu (devlet kuruluşu)
Enerji verimliliği	TUBITAK MAM Enerji Enstitüsü (devlet kuruluşu), Çeşitli Üniversiteler (raporlar, sunumlar ve kurslar)
Enerji standartları	TSE, Türk Standartları Enstitüsü, IEC, Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
ARGE	Enerji Sistemleri Çevre, Araştırma Enstitüsü / TUBITAK Marmara Araştırma Merkezi
Yenilenebilir enerji	Temiz Enerji Vakfı, Türk Rüzgar Enerjisi Birliği, Uluslararası Güneş Enerjisi Topluluğu Türk Bölümü, Jeotermal Enerji Derneği

Kaynak: DBFZ, 2011: 6.

3.1.2. 1980-2000 Dönemi Yenilenebilir Enerji Politikaları

Dünya genelinde 1973-1979 yıllarında yaşanan *Petrol Krizi* dönemlerinde, birincil enerji tüketiminde sırasıyla %51.5 ve %50.7 olan petrolün payının 2000 yılında da %43.8 düzeyinde olması, Türkiye'nin petrol krizini yeterince iyi değerlendiremediğini göstermektedir. 1980'li yıllardan 2000'li yılların başına kadar, yenilenebilir enerji yıllar itibariyle sürekli azalan bir trend izlemiştir. Aynı dönemde yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimi içerisindeki payı %20'lerden %8 oranına gerilemiştir. Bu azalışta ülkede özellikle köyden kente göçün etkili olduğu söylenebilir (Kırsal nüfusun toplam nüfusa oranı 1970 yılında %61.6 iken bu oran 2000 yılında %34'e gerilemiştir) (Sabah vd., 2002).

1980-2000 döneminde, üretilen kaynaklar arasında en büyük payı (% olarak) linyit alırken, daha sonra en yüksek payları odun, hidrolik, petrol ve diğerleri almaktadır. Toplam enerji üretimi içerisinde hidrolik, jeotermal ve güneşin payı artış gösterirken, taşkömürü ve hayvan-bitki artıkları gibi ticari olmayan türlerin payı ise azalmıştır (Satman, 2007).

Tablo 3.10 Türkiye’de Birincil Enerji Üretimi ve Tüketimi (Milyon TEP)

Yıllar	Üretim (a)	Tüketim (b)	a/b (Üretimin tüketimi karşılama oranı)
1971	13,8	19,6	0,70
1975	16,3	26,8	0,61
1980	17,1	31,5	0,54
1985	21,9	39,4	0,56
1990	25,8	52,9	0,49
1991	25,6	52,3	0,49
1992	26,4	53,9	0,49
1993	26,2	57,2	0,46
1994	26,3	56,5	0,47
1995	26,5	61,8	0,43
1996	27,1	67,3	0,40
1997	28	70,9	0,39
1998	29,1	72,2	0,40
1999	27,5	70,9	0,39
2000	25,9	76,9	0,34

Kaynak: Çalışkan, 2009: 301-302.

Tüketilen kaynaklar arasında doğal gazın payı %0’dan %29’a artarken, odun ve hayvan-bitki artıklarının payı ~%25 azalmıştır. Kısacası tüketimde ticari olmayan kaynakların yerine doğal gaz ikame edilmiş durumdadır. 1976 yılında üretimine ve 1987 yılında da ilk defa ithalatına başlanan ve "temiz enerji" sloganı ile bütün Türkiye’de yaygınlaştırılmak istenen doğal gazın, özellikle büyük şehirlerde ısınma amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, son yıllarda çevrim santralleri ve imalat sanayide kullanımının artması sonucunda, ithalatında bir patlama yaşanmış, son 13 yılda doğal gaz ithalatı yaklaşık 33,6 kat artarak 14,7 milyar m³e ulaşmıştır. 2000 yılı Ocak-Eylül döneminde taşkömürü ithalatı için 345,1 milyon \$, doğal gaz için ise 2,17 milyar dolar ödenmiştir (Sabah vd., 2002).

Türkiye'nin Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planında, yerli kaynakların yanı sıra yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinden faydalanılması ve bu amaçla gerekli girişimlerinin desteklenmesi gerektiği yer almaktadır. Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planında ise başta hidrolik olmak üzere jeotermal ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması gerektiği ifade edilmiştir. Her ne kadar hükümet programlarında da yenilenebilir kaynakların arz güvenliği ve çevre kirliliği sorunları

açısından kullanımlarının artırılması gerektiği yer olsa da, plan dönemlerinde ciddi anlamda yenilenebilir enerjiye yatırım yapılmamış ve yeterli teşvik verilmemiştir. Türkiye'de hidroelektrik ve yakacak amaçlı kullanılan biyokütle kaynakları haricinde yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam nihai enerji tüketimindeki payı 2006 yılı sonuna kadar %1'in altında kalmıştır (Bobat ve Özdemir, 2016).

3.1.3. Enerji Sektöründe Yeniden Yapılanma Dönemi: 2011-2018

Türkiye'de 2000'li yıllardan önce kalkınma planlarının yanı sıra hükümet programlarında öncelik verilmesine rağmen, yenilenebilir enerji ile ilgili kayda değer gelişme ancak 2001 yılında çıkarılan ve enerji piyasalarında serbestleşme ve yeniden yapılanmayı hedefleyen 4628 sayılı Enerji Piyasası Kanunu (EPK) ile olmuştur. Bu yasa ile birlikte Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik için ilk defa teşvik getirilmiştir. Buna göre 500 kW üretim yapacak gerçek ve tüzel kişiler lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaf tutulmuşlardır (Küçükali ve Barış, 2012). 2001 yılında yürürlüğe giren 4628 sayılı EPK Türkiye'de elektrik başta olmak üzere enerji alanında büyük yapısal dönüşüm sağlamıştır (Ertuğrul, 2011: 55). Bu yasa daha sonra bir takım değişikliklere uğramış ve üretim miktarı kısıtlaması 200 kW kadar indirilmiştir. Yine 4628 sayılı yasa enerji piyasalarının yeniden yapılandırılması ve serbestleşmesinin bir parçası olarak 2001 yılında Enerji Piyasası ve Denetleme Kurumu (EPDK) kurulmuştur. EPDK enerji piyasalarını düzenlemeye yönelik birçok görevi olan özerk bir kamu organı olup, görevleri arasında "*yenilenebilir ve yerli enerji kullanımını teşvik etmek ve özendirmek*" de bulunmaktadır (EPDK, 2018). Ancak yenilenebilir enerji alanındaki en önemli gelişme, 2005 yılı mayıs ayında 5346 sayılı Yenilenebilir Kaynakların Elektrik Enerjisi Üretim Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (YEK) çıkarılmasıdır. Bu yasa ile yenilenebilir enerji kaynaklarının neler olduğu tanımlanmış ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik teşvikler getirilmiştir. Buna göre yenilenebilir enerji kaynakları şu şekilde tanımlanmıştır: "*Hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynakları*". Bu yasa ile otoprodüktörler ve yalnızca kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla elektrik üretimi yapacak gerçek ve tüzel kişiler lisans alma zorunluluğundan muaf tutulmuştur.

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kanununun amacı, elektrik enerjisi üretimine yönelik yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını yaygınlaştırmaktır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının güvenilir, ekonomik ve kaliteli olarak ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi,

çevrenin korunması ve bütün bunların gerçekleştirilmesi için ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesidir (YEK, 2005). Tüm bu düzenlemelerin yanı sıra 2007 yılında 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu (EVK) çıkarılmış ve enerjinin etkin kullanımının teşvik edilmesi, israfının önlenmesi amaçlanmıştır. Yine aynı yıl, 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu çıkarılmış ve bu kanun ile jeotermal kaynakların etkin bir şekilde aranması, çevre ile uyumlu olarak ekonomik bir şekilde değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bunun yanı sıra, Türkiye yenilenebilir enerjiye verdiği önemin bir göstergesi sayılabilecek bir uygulamaya imza atmıştır. Türkiye, 26 Ocak 2009 tarihinde Bonn'da düzenlenen uluslararası konferans sonucunda imzalanan anlaşmayla, Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı'nın (IRENA) kurucu üyeleri arasında yer almıştır (Bobat ve Özdemir, 2016).

5346 sayılı YEK kanunu ile yenilenebilir enerji alanında bir hareketlenme sağlanmıştır. Fakat ikincil mevzuatın yetersiz olması ve düşük sabit fiyat garantisi nedeniyle 2005-2010 döneminde yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlar yetersiz düzeyde kalmıştır. Fakat 2011'de YEK'de bir takım değişiklikler yapılmış ve yenilenebilir enerji türleri için daha yüksek sabit fiyat garantisi, parasal ve parasal olmayan ilave teşvikler getirilmesiyle yenilenebilir enerji piyasasında yatırımlar hızlanmıştır (Yılmaz ve Hotunoğlu, 2015).

2012 yılında EÜAŞ'a ait hidroelektrik santraller özelleştirilmeye başlanmıştır. Daha sonra rüzgar ve güneş enerjisi için ölçüm standartları geliştirilerek başvuru koşulları yeniden düzenlenmiştir. 2013 yılında, 6446 sayılı yeni elektrik piyasası yasası yürürlüğe girmiş; güneş enerjisi başvuruları, lisanssız elektrik üretimi ve yerel ekipman destekleri yeniden yapılandırılmıştır. 2016 yılında ise tam rekabetçi piyasaya geçilmesi planlanmıştır (Bobat ve Özdemir, 2016).

2001 yılında yürürlüğe giren 4628 sayılı EPK'da 2007 yılında yürürlüğe giren EVK ile getirilen düzenleme ile çok küçük ölçekli yenilenebilir kaynaklı elektrik üretim tesisleri ile mikro kojenerasyon tesislerinin kurulmasında lisans alma ve şirket kurma yükümlülüklerinden muafiyet tanınmıştır (TCABB, 2014). EPK'ya, gerek yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme dahil edilmesi gerekse enerji arz güvenliği konularını içeren 40 kadar değişiklik yapılmış ve ikincil mevzuat çalışmaları da tamamlanmıştır. Ancak 4628 sayılı Kanunun mevcut haliyle piyasa aktörlerinin ve düzenleyici kurumların 2001 yılından itibaren kat ettiği ilerlemeleri kapsayamadığı anlaşılmıştır. Avrupa Birliği'nde de enerji alanında bir takım güncellemelerin yapılması ve Türkiye'de enerji alanında bazı tereddütlerin giderilerek enerji yatırımlarının hızlandırılması için 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu 2013'de Yeni Elektrik Piyasası Kanunu olarak yürürlüğe girmiştir (Yılmaz ve Hotunoğlu, 2015).

6446 sayılı Yeni Elektrik Piyasası Kanununda yenilenebilir enerji kaynaklarından lisanssız elektrik üretimi sınırı 0,5 MW'tan 1 MW'a çıkarılmış ve kanunda bir değişiklik yapılmasına gerek olmadan Bakanlar Kurulu'nun alacağı karar ile bunun 5 kata kadar (yani 5 MW) yükseltilebilmesine olanak sağlanmıştır (YEPA, 2013). 31 Aralık 2015 tarihine kadar ilk defa işletmeye girecek üretim lisansı sahibi tüzel kişilere, üretim tesislerinin işletmeye giriş tarihinden itibaren 5 yıl iletim sistemi kullanım bedellerinden %50 indirim yapılır ve üretim tesisi ile ilgili yapılan işlemler harçtan ve düzenlenen dokümanlar damga vergisinden muaftır. Tarife garantisi, tarife ve devletin satın alma garantisi, enerji üretim tesisinin faaliyete başlamasından sonra 10 yıl boyunca uygulanmaya devam edecektir. Bunun yanı sıra belediyelerin katı atık tesisleri ile arıtma tesisi çamurlarının bertarafında kullanılmak üzere kurulan elektrik üretim tesisleri lisanstan muaf tutulmuştur (YEPA, 2013).

Tüm bu teşviklerin yanı sıra Türkiye'de sadece enerji değil, tüm yeni yatırımları özendirme yönelik teşvikler 1 Ocak 2012 tarihinden itibaren de yürürlükte olan Yeni Yatırım Teşvik Programı ile sağlanmaktadır. Genel yatırım teşvik planı kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten tesislerde KDV ve gümrük vergisi muafiyetinden faydalanılabilmektedir. Bölgesel yatırım teşvik planı ile bazı bölgelerde %38'lik işgücü maliyeti indirimi de uygulanmaktadır (YEGM, 2014).

Tablo 3.11 4628, 5346, 6094, 6446 4760 Sayılı Yasalar ve Tarım Bakanlığı Tebliği ile Yenilenebilir Enerjiye Verilen Teşvikler

Teşvik Mekanizması	Teşvikler										
Yatırım Teşviki	<p><u>Lisanslama</u> Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisi kurulu gücü 500 kW'dan 1 MW'a çıkarılmış. Kurulu üst sınırı 5 MW'e kadar artırılmıştır. Şebekeye enerji vermeden kendi tüketimini karşılayan yenilenebilir enerji tesisleri için herhangi bir sınır uygulanmamaktadır.</p> <p><u>Arazi Tahsisi</u> 2020 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinden (Arazi kullanım teşvikleri), yatırım ve işletme dönemlerinin ilk 10 yılında izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine %85 indirim uygulanmaktadır.</p>										
Sabit Fiyat Garantisi	<p>Gerçek ve tüzel kişiler ihtiyaçlarını üzerinde yenilenebilir enerji kaynaklarından ürettikleri elektriği dağıtım sistemine göndermeleri halinde 10 yıl süre ile sabit fiyat sağlanmaktadır:</p> <p><u>Tarife Miktarları, ABD Doları cent kWh</u></p> <table border="1"> <tr> <td>Hidroelektrik</td> <td>7,3</td> </tr> <tr> <td>Rüzgar</td> <td>7,3</td> </tr> <tr> <td>Jeotermal</td> <td>10,5</td> </tr> <tr> <td>Biyokütle (çöp gazı dahil)</td> <td>13,3</td> </tr> <tr> <td>Güneş</td> <td>13,3</td> </tr> </table>	Hidroelektrik	7,3	Rüzgar	7,3	Jeotermal	10,5	Biyokütle (çöp gazı dahil)	13,3	Güneş	13,3
Hidroelektrik	7,3										
Rüzgar	7,3										
Jeotermal	10,5										
Biyokütle (çöp gazı dahil)	13,3										
Güneş	13,3										
Vergi istisnaları ve vergi indirimleri	<p>Türkiye'de yenilenebilir kaynaklar için tek vergisel teşvik 2012 yılına kadar damga vergisi istisnasıdır.</p> <p>Yerli hammaddeden üretilen ve dizel yakıt ile harmanlanan biyoyakıtların (biyodizel ve biyoetanol) %2'si özel tüketim vergisinden (ÖTV) muaf tutulmaktadır.</p>										
Fark Ödemesi (prim)	<p>Bitkisel Üretime Destekleme Yapılmasına Dair Tebliği ile yağlı tohumlu bitkilere kg başına 40-55 kuruş arasında fark ödemesi yapılmaktadır.</p>										

Kaynak: İlgili kanun ve yönetmelikler incelenerek yazar tarafından hazırlanmıştır.

2009 yılında 2009/11 sayılı Yüksek Planlama Kurulu Kararı ile, “Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi” kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin 2023 yılı için somut hedefler konmuştur. Buna göre;

i) Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payının %30 olması,

- ii) Ülkenin hidroelektrik potansiyelinin tamamının elektrik enerjisi üretiminde kullanılması,
- iii) Rüzgâr enerjisine dayalı kurulu gücün 20.000 MW'a ulaşması,
- iv) 600 MW'lık jeotermal potansiyel kurulu gücün işletmeye girmesi,
- v) Elektrik enerjisi üretiminde doğal gazın payının %30'un altına düşürülmesi (yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi sonucunda) (YPK, 2009).

3.1.4. Biyoyakıt Politikaları

Biyoyakıtlar yenilenebilir, çevre dostu, ülkelerin sosyo-ekonomik gelişimi, kaynak çeşitliliği ve arz güvenliği için önemli, ısı, güç ve alternatif motor yakıtı olarak kullanıma uygun nitelikte alternatif yakıtlardır. Türkiye'de biyoyakıt çeşitleri olarak birincil biyoyakıtlardan biyoetanol, biyogaz ve biyodizel üretimi vardır (Üstün ve Genç, 2015). Türkiye biyodizel ile ilgili ilk çalışmasını Avrupa Birliği'nden de önce 1934 yılında "Bitkisel Yağların Tarım Traktörlerinde Kullanımı" adı altında Atatürk Orman Çiftliği'nde yapmıştır. Ancak biyoyakıtlar II. Dünya Savaşı sonrası petrol üretiminin gelişmesi ve fiyatlarının düşmesi ile popülerliğini kaybetmiştir (Uğur ve Çelebi, 2015). Türkiye'de biyodizel dünyadaki gelişmelerin etkisiyle 2000'li yılların başında yeniden gündeme gelmiş ve üniversitelerde ve ilgili bakanlıklarda çalışmalar hız kazanmıştır. Örneğin 2001 yılında Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nda "Biyodizel Çalışma Grubu" oluşturulmuştur (Gizlenci ve Acar, 2008). Biyodizel firmaları 2000-2006 yıllarında gerekli yapısal düzenlemeleri gerçekleştiremedikleri için standarda uygun olmayan kayıt dışı üretim yapmışlardır (Çağatay vd., 2012).

Biyoetanol vb. yakıtlar ilk defa 4 Aralık 2003 tarihli 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu'nda akaryakıt ile harmanlanan bir yakıt ürünü olarak kabul edilmiştir. Ayrıca 10 Eylül 2004 tarih ve 25579 sayılı "Petrol Piyasasında Uygulanacak Teknik Kriterler Hakkında Yönetmelik" ve Petrol Piyasası Lisans Yönetmeliği (17 Haziran 2004) de biyodizel akaryakıt olarak kabul edilmiş, biyodizelin ithalatı, dağıtımı, taşınması ve nihai kullanıcıya satışı lisans kapsamına alınmıştır (Gizlenci ve Acar, 2008). 2006 yılından sonra yapılan yasal düzenlemeler ile biyodizel petrol tabanlı dizele göre maliyet avantajını kaybetmiştir. Petrol bazlı dizel sadece özel tüketim vergisine tabi iken, biyodizel hem maddesi için ithalat vergisine hem de özel tüketim vergisine tabidir. TSE, EPDK ve Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nın ortak çalışmaları ile biyodizel sektörünün kontrol altına alınması amacıyla çalışmalar gerçekleştirilmiş ve yasal düzenlemeler yapılmıştır. Bu kapsamda EPDK'nın 5 Ocak 2006 tarihli 630/26 sayılı kararı ile biyodizel üreticilerine işleme lisansı alma

zorunluluğu getirilmiştir. Biyodizel firmalarına getirilen işletme lisansı alma zorunluluğu, yüksek ÖTV, standartlara uygun üretim yapma ve bunların dışında gelişen bir takım bürokratik engeller sektörün gelişmesinde olumsuzluklara neden olmuştur. Sonuç olarak biyodizel petrol tabanlı dizele göre maliyet dezavantajlı bir duruma gelmiştir. 2000'li yılların başında biyoyakıt sektörünün kuruluşunun ilk aşamalarında devlet çok fazla koşul getirmediğinden, 2003-2006 yılları arasında birçok biyoyakıt üretim tesisi kurulmuştur. EPDK'nın lisans zorunluluğu getirmesi ile 48 tesis onay olsa da kapanan birçok firma olmuştur. 2010 yılında kalan tesislerden 7'si aktif olarak üretim gerçekleştirmiştir (Dağdelen, 2015).

Biyodizel üreticilerinin bir araya getirilmesi ve üretiminin teşvik edilmesi amacıyla 2005 yılında Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği (ALBİYOBİR) kurulmuştur. Birliğin 39 ilde 67 üyesi bulunmaktadır. ALBİYOBİR biyoyakıtlar konusunda dünyadaki gelişmeleri takip ederek üyelerinin yanı sıra kamuoyunu da doğru bilgilendirerek hem yasal düzenlemelere katkıda bulunmakta hem de aksaklıkların giderilmesi noktasında önemli çalışmalar yürütmektedir (ALBİYOBİR, 2018). 2006 yılında 5479 sayılı Gelir Vergisi Kanunu'nda değişiklik yapılarak otobiyodizele litre başına 0,6498 TL ÖTV getirilmiştir ve bu oran daha sonra 0.91 TL'ye çıkarılmıştır. Yüksek ÖTV nedeniyle olumsuz etkilenen sektörün canlandırılması amacıyla 2006 yılı sonunda otobiyodizel motorine %2 harmanlanması koşulu ile ÖTV'den muaf tutulmuştur. 2007 ve 2008 yılında enerji verimliliği konusunda çıkarılan Petrol Kanunu ve Enerji Verimliliği Kanunu gibi yasal düzenlemeler ile biyoyakıtların ülkede üretimi ve tüketimi teşvik edilmeye çalışılmıştır (Dağdelen, 2015).

Biyoyakıtlara ilişkin Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı gibi birçok kurum sorumluluk almaktadır. Biyoyakıtlar konusunda işbirliği tesis edilmesi amacıyla Kasım 2013'te Gıda, Tarım ve Hayvancılık ile Enerji Bakanlığı arasında Biyoyakıt ve Tarım Ürünleri ile ilgili işbirliği protokolü imzalanmıştır. Protokolde, biyoyakıtların yerli hammadde ile karşılanması amacıyla aspir gibi enerji bitkileri üretiminin desteklenmesi ve sözleşmeli tarıma ilişkin konular yer almaktadır. ETKB, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından Türkiye çapında biyodizel üretim tesisleri kurulmuştur. Biyodizel hammaddesi olan yağlı tohumlar hakkında bilgi edinmek amacıyla belirli bir alanda kanola ve aspir yetiştirilmesine başlanmıştır. Yerli hammadde kullanılarak yapılan üretim tesisinde hem bitkisel yağ ve/veya yemeklik yağlar kullanılarak transesterifikasyon yöntemiyle biyodizel üretilmiştir (Dağdelen, 2015).

Biyoyakıtların Türkiye'de de benzin ve dizel ile harmanlanması zorunluluğu getirilmiş ve 27.09.2011 tarihinde Resmi Gazetede yayınlanmıştır. Karara göre, piyasaya akaryakıt

olarak arz edilen motorine 1 Ocak 2014 tarihi itibariyle en az %1, 1 Ocak 2015 tarihi itibariyle en az %2 ve 1 Ocak 2016 tarihi itibariyle en az %3 harmanlama zorunluluğu getirilmiş ancak bu düzenleme uygulamaya girmeden yürürlükten kaldırılmıştır. Ayrıca yağlı tohum açığı bulunan Türkiye'de biyodizel üretiminin iktisadi açıdan rasyonel olmadığı bazı çalışmalar ile de vurgulanmıştır (bk. Bölük, 2008; Bölük ve Koç, 2013). Benzer şekilde 1 Ocak 2014 tarihi itibariyle benzin türlerine en az %2, 2015 tarihi itibariyle ise %3 etanolün benzin türlerine harmanlanması zorunludur. Bu uygulama hala devam etmektedir. Son olarak, 16 Haziran 2017 tarihinde 30098 sayılı ile yayınlanan Motorin Türlerine Biyodizel Harmanlanması hakkında Tebliğ ile dağıtım lisansına sahip işletmelerin bir takvim yılı içinde ithal edilen rafinericiden temin edilen motorine binde 5 (%0,5) oranında yerli tarım ürünlerinden ya da bitkisel atık yağlardan üretilen biyodizelin harmanlanması zorunluluğu getirilmiştir.

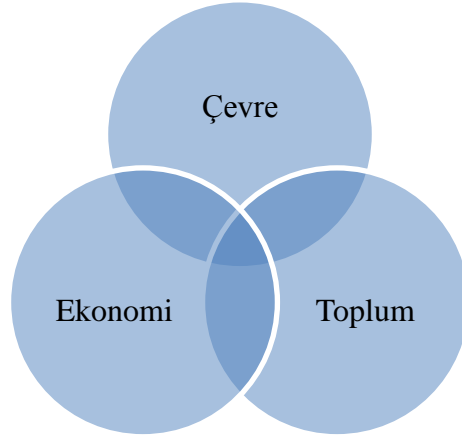
ETKB'nın 2014 verilerine göre, biyodizel üretim miktarı 32,240 ton/yıl olup, biyoetanol üretimi ise 68,643 ton/yıl olarak gerçekleşmiştir (EPDK, 2018).

3.3. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Sürdürülebilir Ekonomik Büyüme

Bu alt başlıkta Türkiye'de 2023 yılına kadar gerçekleştirilmesi planlanan yenilenebilir enerji hedeflerinin ülkenin sürdürülebilir ekonomik büyümesi açısından etkilerinin neler olacağı incelenecektir.

Brundtland Rapor'u sürdürülebilir kalkınmayı gelecek nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan bugünkü neslin ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma olarak tanımlamaktadır. Yani doğal sermaye stokunda azalmaya sebep olmadan gelecek nesillerinde bugünkü nesiller gibi aynı refah düzeyine sahip olmasıdır (Çetin, 2006: 3). Sürdürülebilir kalkınma, ekonomik, çevresel ve sosyal olmak üzere üç boyutu kapsamaktadır ve bu alanlar birbirini tamamlamak durumundadır. Sürdürülebilir kalkınma ve yaşam standartlarının artabilmesi için gelirin yani üretimin artması gerekmektedir. Artan nüfus ile birlikte üretim artışı da giderek enerjiye olan gereksinimi artırmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda enerji kaynaklarının etkin, verimli ve çevreye duyarlı bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynakları sürdürülebilir büyüme ve kalkınma amaçlarına ulaşılabilmesi için büyük önem arz etmektedir (Seydioğulları, 2013). Yenilenebilir enerji kaynakları çevre açısından olumlu katkılarının yanı sıra, sermaye-yoğun ve emek-yoğun üretim teknolojilerini geliştirerek ekonomik büyümeyi teşvik etmektedir. Yenilenebilir enerji teknolojileri üretimin yanı sıra, istihdam yaratarak işsizliği azaltarak ülkelerin refah düzeylerini yükseltmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji ülkenin kendi yerli kaynaklarının

kullanımını artırdığı için enerji ithalat faturasını düşürür. Böylece enerji ithalatından tasarruf edilen kaynaklar, ülke içinde yatırım ve tüketim harcamalarına tahsis edilerek büyümeye katkı sağlanır (Özşahin vd., 2016).



Şekil 3.1 Çevre, Ekonomi ve Toplum İlişkisi

Kaynak: Öz Mehmet, 2012: 4.

Türkiye'nin de giderek artan enerji talebi ülkeyi enerji arz güvenliği ve sürekliliği sorunu ile karşı karşıya bırakmaktadır. Giderek çevre üzerindeki baskı artmış iken sera gazı emisyonları gibi çevre kirliliği değerleri önemli boyutlara ulaşmıştır. Bunun yanı sıra ülkenin enerjide yüksek derecede dışa bağımlı olması ödemeler bilançosunda ciddi açıklara neden olmaktadır. Bu sorunların çözümünde yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak önem arz etmektedir.

Tablo 3.12 Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Kullanım Durumu

Yenilenebilir Enerji Türü	Teknik Potansiyel, (MW)	Ekonomik Potansiyel (MW)	Kurulu güç, (MW) (Ekim 2017 Sonu)	Kullanım Oranı, (%)	
				Teknik	Ekonomik
Hidroelektrik	54,000	42,000	27,173.1	39.2	50
Rüzgar	114,000	20,000	6,353.8	5.6	31.2
Jeotermal	31,500	2046.2	1019.7	3.2	49
Biogas+Biokütle	4,000	-	554.2	13.8	-
Güneş	56,000	-	2046.2	3.6	-

Kaynak: TEİAŞ, 2017; Akkuş ve Alan, 2016; Barış ve Küçükali, 2011.

Tablo 3.12’de Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynak türlerine göre teknik, ekonomik potansiyeli ve bu potansiyelin kullanım durumu verilmiştir. Buna göre Türkiye genel olarak yenilenebilir enerji kaynaklarından potansiyelinin oldukça altında faydalanmaktadır. Örneğin jeotermal ve güneş enerjisinin teknik potansiyelinin sadece ortalama %3.4'nü kullanmaktadır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kurulu gücünü artırarak potansiyelinden daha yüksek oranda faydalanması gerekmektedir. Nitekim Özşahin vd., (2016), BRICS ülkeleri ve Türkiye'nin 2000-2013 dönemi verilerini kullanarak yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel ARDL yöntemi ile analiz etmiş ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik gelişmeyi artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının hangisinin daha fazla artırılması gerektiği konusunda planlama yapılırken, Türkiye’de küresel ısınma ile birlikte su kaynaklarındaki yetersizlik göz önüne alınırsa biyokütle, jeotermal kaynaklarına daha fazla ağırlık verilmesi daha uygun olabilir.

Türkiye kişi başına düşen su miktarı bazında su sıkıntısı çeken bir ülkedir. Kişi başı su miktarı Türkiye’de hızlı şekilde azalmaktadır. TÜİK Türkiye nüfusunun 2030 yılında 100 milyona ulaşacağını belirtmektedir. Artan nüfusla birlikte 2030 yılında kişi başı su miktarının da azalarak 1.120 m³/yıl’a düşeceği tahmin edilmektedir (Sertyeşilışık, 2017: 29). Nitekim Küçükali vd., (2012), Türkiye’de yenilenebilir enerji teknolojilerinin ülkeye potansiyel katkılarını ekonomik, teknik, çevresel ve sosyal açılardan karşılaştırmalı olarak analiz etmişler. Biyokütle enerjisinin ekonomiye en yüksek katkıyı sağlayacağını ve en yüksek katma değer yaratan kaynak olduğunu tespit etmişlerdir. İkinci sırada ise rüzgar ve jeotermal enerji kaynakları ekonomiye katkı sağlayacaktır.

Türkiye'nin 2023 yılına kadar hedeflediği kapasite (bk. Tablo 3.12) de yine teknik ve ekonomik potansiyelin oldukça altındadır. ETKB'nın 2023 yılına kadar yenilenebilir enerjide kurulmasını hedeflediği kapasite Tablo 3.13’te özetlenmektedir.

Tablo 3.13 Yenilenebilir Enerji Kaynak Bazlı Enerji Üretimi Hedefleri, (MW)

Yenilenebilir Enerji Kaynağı	2019	2023
Hidroelektrik	32000	34000
Rüzgar	13308	20000
Güneş	3000	5000
Jeotermal	706	1000
Biyokütle	683	1000
Toplam	49697	61000

Kaynak: Karagöl ve Kavaz, 2017: 27.

Tablo 3.13'te özetlenen kapasite hedefinin yanı sıra biyoetanolda %3 ve biyodizelde ise binde 5 (%0.5) harmanlama zorunluluğu bulunmaktadır. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi durumunda öncelikle ekonomide bir istihdam yaratacağı beklenebilir. Nitekim 2016 yılında yenilenebilir enerji tüm dünya genelinde yaklaşık 10 milyon civarında doğrudan ve dolaylı istihdam sağlamıştır. Bu rakam 2015 yılında 8.1 milyon olduğu göz önünde bulundurulursa 1 yılda neredeyse %25 artış gerçekleşmiştir. En yüksek istihdam artışı ise sırasıyla biyoyakıt, güneş santralleri ve rüzgar enerjisi üretiminde sağlanmıştır. (REN21, 2017; REN 21, 2016). Her yenilenebilir enerji kaynağının istihdam yaratma potansiyeli birbirinden farklıdır:

Tablo 3.14 Yenilenebilir Enerji Güç Tesisinin İstihdam Yaratma Katsayıları

Yenilenebilir Enerji Türü	Birimi	İnşaat ve Kurulum	İşletim ve Bakım
Rüzgar	MW	2,57-13	0.1-1.4
Güneş-Fotovoltaik	MW	7.1-34.6	0.1
Hidroelektrik	MW	18.6	1.4
Jeotermal	MW	4-17.5	1.7
Biyo-kütle (elektrik)	MW	4	0.14
Biyogaz	MW	25	6

Kaynak: Moreno ve Lopez, 2008: 742-743; Wei vd., 2010.

Bu katsayılar göz önüne alındığında, 2023 yılına kadar kurulması hedeflenen yenilenebilir enerjinin yaratacağı istihdam potansiyeli şu şekildedir:

Tablo 3.15 Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Hedefi ve İstihdam, 2023

Yenilenebilir Enerji Türü	İnşaat ve Kurulum	İşletim ve Bakım	Toplam
Hidroelektrik	632,000	47,600	679,600
Rüzgar	51,400-260,000	28,000	79,400-288,000
Güneş	35,500-173,000	500	36,000-173,500
Jeotermal	4,000-17,500	1,700	4,000-19,200
Biyokütle	4,000	140	4,140
TOPLAM	726,900-1,086,900	51,940-77,940	778,840-1,164,840

Tablo 3.15'te de görüldüğü üzere Türkiye'de yenilenebilir enerjide hedeflenen üretim kapasitesinin kurulması ile 2023 yılına kadar toplamda 750 bin ile 1 milyon kişiye istihdam

sağlayacağı anlaşılmaktadır. Resmi dokümanlarda herhangi bir hedef belirlenmemiş olsa da, Türkiye'de kurulu faal durumda olan 73 adet biyogaz tesisi olup bunların yıllık 385 MW üretim kapasiteleri bulunmaktadır (Yılmaz vd., 2017). Dolayısıyla biyogaz üretim tesislerinin de en az 2000 kişilik ilave bir istihdam yarattığı söylenebilir. Türkiye'de büyüme pozitif olsa da, ekonomik gelişme işsizlik sorununu çözememektedir. Genç nüfusun istihdamını sağlayacak yatırımların yeterince gerçekleştirilememesi nedeniyle, Türkiye'de işsizlik yapısal özellik taşımaktadır (Kanca, 2012). Nitekim TÜİK'in 2017 rakamlarına göre 2017 yılında işsizlik 10.9 olarak gerçekleşirken, 15-24 yaş arası genç işsizlik bir önceki yıla göre 1.2 puan artarak %20.8 olmuştur (TÜİK, 2018c). Dolayısıyla, yenilenebilir enerji üretim kapasitesinin gerçekleştirilmesi, ülkenin işsizlik sorunun hafifletilmesine katkı sağlayacaktır.

EPDK'nın 2015 ve 2016 sektör raporlarına göre, Türkiye'de benzin ve motorin tüketim miktarları da her yıl artmaktadır. Buna göre, Türkiye genelinde 2015 yılında benzin tüketimi 2,097,248 ton iken, motorin tüketimi 20,573,789 ton olarak gerçekleşmiştir. 2016 yılında ise benzin tüketimi %6.5 artarak 2,334,045 ton, motorin tüketimi ise %8.76 artarak 22,479,385 tona ulaşmıştır. Bilindiği üzere Türkiye de AB'ye üye ülke statüsünde olup, her alanda olduğu gibi enerji politikalarında da AB'nin politikalarını benimsemesi gerekecektir. 2009/28/EC'de ise 2020 yılından itibaren AB'deki nakliye sektöründe biyoyakıtların harmanlama oranını %10 olarak belirlemiştir. Bunun yanı sıra 20-20-20 hedefleri kapsamında yenilenebilir enerjinin enerji tüketimi içerisindeki payının en az %20 olması hedeflenmektedir (USDA, 2017). Türkiye'nin zorunlu harmanlama oranları ve AB'nin yenilenebilir enerji alanındaki hedefi olan %10 karışım oranı göz önüne alındığında, biyoetanol ve biyodizelde üretilmesi gereken miktarlar şu şekilde hesaplanabilir:

Tablo 3.16 Zorunlu Karışım Hedefleri ve Biyoyakıt Üretim Gereksinimi

Biyoyakıt	Akaryakıt tüketim miktarı, ton	Zorunlu karışım, Türkiye miktarı, ton	AB karışım oranı miktarı, ton (%10)
Biyoetanol, (ZKO-%3)	2,334,045	70,025.4	233,404.5
Biyodizel, (ZKO, %0.5)	22,479,385	112,396.9	2,247,938.5
Toplam	24,813,430	182422,3	2,481,343

Daha önce ifade edildiği üzere, ETKB'nın verilerine göre biyodizel üretim miktarı 32,240 ton/yıl olup, biyoetanol üretimi ise 68,643 ton/yıl olarak gerçekleşmiştir (EPDK, 2018). Dolayısıyla Tablo 3.16'da hesaplanan biyoetanol miktarı üretilebilirken, biyodizel

üretimi hedefinin karşılayacak kapasitenin olmadığı anlaşılmaktadır. Nitekim, ithal hammadde ile biyodizel üretilmesinin rasyonel olmayacağı açıktır. Zira, Türkiye'de biyodizel üretiminde kullanılacak yağlı tohumlarda ciddi açık bulunmaktadır. Türkiye'de 2011-2015 yılları arasında üretim miktarı 2.3-2.7 milyon ton iken, 2015 yılı yağlı tohum ve türevlerinin ithalat miktarı 6 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca yağlı tohumların ithalat faturası 3,5 milyar dolar civarındadır (Büyükhelvacıgil, 2016). Bu nedenle yağlı tohumdan biyodizel üretmek ülkenin dışa bağımlılığını artıracak gibi görünmektedir. Nitekim akademik bazı çalışmalar Türkiye'de yağlı tohumlardan biyoyakıt üretmek yerine, şeker pancarından biyoetanol üretmenin daha rasyonel olduğunu vurgulamışlardır (Bölük ve Koç, 2008).

Tablo 3.17 Yenilenebilir Enerji Hedefi ve Enerji Tasarrufu, 2023

Yenilenebilir Enerji	Enerji Tasarruf Miktarı, (m ³), 2023
Hidro, Güneş, Rüzgar, Biyokütle, Jeotermal	15,250,000
Biyoyakıt	190,033.6
Toplam Yenilenebilir Enerji	15,440,033.6

2023 yılına kadar olan 61000 MW'lık yenilenebilir enerji üretim hedefi gerçekleştirildiği durumda 15,250,000 m³ doğal gaz tasarrufu dış ticarete sağlanmış olacaktır. Bu rakam 1 m³ doğal gazın 4 kWh elektrik üretebildiği bilgisi kullanılarak elde edilmiştir (Bölük, 2013). Eğer biyoyakıtlar ile ilgili AB'nin %10'luk karışım hedefi sağlanırsa bu durumda petrol tasarrufu 17,834,732.3 (%10 karışım hedefinin sağlayacağı petrol tasarrufu; 2,584732.3 m³ olduğundan) olacaktır.

Türkiye'nin 2015 yılı petrol ithalatı 25 milyon ton olup, petrol ithalatının faturası 9.4 milyar dolar ödeme yapılmıştır. Bu kapsamda 15,440 ton yenilenebilir enerjiden elde edilecek enerji, yaklaşık 5.5 milyar dolar dış ticaret tasarrufu sağlamış olacaktır. Eğer AB'nin yenilenebilir enerji hedefleri karşılanacak olursa, bu durumda yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji ithalat faturasını düşürücü etkisi daha da yüksek olacaktır.

SONUÇ

Her geçen gün artan dünya nüfusu, ekonomik büyüme, hızlı kalkınma ve şehirleşme gibi nedenler enerjiye olan talebi artırmaktadır. Artan enerji talebi karşısında fosil enerji kaynaklarının zamanla tükenecek olması enerji arz güvenliği sorununu gündeme getirmektedir. Nitekim 1970'lerde yaşanan Petrol Krizleri enerji güvenliğinin ülkelerin gelişmesinde ne kadar önemli olduğunu gözler önüne sermiştir. Ayrıca dünya genelinde fosil enerji tüketiminin artışına bağlı olarak ortaya çıkan sera gazı emisyonlarındaki yükseliş trendi, küresel ısınma konusunda endişeleri artırmıştır. Küresel ısınmanın nedenleri uluslararası bir sorun olduğundan yine küresel ısınmaya küresel boyutta çözümler aranmaya çalışılmaktadır. Bu kapsamda 1997'de Kyoto Protokolü ve 2015'de Paris İklim Değişikliği Anlaşmaları bu alanda önemli adımlar olarak görülmektedir. Ülkelerin bu anlaşmaların öngördüğü şekilde sera gazı emisyonlarını azaltma hedefleri ancak yenilenebilir enerji kaynaklarından olan biyokütle, güneş, rüzgar gibi alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve fosil enerjiyi ikame etmelerinin yanında enerji etkinliği ve tasarrufunun artırılması ile mümkün olacağı açıktır.

Türkiye'de de tüm dünyada olduğu gibi artan nüfus, milli gelir artışı, şehirleşme vb. nedenlerle enerji tüketimi sürekli artmaktadır. Ancak Türkiye'de birincil enerji talebinin yerli üretim ile karşılanma oranının %24 civarında olması, ülkenin yüksek oranda enerjide dışa bağımlı olduğunu göstermektedir. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılık oranı 1990'ların başında %70 civarında iken bu oran 2015 yılında %76 olmuştur. Başka bir ifade ile son 10 yıllık döneme bakıldığında enerjide dışa bağımlılık en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Ülkede enerjide dışa bağımlılık oranının artmasında fosil enerji tüketiminin artmasının yanı sıra özellikle 2000'li yılların başından itibaren doğal gazın ısınma amaçlı tüketimi ve elektrik üretiminde kullanılmasının yaygınlaşması etkili olmuştur. Nitekim Türkiye'de ithal edilen doğal gazın yarısından fazlası elektrik üretiminde kullanılmaktadır.

Enerjide dışa bağımlılığın artmasının doğal bir sonucu olarak ödemeler bilançosunda enerji ithalatı önemli bir yük oluşturmuştur. Türkiye'de enerji ithalatının toplam ithalat içindeki payı 2008 yılında %23,9 olurken 2017 yılında bu oran %15,8 olarak gerçekleşmiştir. Her ne kadar son 10 yıllık dönemde enerji ithalatının toplam ithalat içindeki payı düşüş göstermiş olsa da Türkiye'nin ödemeler bilançosunda enerji ithalatının önemli bir payı bulunmaktadır. Enerji tüketimindeki artışın ülkeye olumsuz bir diğer etkisi de fosil yakıt kullanımının neden olduğu çevre kirliliğidir. Türkiye'de 1990 yılında 241.0 Mt olan sera gazı

emisyonları son 25 yılda 2 kat artış göstermiştir. Sera gazı emisyonlarının artışında özellikle enerji sektörünün payı oldukça yüksektir.

Türkiye giderek artan enerji talebini ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmanın yanı sıra artan sera gazı emisyonları nedeniyle de özellikle 2000'li yılların başından itibaren yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi ve tüketimini artırmayı amaçlamaktadır. Ülkenin yenilenebilir enerji potansiyelinin yüksek olmasına rağmen bu potansiyelden fazla faydalanılmadığı gerçeği göz önünde bulundurulduğunda bu oldukça yerinde bir politikadır. AB'de 2020 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji tüketimindeki payının %20 olmasını hedeflemektedir. Nitekim Türkiye'nin AB'ye aday ülke olması nedeniyle de AB'nin yenilenebilir enerjideki hedeflerini de karşılaması üyelik açısından oldukça önemlidir.

Türkiye özellikle 2000'li yılların başından itibaren yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi için bir takım düzenlemeler yapmıştır. Bu kapsamda 2001 yılındaki 4628 sayılı Enerji Piyasası Kanunu önemli bir köşe taşı niteliğinde olup, sonrasında da yenilenebilir enerji alanında birçok yasa ve yönetmelik çıkarılarak, yenilenebilir enerji üretimi bir takım teşvik mekanizmaları ile desteklenmeye başlanmıştır. Yine 4628 sayılı yasa enerji piyasalarının yeniden yapılandırılması ve serbestleşmesinin bir parçası olarak 2001 yılında Enerji Piyasası ve Denetleme Kurumu (EPDK) kurulmuştur. Ancak yenilenebilir enerji alanındaki en önemli gelişme, 2005 yılı mayıs ayında 5346 sayılı Yenilenebilir Kaynakların Elektrik Enerjisi Üretim Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanununun (YEK) çıkarılmasıdır. 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kanununun amacı, elektrik enerjisi üretimine yönelik yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını yaygınlaştırmaktır. Ayrıca 2007 yılında 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu (EVK) çıkarılmıştır. Bu kanunun amacı enerjinin etkin kullanımının teşvik edilmesi, israfının önlenmesidir. 2012 yılında ise EÜAŞ'a ait hidroelektrik santraller özelleştirilmeye başlanmış ve 2016 yılında ise tam rekabetçi piyasaya geçilmesi planlanmıştır. Türkiye'de sadece enerji değil, tüm yeni yatırımları özendirmeye yönelik teşvikler 1 Ocak 2012 tarihinden itibaren yürürlükte olan Yeni Yatırım Teşvik Programı ile gerçekleştirilmektedir. Genel yatırım teşvik planı kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten tesisler de KDV ve gümrük vergisi muafiyetinden faydalanılabilmektedir.

Türkiye enerji ithalatında %30 doğal gazı azaltıp, yenilenebilir enerjinin payını elektrik üretimde %30'a çıkarmayı hedeflemektedir. Tüm bu çabaların sonucu olarak son 10 yılda güneş, rüzgar, ve jeotermal gibi yenilenebilir enerjide üretim artmıştır. Biyoyakıtların da Türkiye'de benzin ve dizel ile harmanlanması zorunluluğu getirilmiştir. 1 Ocak 2014 tarihi itibarıyla benzin türlerine en az %2, 2015 tarihi itibarıyla ise %3 etanolün benzin türlerine

harmanlanması zorunlu olmuştur. Son olarak, 16 Haziran 2017 tarihinde 30098 sayı ile yayınlanan Motorin Türlerine Biyodizel Harmanlanması hakkında Tebliğ ile dağıtım lisansına sahip işletmelerin bir takvim yılı içinde ithal edilen rafinericiden temin edilen motorine %0,5 oranında yerli tarım ürünlerinden ya da bitkisel atık yağlardan üretilen biyodizelin harmanlanması zorunluluğu getirilmiştir.

Yenilenebilir enerji alanında yaşanan gelişmelere bağlı olarak Türkiye’de 2007’de 13.606,80 MW olan yenilenebilir enerji kurulu gücü 2017’de 38.907,90 MW’a yükselmiştir. Yenilenebilir enerji alanında gelişmeler olumlu olmasına rağmen bu kaynakların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması bir takım engeller bulunmaktadır. Türkiye’de yenilenebilir enerjinin karşı karşıya bulunduğu başlıca kısıtlar; maliyetler ve yasal düzenlemelerdeki eksiklikler, çalışmalarının yüksek maliyeti, araştırma geliştirme fonlarının yetersizliği, kamuoyunun yenilenebilir enerji hakkında yeteri kadar bilinçlendirilememesi olarak sıralanabilir. Ayrıca bu engeller kaldırılmadığı için yenilenebilir enerjide rekabetçi bir piyasa söz konusu değildir.

Türkiye hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal ve biyokütle gibi yenilenebilir enerjiler açısından yüksek potansiyele sahip olmasından dolayı enerji kullanımının çevreye verdiği zararların etkisinin en aza düşürülmesi için bu kaynakları etkin biçimde kullanmalı ve verimliliği geliştirici politikalara yönelmelidir. Jeotermal kaynaklar, güneş ve biyogaz enerjisinin kullanımı teşvik edilmeli ve özendirilmelidir. Dünyada yaygın olarak kullanılmaya başlanan hidrojen enerjisi ile dalga enerjisi potansiyelinden yararlanılmalı ve bu yönde çalışmalara hız verilmelidir.

Biyoyakıtlar ile ilgili biyodizel hedefi ithal girdi ile sağlandığından ülkenin dış ticaretine yük getirmektedir. Biyodizelin yerli girdiler ile üretilmesi teşvik edilmelidir. Biyoyakıt açısından biyodizele göre yerli kaynaklarla etanol üretilmesi daha rasyonel bir karar olacaktır. Çünkü ülkenin şeker pancarından etanol üretme potansiyeli oldukça yüksektir. Ayrıca biyogaz da daha fazla teşvik edilmelidir. Devlet desteği ile atık haline gelmiş kızartma yağları ile diğer bitkisel ve hayvansal yağların biyodizel üretiminde kullanımını sağlayacak mekanizma geliştirilmelidir. Böylece hem ekonomik kazanç hem de çevresel kazanç sağlanacaktır.

Türkiye’de yenilenebilir enerjide hedeflenen üretim kapasitesinin kurulmasıyla birlikte 2023 yılına kadar toplamda 750 bin ile 1 milyon kişiye istihdam sağlanacaktır. Ayrıca biyogaz üretim tesislerinin de en az 2,000 kişilik ek istihdam miktarı sağladığı söylenebilir (bk. Tablo 3.15). Yine 2023 yılına kadar 61000 MW’lık yenilenebilir enerji üretim hedefi gerçekleştirildiğinde 15,250,000 m³ doğal gaz tasarrufu sağlanmış olacaktır. Aynı zamanda biyoyakıtlar ile ilgili AB’nin %10’luk karışım hedefi gerçekleştirildiği zaman ise petrol

tasarrufu 17,834,732.3 yükselecektir (bk. Tablo 3.17). 2015 yılında Türkiye'nin petrol ithalatı 25 milyon ton olup, petrol ithalatının faturası 9.4 milyar dolardır. Bu kapsamda 15,440 ton yenilenebilir enerjiden elde edilecek enerji, yaklaşık 5.5 milyar dolar dış ticaret tasarrufu sağlamış olacaktır. Tüm bunlar gösteriyor ki yenilenebilir enerji üretimi ile istihdam artışı sağlanırken, enerjiden kaynaklı dış ticaret açığında düşüş yaşanacaktır.

Türkiye’de nükleer enerji santralleri kurulma aşamasındadır. Fakat nükleer enerji yaşanan felaketler ve çevre etkileri nedeniyle oldukça tartışmalı bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Eğer Türkiye nükleer enerjiye mahkum bir ülke olmak istemiyorsa, yenilenebilir enerjiyi teşvik etmelidir. Yenilenebilir enerjinin önündeki engeller kaldırılmalı ve bu konuda düzenlemeler artırılmalıdır. Fakat tüm bunlar gerçekleştirilirken enerji etkinliği ve verimliliği ile desteklenmesi gerekmektedir. Çünkü yenilenebilir enerji tek başına sorunlara çözüm sunamamaktadır. Ayrıca sürdürülebilir kalkınma için kaynak çeşitliliği artırılmalıdır. Uzun vadeli sürdürülebilir ekonomik büyümenin gerçekleşebilmesi için; enerji verimliliğinde ki artışlar büyük önem taşımaktadır. Enerjide dışa bağımlılıktan kurtulmanın yolu var olan enerji kaynaklarının sayısını ve enerji üretimini artırmaktan geçmektedir. Enerji alanında arz güvenliğinin sağlanabilmesi için fosil yakıt kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynaklarını etkin biçimde kullanmak gerekmektedir.

Dünyada ve yenilenebilir enerji açısından zengin olan Türkiye’de yenilenebilir enerji teknolojileri geliştirilmelidir. Üretim artışı için gerekli çalışmalar desteklenmeli ve özellikle uluslararası AR-GE kuruluşları, özel şirketler ve akademik çevrelerle işbirliği yapılmalıdır. Enerji talebinin büyük kısmını ithalatla karşılayan Türkiye enerji kaynakları çeşitliliği ve enerji arz güvenliği için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmelidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik kamu ve özel sektör ile kamuoyu bilinçlendirmesi alanında işbirliğine gidilmelidir. Ayrıca yenilenebilir enerji alanında ki yatırımcılara yönelik vergi muafiyeti, vergi indirimi, sübvansiyon gibi teşvikler artırılmalıdır. Enerji konusunda yapılan programlar uzun vadeli olmalı ve süreklilik arz etmelidir.

Türkiye yenilenebilir enerji kullanımının artırılmasına bağlı olarak birtakım avantajlara sahip olacaktır. Yenilenebilir enerji alanında gerçekleştirilen ilerlemeler milli gelirden artış sağlarken sanayi ve işgücü sektörüne de olumlu katkılar sağlayacaktır. Enerji üretiminde yerli ve yenilenebilir kaynakların kullanılması ile dışa bağımlılık düşerken enerji arz güvenliğine de katkı sağlanacaktır.

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). “Biyometanolün Genel Özellikleri ve Üretimi İçin Gerekli Hammadde Kaynakları”. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 2(2): 204-220.
- Adıyaman, Ç. (2012). “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Politikaları”. Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, www.acikerisim.nigde.edu.tr. (erişim tarihi: 21.03.2018).
- Ahışhalı, M. A. (2013). “ Kaya Gazı: Dünya Enerji Düzenine Etkileri ve Türkiye Potansiyeli”. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (3): 12-34.
- Akalın, U. S. ve Tüfekçi, S. (2014). “ Türkiye’nin Petrol Politikaları ve Enerji Özelleştirmelerine Bir Bakış”. İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi, 1(1): 51-66.
- Akiş, E., Alpaydın, Y. Baysal, B., Ceylan, C., Çağlar, S., Çalış, Ş., Dinç, C., Eğri, T., Gürsoy, B., Kaya, S., Kaya, Y., Yıldız, F. ve Tunalı, H., (2011). “2000 Sonrası Türkiye İktisadının Değişimi”. Yayın No: 2011-31, İstanbul.
- Akkuş İ. ve Alan H. (2016). “Türkiye'nin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar ve Öneriler Raporu”. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Yayın No: 123, http://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/5ee60fb07fcb1e1_ek.pdf. (erişim tarihi: 23.03.2018).
- Akpınar, E. (2005). “Nehir Tipi Santrallerin Türkiye’nin Hidroelektrik Üretimindeki Yeri”. Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi, 7(2).
- Aktacir, M. A. (2014). “Doğal Gaz Tesisatı”. Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Ders Notu.
- Akyüz, E. (2015). “Türkiye’nin Nükleer Enerji Politikası ve Terör Tehdidi”. The Journal of Academic Social Science Studies Number: 40: 523-536, Winter I http://www.jasstudies.com/Makaleler/29249159_33-Emrah%20AKY%C3%9CZ.pdf (erişim tarihi: 05.01.2017).
- Alptekin, E. ve Çanakçı, M. (2006). “ Biyodizel ve Türkiye’deki Durumu”. Mühendis ve Makine, 47(561): 57-64.

- Altıntaş, H. (2013). “Türkiye’de Birincil Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi”. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 8(1): 263-294.
- Ar, F. F. (2008). “Biyoyakıtlar Tehdit mi-Fırsat mı”. Mühendis Makine, 49(581). <http://www.solar-academy.com/menus/Biyoyakitlar-Tehdit-Mi-Firsat-Mi.005827.pdf> (erişim tarihi: 07.03.2018).
- Avcı, E. (2014). “Petrol ve Doğal Gazın Dünyadaki Önemi ve Türkiye- İran Enerji Politikaları”. USBED (Uluslararası Stratejik Bakış Enstitüsü) http://www.usbed.org/yayinlar/petrol_ve_do%C4%9Falgaz%C4%B1n_d%C3%BCnyadaki_%C3%B6nemi_ve_t%C3%BCrkiye_iran_enerji_politikalar%C4%B1.pdf (erişim tarihi: 11.11.2016).
- Aydın, F. F. (2010). “Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Ocak-Temmuz 2010, 35(3): 17-34.
- Bahar, O. (2005). “Türkiye’de Enerji Sektörü Üzerine Bir Değerlendirme”. Muğla Üniversitesi SBE Dergisi, 14: 35-59.
- Başol, K., Durman, M. ve Önder, H. (2007). “Doğal Kaynakların ve Çevrenin Ekonomik Analizi”. Alfa-Aktüel.
- Batı, O. (2013). “Türkiye’de Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları”. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı Uluslararası İktisat Bilim Dalı, Doktora Tezi.
- Bayraç, H. N. (2005). “Uluslararası Petrol Piyasasının Ekonomik Analizi”. <http://www.tek.org.tr/dosyalar/BAYRAC-ENERGY.pdf> (erişim tarihi: 09.11.2016).
- 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. ve Çildir, M. (2017). “AB Yenilenebilir Enerji Politikalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi”. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, ICMEB17, Özel Sayısı, 201-212.
- Bobat A. ve Özdemir N. (2016). “Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları Yenilenebilir Enerjide Yeniden Yapılanma”. Electronic Journal of Vocational Colleges- December/Aralık 2016, 148-158.
- Bozkurt, Y. ve Kurtoglu, A. (1980). “Yenilenebilir Enerji Kaynakları”. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 30(2): 94-104.

- Bölük, G. (2013). “Renewable Energy: Policy Issues and Economic Implications in Turkey“. International Journal of Energy Economics and Policy. 3(2):153-167 ISSN: 2146-4553 www.econjournals.com (erişim tarihi: 10.10.2017).
- Bölük, G. ve Koç, A. A. (2008). “Dünya ve Türkiye’de Biyoyakıtlar: Üretim, Politikalar, Maliyet ve Etkileri”. İktisat İşletme ve Finans, 23(269): 25-50.
- Bölük, G. ve Mert, M. (2013). “Fossil&Renewable Energy Consumption, GHGs and Economic Growth: Evidence from a Panel of European Union (EU) Countries”. International Conference on Energy&Environment (ICEE), University of Porto, May 9-10, 2013, Porto, Portugal.
- Bölük, G. ve Mert, M. (2015). “The Renewable Energy, Growth and Environmental Kuznets Curve in Turkey: An ARDL”. Approach, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 52: 587- 595.
- BP, (2016). <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/renewable-energy.html> (erişim tarihi: 30.11.2016).
- BP, (2017). “BP Statistical Review of World Energy, June 2017”. <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf> (erişim tarihi: 30.01.2018).
- BP, (2018). <https://www.bp.com> (erişim tarihi: 30.01.2018).
- Büyükhelvacıgil T. (2016). “ Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Bitkisel Yağlar Sektörü”. Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Bitkisel Yağlar Konferansı, 8 Eylül 2016, İstanbul. www.bysd.org.tr/uploads/sunum/sunum2016/tahirb2016.pptx. (erişim tarihi: 23.03.2018).
- Canik, B., Çelik, M. ve Arıgün, Z. (2000). “Jeotermal Enerji”. A.Ü.F.F. Döner Sermaye İşletmesi Yayınları, No: 59. <http://kitaplar.ankara.edu.tr/dosyalar/pdf/675.pdf> (erişim tarihi: 15.02.2017).
- Çağatay, S., Kıymaz, T., Koç, A., Bölük, G. ve Bilgin, D. (2012). “Dünya ve Türkiye Biyo-enerji Piyasalarındaki Gelişmelerin ve Potansiyel Değişikliklerinin Türk Tarım ve Hayvancılık Sektörleri Üzerindeki Etkilerinin Modellenmesi ve Türkiye İçin Biyo-enerji Politika Alternatiflerinin Oluşturulması”. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEBGE), No: 204 <http://www.tepge.gov.tr/upload/attachments/Biyoyakit204.pdf> (erişim tarihi: 09.10.2017).

- Çalışkan, Ş. (2009). “Türkiye'nin Enerjide Dışa Bağımlılık ve Enerji Arz Güvenliği Sorunu”. Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, (25): 297-310.
- Çallı, B. (2012). “Atıklardan Biyogaz Üretimi”. Türkiye Kimya Derneği - Genç Kimyacılar Platformu, 04 Şubat 2012. <http://mebig.marmara.edu.tr/Presentations/BiyogazUretimi.pdf> (erişim tarihi: 07.03.2018).
- Çanka Kılıç, F. ve Kılıç, M. K. (2013). “Jeotermal Enerji ve Türkiye”. Mühendis ve Makina, 54(639): 45-56.
- Çanka Kılıç, F. (2015). “Güneş Enerjisi, Türkiye’deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri,” Mühendis ve Makina, 56(671): 28-40.
- Çanka Kılıç, F. (2011). “Biyogaz, Önemi, Genel Durumu ve Türkiye’de ki Yeri”. Mühendis ve Makine, 52 (617): 94-106.
- Çelikkaya, H. (2016). “Biyogaz”. Fırat Kalkınma Ajansı. http://fka.gov.tr/sharepoint/userfiles/Icerik_Dosya_Ekleri/FKA_ARASTIRMA_RAPO_RLARI/B%C4%B0YOGAZ.pdf (erişim tarihi: 24.01.2018).
- Çetin, A. (2014). “Ülkemizin Jeotermal Enerji Kapasitesi ve Yapılabilecekler”. Gönder Geleceği Önemseyenler Derneği, Haziran 2014. http://www.jeotermal.com/dokumanlar/dosyalar/yulkemizin_Jeotermal_Enerji_Kapasitesi_ve_Yaplabilecekler_AyAegyl_yOETN_Jeoloji_Yyksek_Myhendisi.pdf (erişim tarihi: 27.12.2017).
- Çetin, M. (2006). “Teori ve Uygulamada Bölgesel Sürdürülebilir Kalkınma”. C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 7(1).
- Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, (2010). “Bitkisel Atık Yağların Yönetimi”. http://www.cygm.gov.tr/cygm/files/yayinlar/kitap/bitkisel_atik_yaglarin_yonetimi_kitapci.pdf (erişim tarihi: 24.01.2018).
- Çukurçayır, M. A. ve Sağır, H. (2008). “Enerji Sorunu, Çevre ve Alternatif Enerji Kaynakları”. 57-78. https://scholar.google.com.tr/citations?view_op=view_citation&hl=tr&user=WjsyQK4AAAAJ&citation_for_view=WjsyQK4AAAAJ:roLk4NBRz8UC (erişim tarihi: 16.11.2016).
- Dağdelen, D. (2015). “Küresel Biyoyakıt Politikalarının AB ve Türkiye Açısından Değerlendirilmesi”. AB Uzmanlık Tezi, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü. Mayıs, 2015, Ankara.

- Danışman, M. A. (2011). “Jeotermal Nedir, Ne Değildir”. http://www.jeofizik.org.tr/resimler/ekler/b5cd12c6ac61681_ek.pdf?dergi=31 (erişim tarihi: 07.03.2018).
- DBFZ, (2011). “Türkiye'de Biyogaz Yatırımları İçin Geçerli Koşulların ve Potansiyelin Değerlendirilmesi”. Türk Alman Biyogaz Projesi, Aralık 2011, DBFZ - Deutsches Biomasse Forschungs Zentrum gemeinnützige GmbH http://www.biyogaz.web.tr/files/docs/dbfz_turkiye_biyogaz_potansiyel_raporu.pdf (erişim tarihi: 10.05.2017).
- Demir, M. (2013). “Enerji İthalatı Cari Açık İlişkisi, Var Analizi İle Türkiye Üzerine Bir İnceleme”. Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, (9): 2-26.
- Demirtaş, Ö. (2013). “Enerji Piyasasındaki Son Gelişmeler ve Kaya (Şeyl) Gazı”. İş Bankası, İktisadi Araştırmalar Bölümü, Haziran 2013. https://ekonomi.isbank.com.tr/userfiles/pdf/ar_06_2013.pdf (erişim tarihi: 25.11.2016).
- Diñer, M. Z. ve Aslan, Ö. (2008). “Sürdürülebilir Kalkınma, Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Hidrojen Enerjisi: Türkiye Değerlendirmesi”. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 2009-51, İstanbul.
- Doğan, M. (2011). “Enerji Kullanımının Coğrafi Çevre Üzerindeki Etkileri”. Marmara Coğrafya Dergisi, Ocak 2011, 23: 36-52.
- Doster, B. (2010). “Enerji Güvenliği”. 3. Uluslararası Strateji ve Güvenlik Çalışmaları Sempozyum Bildirileri Kitabı. 15-16 Nisan 2010, Beykent Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- DPT, (2001). Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Enerji Hammaddeler Alt Komisyonu Kömür Çalışma Grubu, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, <http://www.maden.org.tr/meslegimiz/oik616.pdf> (erişim tarihi: 11.11.2016).
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK-TMK), (2007). “Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Hidrolik ve Yenilenebilir Enerji Çalışma Grubu, Hidrolik Enerji Alt Çalışma Grubu Raporu”. Aralık 2007 Ankara. http://www.dektmk.org.tr/upresimler/2007calismagrubu/hidrolik_enerji_raporu_304.pdf (erişim tarihi: 29.11.2016).
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK-TMK), (2009). “Güneş Enerjisi ve Dünyada Güneş Enerjisinin Durumu”. Haziran 2009. <http://www.dektmk.org.tr/upresimler/GUNES.pdf>. (erişim tarihi: 29.01.2018).

- Ege, Y., Öz, G., Arat, T., Baykal, S., Ege, A., Altunışık, M. ve Ercan, H. (2004). “AB’nin Enerji Politikası ve Türkiye”. Ulusal Politika ve Araştırma Vakfı, Mayıs 2004, Ankara.
- Engin, N. (2013). “ Nükleer Enerji Gelecekteki Enerji İhtiyacına Çözüm Olabilir mi? ”. Marmara Coğrafya Dergisi, Ocak 2013, İstanbul, 27: 575-591.
- EPDK, (2017). “Petrol Piyasası Sektör Raporu 2016 ”. EPDK Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2017.
- EPDK, (2018). “Türkiyede Biyodizel ve Biyoetanol Güncel Durumu”. <http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fT%C3%9CRK%C4%B0YE%27DE+B%C4%B0YOD%C4%B0ZEL+VE+B%C4%B0YOE TANOLDE+G%C3%9CNCEL+DURUMU.pdf>. (erişim tarihi: 15.05.2018).
- Erdal, L. (2012). “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Yatırımları ve İstihdam Yaratma Potansiyeli”. Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 4(1): 171-181.
- Erdal, L. ve Karakaya, E. (2012). “Enerji Arz Güvenliğini Etkileyen Ekonomik, Siyasi ve Coğrafi Faktörler”. Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, XXXI(1): 107-136.
- Erdoğan, D. C. ve Seçkin, B. (2008). “Yenilenebilir Enerjiler”. Yıldız Teknik Üniversitesi OFM Fizik Öğretmenliği Alan Eğitiminde Araştırma Projesi, 2008, İstanbul. <http://www.yildiz.edu.tr/~oscg/AlanegitimindeBitirmeProjeleri/YenilenebilirEnerjiler.pdf> (erişim tarihi: 31.08.2017).
- Erkan, A. Ç. (2014). “Küresel Doğal Gaz Krizlerine Karşı Enerji Arz Güvenliğinin Sağlanması ve Enerji Arz Güvenliği İçin Kriz Yönetimi”. Sosyal Bilimler Dergisi, 7: 87-110. <http://www.ktu.edu.tr/sbedergisi-sayi72014> (erişim tarihi: 11.09.2016).
- Ersoy, A. E. (2010). “Ekonomik Büyüme Bağlamında Enerji Tüketimi”. Akademik Bakış Dergisi, Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi, Sayı 20: 1-11.
- Ertuğrul, H. M. (2011). “Türkiye’de Elektrik Tüketimi Büyüme İlişkisi: Dinamik Analiz”. Enerji, Piyasa ve Düzenleme, (2): 49-73.
- Ertürk, F., Akkoyunlu, A. ve Varınca, K. B. (2006). “Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri, Fosil, Hidrolik, Yenilenebilir, Nükleer”. TASAM, Stratejik Rapor No: 14, Nisan 2006.
- Esen, Ö. ve Bayrak, M. (2014). “Türkiye’nin Enerji Açığı Sorunu ve Çözümüne Yönelik Arayışlar”. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 28(3): 139-158.
- ETKB, (2016a). “ Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü”, Strateji Geliştirme Başkanlığı, 1 Temmuz 2016 İtibariyle, Sayı 13.

- http://www.enerji.gov.tr/Resources/Sites/1/Pages/Sayi_13/files/downloads/Sayi_13.pdf (erişim tarihi: 29.01.2018).
- ETKB, (2016b). “Mavi Kitap, 2016”. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İle Bağlı, İlgili ve İlişkili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri. http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FMavi%20Kitap%2FMavi_kitap_2016.pdf (erişim tarihi: 20.11.2017).
- ETKB, Strateji Geliştirme Başkanlığı, (2017). “Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü” 1 Ocak 2017 İtibariyle, Sayı 15.
- ETKB, (2018). <http://www.enerji.gov.tr> (erişim tarihi: 15.04.2018)
- ETKB, YEGM, (2014). “Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı”. file:///C:/Users/WIN7/Downloads/T%C3%BCrkiye%20Ulusal%20Yenilenebilir%20Enerji%20Eylem%20Plan%20%20(10).pdf. (erişim tarihi: 20.02.2018).
- Gediz, Oral B. ve Arpazlı Fazlılar, T. (2016). “Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Finansmanında Kamu-Özel Sektör İşbirlikleri: Rüzgâr Enerjisi Santralleri Örneği”. Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 3(1): 99-115.
- Gerekan, B. ve Gerekan, B. (2014). “Petrol Elde Etme Sürecinde Arama ve Terk Etme Faaliyetlerinin Türkiye Muhasebe ve Finansal Raporlama Standartları Kapsamında Muhasebeleştirilmeleri”. Mali Çözüm Dergisi, 121 ISMMM0 :55-76 http://archive.ismmmo.org.tr/docs/malicozum/121malicozum/006_bilal_gerekan_bekir_gerekan_1.pdf (erişim tarihi: 09.11.2016).
- Gizlenci, Ş. ve Acar, M. (2008). “Enerji Bitkileri Tarımı ve Biyoyakıtlar (Biyomotorin, Biyoetanol, Biyomas)”. Enerji Bitkileri ve Biyoyakıtlar Sektörel Rapor, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. <https://arastirma.tarim.gov.tr/ktae/Belgeler/brosurler/Enerji%20Tar%C4%B1m%C4%B1%20ve%20Biyoyak%C4%B1tlar%20Sekt%C3%B6rel%20Raporu.pdf> (erişim tarihi: 10.03.2018).
- Gomez, M. ve Rodriguez, J. C. (2015). “Electricity Consumption and Economic Growth: The Case of Mexico”. World Acedemy of Science, Engineering and Tecnology International Journal of Economics and Management Engineering. Vol:9, No:8.
- Gökçe, C. (2014). “Önemli Bir Enerji Girdisi Olan Petrolün Ekonomik Kalkınma Sürecindeki Rolü”. AKÜ İİBF Dergisi- XVI (1): 143-153.

- Gökdemir, M., Kömürcü, M. İ. ve Evcimen, T. U. (2012). “Türkiye’de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış”. İMO Su Yapıları Kurulu, TMH - 471 - 2012/1: 18-26.
- Gövdere, B. ve Can, M. (2015). “Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneğinde Eşbütünleşme Analizi”. Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 1(2): 101-114.
- Horuz, A., Korkmaz, A. ve Akınoğlu, G. (2015). “Biyoyakıt Bitkileri ve Teknolojisi”. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 3(2): 69-81.
- IEA, (2016a). “World Energy Outlook 2016”. <http://www.iea.org/newsroom/news/2016/november/world-energy-outlook-2016.html> (erişim tarihi: 12.08.2017).
- IEA, (2016b). “Energy Policies of IEA Countries: Turkey, 2016 Review”. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyPoliciesofIEACountriesTurkey.pdf> (erişim tarihi: 28.11.2016).
- IEA, (2017). “Key World Energy Statistics” <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2017.pdf> (erişim tarihi: 29.01.2018).
- IEA, (2018). <https://www.iea.org> (erişim tarihi: 30.04.2018).
- Işık Gülsaç, I. (2009). “Okyanuslardan Gelen Enerji Dalga Enerjisi”. Bilim ve Teknik, Mayıs 2009, 58-61. http://www.vizyon21y.com/documan/Genel_Konular/Enerji/Dalga_Enerjisi/Dalga_Enerjisi.pdf (erişim tarihi: 29.01.2018).
- Işıklı, İ., Açıkkalp, E., Yamık, H. ve Kurban, M. (2011). “Biyodizelin Dizel Santrallerde Kullanım Analizi”. 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS’11), 16-18 May 2011, Elazığ Turkey, 20-24. <http://web.firat.edu.tr/iats/cd/subjects/Energy/ETE-4.pdf> (erişim tarihi: 07.03.2018).
- İlkılıç, Z. (2016). “Türkiye’de Rüzgar Enerjisi ve Rüzgar Enerji Sistemlerinin Gelişimi”. Batman Üniversitesi, Yaşam Bilimleri Dergisi, 6(2/2): 1-13.
- İncekara, Ç. Ö. ve Oğulata, S. N. (2011). “Enerji Darboğazında Ülkemizin Alternatif Enerji Kaynakları”. Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 3(1): 1-10.
- İskenderoğlu, Ö., Karadeniz, E. ve Ayyıldız, N. (2015). “Enerji Sektörünün Finansal Analizi: Türkiye ve Avrupa Enerji Sektörü Karşılaştırması”. İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi, 3(3): 86-97.

- İşeri, E. ve Özen, C. (2012). “ Türkiye’de Sürdürülebilir Enerji Politikaları Kapsamında Nükleer Enerjinin Konumu”. İ.Ü. Siyasal Bilimler Fakültesi Dergisi, Ekim 2012, No, 47: 161-180.
- İzol, R. ve Zenginoğlu, S. (2014). “11 Eylül ve Sonrası: Terörizm, Petrol ve Nükleer Tehdit Ekseninde Ortadoğu”. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Aralık 2014, 7(2): 423-439.
- Kanca, O.C. (2012). “Türkiye’de İşsizlik ve İktisadi Büyüme Arasındaki Nedenselliğin Ampirik Bir Analizi”. Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 21(2): 1-18.
- Kapluhan, E. (2014). “Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Dalga Enerjisinin Dünyada’ki ve Türkiye’deki Kullanım Durumu”. Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi, 5(17): 65-86.
- Kapluhan, E. (2014). “Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Güneş Enerjisinin Dünya’daki ve Türkiye’deki Kullanım Durumu”. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Coğrafya Dergisi, (29): 70-98.
- Karagöl, E. T. ve Kavaz, İ. (2017). “Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji ”. SETA Analiz, Nisan 2017, Sayı: 197. <https://setav.org/assets/uploads/2017/04/YenilenebilirEnerji.pdf> (erişim tarihi: 01.05.2018).
- Karaman, G. ve Aksay, K. (2015). “ Enerji İhtiyacının Karşılmasında Doğal Gaz ve Rüzgar Kaynaklı Enerji Çevrim Santralleri; Yatırımlar Üzerine Stratejik Bir Analiz”. Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi, 2(1): 9-35.
- Karslı, S. (2015). “Son Gelişmeler Işığında Türkiye’de Kaya Gazı”. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(3): 25-31.
- Karta, M. (2015). “Türkiye’de Kömür”. <https://www.tespam.org/turkiyede-komur/> (erişim tarihi: 12.03.2018).
- Kaya, İ. S. (2012). “ Nükleer Enerji Dünyasında Çevre ve İnsan”. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1(24): 71-90.
- Kaya, M. ve Ercan, H. (2002). “Türkiye’de ve Dünya’da Bir LPG İncelemesi”. SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(1): 101-105.
- Kazaz, G. ve Kara, Ö. (2016). “ Türkiye’nin Kömür Hikayeleri ”. Yeşil Düşünce Derneği, İstanbul, 2016. <http://yesildusunce.org/dl/uploads/TURKIYENIN-KOMUR-HIKAYELERI-WEB-DESING.pdf> (erişim tarihi: 12.03.2018).

- Keskin, N. (2006). “Türkiye’de Güneş Enerjisi Araştırma ve Geliştirme”. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 91: 74-82. <http://www.solar-academy.com/menus/turkiye-de-gunes-enerjisi-arastirma-ve-gelistirme.032758.pdf> (erişim tarihi: 20.01.2018).
- Kılıç, N. (2009). “Dünyanın Önemli Kaynağı: Rüzgar Enerjisi”. AR&GE Bülten– Ekonomi :17-23.
- Kıncay, O., Utlu, Z., Ağustos, H., Akbulut, U., Açıkgöz, Ö. (2009). “ Combinig Trend OF Renewable Energy Sources”. Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, (27): 60-82.
- Kızılkaya, O., Sofuoğlu, E. ve Çoban, O. (2016). “Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ve Çevre Kirliliği Analizi: Türkiye Örneği”. Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6 (2): 256-269.
- 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 Rüzgar Enerjisi Potansiyelinin Yeri ve Önemi”. Sosyal Bilimler Dergisi, (4): 53-61.
- Korkmaz Ö. ve Develi, A. (2012). “Türkiye’de Birincil Enerji Kullanımı, Üretimi ve Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki İlişki”. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 27(2): 1-25.
- KPMG, (2018). “Enerji, Sektörel Bakış”. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/tr/pdf/2018/02/sectorel-bakis-2018-enerji.pdf> (erişim tarihi: 05.04.2018).
- Küçükali S. ve Barış S. (2012). “Renewable Energy Policies in Turkey”. World Renewable Energy Congress, SWEDEN, Mayıs 2012.
- Küçükali S., Barış K. ve Bölük G. (2012). “A Multi-Criteria Analysis Tool to Evaluate the Renewable Energy Alternatives in Turkey (Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinin Değerlendirilmesinde Çok Kriterli Analiz Araçlarının Kullanımı)”. 2nd International 100% Renewable Energy Conference and Exhibition (IRENEC 2012), June 28-30 2012, İstanbul, Turkey.
- Küleki, Ö. C. (2009). “ Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi”. 1(2): 83-91.
- MEB, (2008). “Metalürji Teknolojisi Kömür Hazırlama”. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), Ankara, 2008. <http://www.santa.com.tr/YONERGE/MEGEP-komur-haz%FDrlama.pdf> (erişim tarihi: 11.03.2018).

- Melikoğlu, M. ve Albostan, A. (2011). “Türkiye’de Biyoetanol Üretimi ve Potansiyeli”. Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 26(1): 151-160.
- Moreno, B. ve Lopez, A. J. (2008). “The Effect of Renewable Energy on Employment, The Case of Asturias (Spain)”. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 12: 732-751.
- Motorin Türlerine Biodizel Harmanlanması Hakkında Tebliğ 16 Haziran 2017. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/06/20170616-8.htm> (erişim tarihi: 19.03.2018).
- Muradov, E. (2012). “Almanya’nın Nükleer Enerji Politikasını Etkileyen Faktörler”. Öneri.C.10.S.38. Temmuz 2012: 105-111. file:///C:/Users/WIN7/Downloads/ALMANYANIN_NUKLEER_ENERJI_POLITIKASINI_ETKILEYEN_.pdf. (erişim tarihi: 29.01.2018).
- Mutluer, M. (1990). “Gelişimi, Yapısı ve Sorunlarıyla Türkiye’de Enerji Sektörü”. Ege Coğrafya Dergisi, İzmir, 5: 184-214.
- Oskay, C. (2014). “ Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Rüzgar Enerjisinin Önemi ve Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Yatırımlarına Yönelik Teşvikler”. Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi, 7(1): 76-94.
- Önal, E. ve Yarbay, R. Z. (2010). “ Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Geleceği”. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 9(18): 77-96.
- Önöz, B. (2013). “ Dalga Enerjisi”. Temiz Enerji Günleri 6-7 Mart 2013. <http://docplayer.biz.tr/16272225-Dalga-enerjisi-prof-dr-bihrat-onoz.html> (erişim tarihi: 01.28.2018).
- Özalp, M. (2017). “Türkiye’de Nükleer Enerji Kurulumunun Enerjide Dışa Bağımlılık ve Arz Güvenliğine Etkisi”. C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 18(2): 175-188.
- Özcan, A. K. (2011). “Jeotermal Enerji”. Jeotermal Enerji Çalışma Notları, http://www.kursatozcan.com/ders_notlari/kursat_ozcan_jeotermal_enerji.pdf (erişim tarihi: 07.03.2018).
- Özdemir, N. ve Çobanoğlu, E. O. (2008). “ Türkiye’de Nükleer Santrallerin Kurulması ve Nükleer Enerji Kullanımı Konusundaki Öğretmen Adaylarının Tutumları”. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 34: 218-232.
- Özmehmet, E. (2012). “Dünyada ve Türkiye’de Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları”. Journal of Yaşar, 3(12): 1-23.
- Özşahin, Ş., Mucuk, M. ve Gerçekler, M. (2016). “Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi”. Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 4(4): 111-130.

- Öztürk A. B. (2017). “Doğal Gaz Sektörü”. Türkiye İş Bankası İktisadi Araştırmalar Bölümü, https://ekonomi.isbank.com.tr/UserFiles/pdf/sr201701_dogalgazsektoru.pdf. (erişim tarihi: 20.03.2018).
- Pachauri, R. K. (2007). “Enerji Devrimi, Sürdürülebilir Bir Dünya İçin Enerji Yol Haritası”. Greenpeace Uluslararası, Avrupa Yenilenebilir Enerji Konseyi (EREC), Küresel Enerji Senaryosu Raporu. <http://www.greenpeace.org/turkey/Global/turkey/report/2008/4/enerji-devrimi-raporu.pdf> (erişim tarihi: 29.01.2018).
- Pala, C. (2003). “21. Yüzyıl Dünya Enerji Dengesinde Petrol ve Doğal Gazın Yeri ve Önemi: Hazar Boru Hatlarının Kesişme Noktasında Türkiye”. Avrasya Dosyası, Enerji Özel, 9(1): 5-37.
- Pamir, N. (2005). “Enerji Politikaları ve Küresel Gelişmeler”. 57-73 http://www.emo.org.tr/ekler/c6744c9d42ec2cb_ek.pdf (erişim tarihi: 11.11.2016).
- REN21, (2017). “Renewable 2017 Global Status Report”. http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf (erişim tarihi: 30.01.2018).
- REN21, (2016). “Renewables 2016 Global Status Report”. http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report.pdf (erişim tarihi: 22.01.2018).
- Resmi Gazete Enerji Piyasası Düzenleme Kurumundan: Motorin Türlerine Biodizel Harmanlanması Hakkında Tebliğ, 16 Haziran 2017. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/06/20170616-8.htm> (erişim tarihi: 19.03.2018).
- Sabah, E., Mart, U. ve Çelik, M. S. (2002). “1970-2000 Yılları Arası Türkiye’nin Birincil Enerji Tüketiminde Kömürün Yeri”. Madencilik, Haziran 2002, 41(2): 31-42.
- Sabancı, A., Ören, M. N., Yaşar, B., Öztürk, H. H., Atal, M. (2010). “Türkiye’de Biyodizel ve Biyoetanol Üretiminin Tarım Sektörü Açısından Değerlendirilmesi”. http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/cf0ed8641cfcbbf_ek.pdf (erişim tarihi: 23.03.2018).
- Saraçoğlu, S. (2017). “Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Biyokütle Üretiminin Dünyada ve Türkiye’de Durumu”. Fiscaeconomia 2017, 1(3): 126-155.
- Sarı, A. (2015). “Kaya Gazı Nedir? Türkiye İçin Alternatif Bir Enerji Kaynağı Mıdır”. <http://www.eng.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/362/2015/01/Kaya-gaz%C4%B1-8-1-20151.pdf> (erişim tarihi: 15.03.2018).

- Satman, A. (2007). “Türkiye’nin Enerji Vizyonu”. Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretimi Semineri, TESKON 2007, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 25-28 Ekim, İzmir, 3-18.
- Serteller, N. F. (2010). “Türkiye’de Kullanılan ve Kullanılabilecek Olan Enerji Kaynakları Arasında Nükleer Enerjinin Yeri ve Önemi”. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Türkiye 10. Enerji Kongresi : 309-315. http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji_kongresi_10/25fusunserteller.pdf (erişim tarihi: 10.11.2016).
- Sertyeşilışık, E. (2017). “Türkiye’nin Su Kaynaklarının Ekonomi Politikası Üzerine Bir İnceleme”. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, E-ISSN: 2146-0132, 10 (1): 28-30.
- Seydioğulları H. S. (2013). “Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji, Planlama”. 23(1): 19-25.
- Stein, A. (2012). “Türkiye’nin Nükleer Enerjiye Dair Hedefleri: Büyük Planlar, Ufak Adımlar”. Ekonomi ve Dış Politika Araştırma Merkezi (EDAM), Tartışma Kağıdı 2012/2 <http://edam.org.tr/wpcontent/uploads/2012/09/T%C3%BCrkiye%E2%80%99ninN%C3%BCkleer-Enerjiye-Dair-Hedefleri-B%C3%BCy%C3%BCk-Planlar-Ufak-Ad%C4%B1mlar.pdf> (erişim tarihi: 31.01.2018).
- Şahin, Ü., Aşıcı, A. A., Acar, S. Gedikkaya Bal, P., Karababa, O. ve Kurnaz, L. (2015). “İklim Değişikliği, Ekonomi ve Sağlık Açısından Türkiye’nin Kömür Politikaları”. Kömür raporu, Kasım 2015, <http://ipc.sabanciuniv.edu/wp-content/uploads/2015/11/Komur-Raporu.pdf> (erişim tarihi: 21.03.2017).
- Şenpınar, A. ve Gençoğlu, M. T. (2006). “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkileri Açısından Karşılaştırılması”. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 49-54.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), (2012). “Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Önemi”. Yenilenebilir Enerji Teknolojileri, 522EE0421, 2012 Ankara. <http://www.solar-academy.com/menus/Yenilenebilir-Enerji-Teknolojileri-Kaynaklari-Onemi.164622.pdf> (erişim tarihi: 29.01.2018).
- T.C. Taş Kömürü Kurumu Genel Müdürlüğü (TTK), ETKB, (2017). “2016 Yılı Taş kömürü Sektör Raporu”. Mayıs 2017. http://www.taskomuru.gov.tr/file//duyuru/TTKGM_Sektor_Raporu_2016.PDF (erişim tarihi: 11.03.2018).
- Tamzok, N. (2013). “Dünya’da ve Türkiye’de Kömürün Geleceği”. Bartın- Amasra, 26-27 Ekim, 2013

- https://www.researchgate.net/publication/264894897_Dunya'da_ve_Turkiye'de_Komurun_Gelecegi_Future_of_Coal_in_the_World_and_in_Turkey (erişim tarihi: 14.12.2016).
- TCABB, (2014). “AB Sürecinde Enerji Fıslı”.
<https://www.ab.gov.tr/files/SEPB/yayinlarveraporlar/enerjikitap.pdf>. (erişim tarihi: 21.03.2018).
- TEİAŞ, (2008), “Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Türkiye Yansıması”.
<http://www.teias.gov.tr/ebulten/makaleler/2008/yenilenerji/yenilenebilirenerj.htm> ,
(erişim tarihi: 21.10.2016).
- Temurçin, K. ve Aliagaoglu, A. (2003). “Nükleer Enerji ve Tartışmalar Işığında Türkiye’de Nükleer Enerji Gerçeği”. Coğrafi Bilimler Dergisi, 1(2): 25-39.
- Tezcan Ün, Ü. (2003). “Hidrojen Enerjisi: Depolanması, Güvenliği, Çevresel Etkisi ve Dünyadaki Durumu”. Mühendis ve Makine Dergisi, 44 (525): 17-22.
- Tezcan, N. (2014). “ OECD ve BRIC Ülkelerinin Enerji Göstergeleri Açısından Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi İle Karşılaştırılması”. İ.Ü. İşletme Fakültesi İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi, 25(77): 119-135.
- Tuncer, G. ve Eskibalci, M.F. (2003). “Türkiye Enerji Hammaddeleri Potansiyelinin Değerlendirilebilirliği”. İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi, 16(1): 81-92.
- Tutar, F. ve Eren, M. V. (2011). “Geleceğin Enerjisi: Hidrojen Ekonomisi ve Türkiye”. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 3(6).
- Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ), (2017). “Kömür sektör Raporu, 2016”. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Kömür İşletmeleri Kurumu, Stratejik Planlama Koordinasyon Birimi.
- TMMOB, (2015). “Türkiye'nin Enerji Görünümü, 2015”.
https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/a5a69d7ec06d9cd_ek.pdf (erişim tarihi: 10.08.2017).
- TMMOB, (2017). “Türkiye'nin Enerji Görünümü 2017”.
http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/54a0872d81aa413_ek.pdf?tipi=2&ture=X&sube=10. (erişim tarihi: 10.03.2018).
- TMMOB, (2018). “Türkiye’nin Enerji Görünümü, 2018”. TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Oda Raporu, Yayın No: MMO/691, Nisan 2018, Ankara.
- TPAO, (2016). “Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu”. Türkiye Petrolleri Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, Mayıs 2016.

- TPAO, (2017). “Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu”. Türkiye Petrolleri Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı Mayıs 2017.
- TÜİK, (2018a). “[Uluslararası Standart Ticaret Sınıflamasına \(SITC, Rev.3\) Göre İthalat](#)”. (erişim tarihi: 30.04.2018).
- TÜİK, (2018b). “İşgücü İstatistikleri 2017”. Haber Bülteni Sayı:27699, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=27699>. (erişim tarihi: 30.04.2018)
- TÜİK, (2018c). <http://www.tuik.gov.tr> (erişim tarihi: 10.05.2018).
- TÜREB (Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği), (2017). “Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu, Ocak, 2017”. https://www.tureb.com.tr/files/tureb_sayfa/duyurular/2017_duyurular/subat/turkiye_ruzgar_enerjisi_istatistik_raporu_ocak_2017.pdf (erişim tarihi: 02.05.2018).
- Uçkun, A. (2015). “AB’de Entegre Bir Enerji Piyasası İçin Son Hamle: Enerji Birliği”. Paper Prepared for the EY International Congress on Economics II , Growth, Inequality and Poverty, Ankara, November 5-6, Paper ID Number:33.
- Uğur, A. ve Çelebi A. K. (2015). “Biyoyakıtlara Yönelik Mali Teşvikler: Türkiye Açısından Bir Değerlendirme”. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 33(2): 25-45.
- Uluatam, E. (2010). “Yenilenebilir Enerji Teşvikleri, Türkiye”. Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB), Ekonomik Forum Dergisi, Ekim 2010, 34-41. <https://www.tobb.org.tr/ekonomikforum/Sayfalar/Ekim2010.php> (erişim tarihi: 29.01.2018).
- Ural, T. ve Karaca, G. (2016). “Hidrojen Ekonomisi”. Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi, 3(2): 145-154.
- USDA, (2017). EU Biofuels Annual 2017, <https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual%20Hague%20EU-28%206-19-2017.pdf>. (erişim tarihi: 22.03.2018).
- Uygur, İ., Demirci, R., Saruhan, H., Özkan, A. ve Belenli, İ. (2006). “Batı Karadeniz Bölgesindeki Dalga Enerjisi Potansiyelinin Araştırılması”. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12 (1): 7-13.
- Ünlü, A. ve (Nacar) Koçer, N. (2007). “Doğu Anadolu Bölgesinin Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi”. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 175-181.
- Ürker, O. ve Çobanoğlu, N. (2012). “Türkiye’de Hidroelektrik Santrallerin Durumu (HES’ler) ve Çevre Politikaları Bağlamında Değerlendirilmesi”. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3(2): 65-88.

- Ürün, E. ve Soyu, E. (2016). “Türkiye’nin Enerji Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üzerine Bir Değerlendirme”. Sosyal Bilimler Dergisi, 31-45, <http://dergipark.gov.tr/dpusbe/issue/31354/345354> (erişim tarihi: 15.01.2018).
- Üstün, G. E. ve Genç, B. (2015). “Dünya’da ve Türkiye’de Biyoyakıtların Durumu”. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(2):157-164.
- Varınca K. B. ve Gönüllü M. T. (2006). “Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma”. UGHEK 2006: I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, ESOGÜ Eskişehir, Haziran 2006, 270-275.
- YEGM, (2018). <http://www.yegm.gov.tr> (erişim tarihi: 16.04.2018).
- YEGM, BEPA, (2018). “Türkiye Genel Bilgi”. <http://bepa.yegm.gov.tr/> (erişim tarihi: 29.01.2018).
- YEK, (2005). “5346 No’lu Kanun”. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/05/20050518-1.htm> (erişim tarihi: 26.03.2018).
- YEPK, (2013). <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/03/20130330.pdf> (erişim tarihi: 20.03.2018).
- Yıldırım, H. H. (2016). “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Projelerinin Finansman Yöntemleri”. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 19(36): 725-746.
- Yıldız, D. (2016). “Suyla Gelen Enerji: Hidroelektrikte Son Durum <http://www.hidropolitikakademi.org/wp-content/uploads/2016/07/Suyla-Gelen-Enerji-H%C4%B0DROELEKTR%C4%B0K.pdf> (erişim tarihi: 12.03.2018).
- Yıldız, Ş., Saltabaş, F., Balahorli, V., Sezer, K. ve Yağmur, K. (2009). “Organik Atıklardan Biyogaz Üretimi (Biyometanizasyon) Projesi- İstanbul Örneği”. TÜRKAY 2009 Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu, YTÜ, 15-17 Haziran 2009, İstanbul, İSTAÇ A.Ş. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme Sanayi ve Ticaret A.Ş., İstanbul, Türkiye.
- Yılmaz, A., Ünvar, S., Koca, T. ve Koçer, A. (2017). “Türkiye’de Biyogaz Üretimi İstatistiksel Bilgileri”. Dergi Park, Technological Applied Sciences Arşiv, 12(4): 218-232.
- Yılmaz, M. (2012).” Türkiye’nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi”. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 4(2): 33-54.

- Yılmaz, O. ve Hotunluoğlu, H. (2015). “Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye”. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2(2): 74-97.
- Yılmaz, V. (2009). “Sürdürülebilir Bir Sistemde Biyogazın Yeri”. V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu 2009 – Diyarbakır, http://www.emo.org.tr/ekler/edfe7e21ca3518d_ek.pdf (erişim tarihi: 22.05.2018).
- Yorulmaz, Ş. (1998). “Türkiye’de Kömürün Keşfi ve Kömür İşletme İmtiyazları (1829-1937)”. Türkiye 11. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 10-12 Haziran 1998, Bartın-Amasra, Türkiye.
- Wei M., Patadia S.ve Kammen D. M. (2010). “Putting Renewable and Energy Efficiency to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate in the US?”. Energy Policy, 38: 919-931.
- Worldbank, (2018). “Enerji Kullanımı, GSYİH, Nüfus İlişkisi” http://databank.worldbank.org/data/Views/Reports/ReportWidgetCustom.aspx?Report_Name=CountryProfile&Id=b450fd57&tbar=y&dd=y&inf=n&zm=n&country (erişim tarihi: 06.03.2018).
- WWF-Türkiye, Jean-Philippe Denruyter, WWF International, Kalem, S., Yener, D. ve Ayas, C., (2011). “Yenilenebilir Enerji Geleceği ve Türkiye”. http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/wwftr_yenilenebilirenerjigelecegiveturkiye.pdf (erişim tarihi: 15.05.2017).

İnternet Kaynakları

- <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators> (erişim tarihi: 23.03.2018).
- [http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/Yaynlar/Attachments/722/Orta%20Vadeli%20Program%20\(2017-2019\).pdf](http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/Yaynlar/Attachments/722/Orta%20Vadeli%20Program%20(2017-2019).pdf) (erişim tarihi: 21 11 2017).
- <http://www.worldbank.org/en/country/turkey/overview> (erişim tarihi: 20.11.2017).
- <https://www.bp.com> (erişim tarihi: 30.011.2018).
- <http://www.bumko.gov.tr/TR,7044/temel-ekonomik-buyuklukler-2000-2017.html> (erişim tarihi: 20.11.2017).
- <https://www.iea.org> (erişim tarihi: 11.09.2016).
- <https://www.iea.org> (erişim tarihi: 13.10.2016).
- <http://www.enerji.gov.tr> (erişim tarihi: 15.12.2016).
- <http://www.enerji.gov.tr> (erişim tarihi: 20.02.2017).
- <http://www.yegm.gov.tr> (erişim tarihi: 12.09.2017).

<https://www.bp.com> (erişim tarihi: 17.09.2017).

<https://www.teias.gov.tr> (erişim tarihi: 12.11.2017).

www.mfa.gov.tr (erişim tarihi: 12.02.2018).

<https://www.iea.org> (erişim tarihi: 13.10.2016).

<http://www.albiyobir.org.tr/hakkimizda.htm> (erişim tarihi: 15.03.2018).

<http://www.epdk.org.tr> (erişim tarihi: 15.05.2018).

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı	Selma DENİZ
Doğum Yeri - Tarihi	Manavgat/Antalya - 10.11.1988
EĞİTİM DURUMU	
Mezun Olduğu Lise	Manavgat Fatih Anadolu Lisesi (Y. Dil Ağırlıklı Program Uygulayan Liseler), Manavgat/Antalya
Lisans Diploması	Anadolu Üniversitesi, İİBF. İktisat Bölümü, Eskişehir, 2010
Yabancı Dil	İngilizce
E-Posta	dnz_selma@hotmail.com

