

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT POLİTİKASI ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİNİN ENERJİ
İTHALATINA ETKİLERİ; TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

Gökhan ASYA

2501130349

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. YÜKSEL BAYRAKTAR

İSTANBUL - 2019



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS
TEZ ONAYI

ÖĞRENCİNİN;

Adı ve Soyadı : GÖKHAN ASYA Numarası : 2501130349

Anabilim Dalı /
Anasanat Dalı / Programı : İKTİSAT POLİTİKASI Danışmanı : PROF. DR. YÜKSEL BAYRAKTAR

Tez Savunma Tarihi : 20.08.2019 Saati : 14.00

Tez Başlığı : YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİNİN ENERJİ İTHALATINA ETKİLERİ: TÜRKİYE
ÖRNEĞİ

TEZ SAVUNMA SINAVI, İÜ Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 36. Maddesi uyarınca yapılmış,
sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin KABULÜNE OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUĞUYLA karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- PROF. DR. YÜKSEL BAYRAKTAR		KABUL
2- DOÇ. DR. DEMET ÇAK		Kabul
3- DR. ÖĞR. ÜYESİ FURKAN YILDIZ		KABUL

YEDEK JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- DOÇ. DR. HÜLYA KESİCİ		
2- DR. ÖĞR. ÜYESİ TAHA EĞRİ		

ÖZ

YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİNİN ENERJİ İTHALATINA ETKİLERİ; TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Gökhan ASYA

Fosil enerji kaynaklarının dünya üzerinde heterojen dağılımı bu kaynaklar açısından yetersiz olan ülkelerin alternatif enerji kaynağı arayışını zorunlu kılmaktadır. Hatta fosil kaynaklar açısından avantajlı olan ülkeler bile yakın gelecekte petrol ve doğalgaz gibi kaynakların tükeneceği endişesiyle yenilenebilir enerji kaynağı arayışı içerisindeyler. Bu arayış aslında ülkelerin dünya üzerindeki gelişmişlik sıralamalarını yeniden şekillendirebilecek bir öneme sahiptir. Sıralamada rakiplere fark atmanın yegâne çaresi yenilenebilir enerji politikalarının hızlı ve doğru bir şekilde hazırlanıp uygulamaya konulmasıdır. Bu rekabette başarılı olunamaması durumunda enerji ithalatı kaçınılmaz son olacaktır. Enerji ithalatı arttıkça dışa bağımlılıkta giderek artmaktadır. Türkiye'nin enerjide % 70'ler düzeyinde seyreden dışa bağımlılığı, enerji alanındaki her gelişmede bir durum değerlendirmesi gerektirmektedir.

Çalışmanın amacı, yenilenebilir enerji üretimi ile enerji ithalatı arasındaki ilişkiyi incelemektir. Çalışmada yenilenebilir enerji üretimine yasal zemin hazırlaması cihetiyle ciddi bir öneme sahip olan enerji politikalarına yer verilmiştir. Bununla birlikte Türkiye'nin büyüme verilerinin enerji ithalatını ne yönde etkilediği de analiz edilmiştir. Böylelikle enerjideki dışa bağımlılığın büyüme ile ilişkisi ele alınmıştır.

Çalışmada 1990-2015 yılları arasında yenilenebilir enerji üretim miktarı ve GSYH'nin enerji ithalatını ne yönde etkilediği zaman serileri yardımıyla analiz edilmiştir. Tanımlanan zaman aralığında yenilenebilir enerji üretim miktarı ile enerji ithalatı arasında anlamlı ve negatif, kişi başına düşen GSYH ile enerji ithalatı arasında ise anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu bulgularına ulaşılmıştır.

Nihai olarak bulgulardan hareketle bağımlılığı azaltmaya yönelik politika önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Enerji İthalatı, Enerji Politikası, Yenilenebilir Enerji,

ABSTRACT

THE EFFECTS OF RENEWABLE ENERGY GENERATION ON ENERGY IMPORTS; THE CASE OF TURKEY

Gökhan ASYA

The heterogeneous distribution of fossil energy resources in the world necessitates countries that are insufficient in terms of these resources to seek alternative energy sources. Even the countries that are advantageous in terms of fossil resources are in search of renewable energy sources in the near future with the concern that resources such as oil and gas will be exhausted. In fact, this quest has an important role in reshaping the countries' development rankings in the world. The only way to make a difference to competitors in the ranking is to prepare and implement renewable energy policies quickly and accurately. Failure to succeed in this competition will inevitably end energy imports. As import of energy increases, foreign dependency increases. 70% Dependence on foreign energy level of Turkey require a situation assessment of Turkey in every situation in the energy field.

The aim of this study is to examine the relationship between renewable energy production and energy imports. In this study, energy policies which have a significant importance in terms of preparing legal basis for renewable energy production are included. Beside this, it is analyzed how growth data of Turkey affected import of energy. Thus, the relationship between foreign dependence on energy and growth is discussed.

In this study, the amount of renewable energy production between 1990-2015 and affect of GDP on energy imports analyzed with the help of time series. In defined time interval, it is seen that there is meaningful and negative correlation between the amount of renewable energy production and energy imports also there is meaningful and positive correlation between GDP and energy import.

Finally, based on the findings, policy recommendations for reducing dependence were presented.

Key words: Energy import, Energy policy, Renewable energy

İÇİNDEKİLER

ÖZ	iii
ABSTRACT	iv
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM ENERJİ KAYNAKLARI

1.1. ENERJİNİN TANIMI.....	3
1.2. ENERJİ KAYNAKLARI VE SINIFLANDIRILMASI	3
1.2.1. Birincil ve İkincil Enerji Kaynakları.....	4
1.2.2. Konvansiyonel Olan ve Konvansiyonel Olmayan Enerji Kaynakları....	4
1.2.3. Ticari Olan ve Ticari Olmayan Enerji.....	5
1.2.4. Yenilenebilir ve Yenilenemeyen (Fosil) Enerji	5
1.2.4.1. Fosil (Tükenebilir) Enerji Kaynakları.....	7
1.2.4.1.1. Kömür	8
1.2.4.1.2. Petrol.....	15
1.2.4.1.3. Doğalgaz	17
1.2.4.2. Nükleer Enerji	24
1.2.4.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	29
1.2.4.3.1. Hidro Enerji	30
1.2.4.3.2. Rüzgâr Enerjisi	38
1.2.4.3.3. Güneş Enerjisi.....	43
1.2.4.3.4. Hidrojen Enerjisi.....	49
1.2.4.3.5. Jeotermal Enerji	52
1.2.4.3.6. Biyokütle ve Biyoyakıtlar	54
1.2.4.3.7. Dalga Enerjisi	59

İKİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE’DE ENERJİ POLİTİKALARI

2.1. ENERJİ POLİTİKASI TANIMI	63
2.1.1. Sürdürülebilir Enerji.....	64
2.1.2. Enerji Güvenliği	65
2.1.3. Enerji Verimliliği	67
2.1.4. Hukuki Düzenlemelerin Enerji Verimliliği Açısından Önemi	69
2.1.5. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi	70
2.2. TÜRKİYE’NİN ENERJİ POLİTİKALARI.....	71
2.2.1. 4646 Sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu	72
2.2.2. 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun.....	72
2.2.3. 5627 Enerji Verimliliği Kanunu	76
2.2.4. 5686 Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği.....	76
2.2.5. 3096 Sayılı Türkiye Elektrik Kurumu Dışındaki Kuruluşların Elektrik Üretimi, İletimi, Dağıtımı Ve Ticareti İle Görevlendirilmesi Hakkında Kanun	77
2.3. ENERJİ YATIRIMLARINA YÖNELİK TEŞVİKLER	78
2.3.1. Vergi Teşvikleri	78
2.3.1.1. Faiz Desteği.....	79
2.3.1.2. Gelir Vergisi Stopajı Desteği	80
2.3.1.3. Gümrük Vergisi Muafiyeti.....	80
2.3.1.4. KDV İadesi ve İstisnası.....	81
2.3.1.5. Vergi İndirimleri	82
2.3.1.6. Yatırım Yeri Tahsis.....	83
2.3.1.7. Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği.....	84

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	
YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİNİN ENERJİ İTHALATINA	
ETKİLERİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR UYGULAMA	
3.1.	LİTERATÜR 85
3.2.	VERİ SETİ VE MODEL 89
3.3.	EKONOMETRİK YÖNTEM 90
3.4.	ANALİZ SONUÇLARI 91
3.4.1.	ADF Birim Kök Test Sonuçları 92
3.4.2.	Philips Perron (PP) Birim Kök Test Sonuçları 93
3.4.3.	ARDL Eş Bütünleşme Testi 94
3.4.4.	Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi 96
3.4.5.	ARDL Sınır Testi 97
3.4.6.	Uzun Dönem Tahminleri 99
3.4.7.	Hata Düzeltme Modeli 100
3.5.	İKTİSADİ YORUM 101
SONUÇ VE ÖNERİLER 103	
KAYNAKÇA 109	

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Enerjinin Sınıflandırılması	6
Tablo 1.2. 2005-2015 Yılları Arasında Tespit Edilen Rezervler	13
Tablo 1.3. 2011 Sonu İtibariyle Görünür Rezerv	14
Tablo 1.4. 2015 Yılı Ülkelere Göre Türkiye'nin Petrol İthalat Miktarları (Ton).....	17
Tablo 1.5. İspatlanmış Doğalgaz Rezervlerinin Bölgesel Dağılımı	19
Tablo 1.6. Milyar M ³ Türünden Ülkelere Göre Doğalgaz Tüketim Miktarları.....	21
Tablo 1.7. Ülkelere Göre İşletilen Ve İnşaat Halindeki Nükleer Reaktör Sayısı (1 Ocak 2017 İtibariyle)	26
Tablo 1.8. Planlanan Ve Önerilen Nükleer Güç Reaktörleri	29
Tablo 1.9. Hidroelektrik Tüketim Değerleri (Milyon Ton Petrol Türünden).....	32
Tablo 1.10. Türkiye'deki İnşaat Halindeki Santraller (Ocak-2017 İtibariyle).....	34
Tablo 1.11. 2015 Yılı İtibariyle Türkiye'nin Yerli Kaynak Potansiyeli	35
Tablo 1.12. 2016 Yılı Sonu Türkiye Elektrik Üretiminin Kaynaklara Dağılımı.....	36
Tablo 1.13. 2016 Yılı Faturalanan Tüketime Kullanım Alanına Göre Dağılımı	37
Tablo 1.14. Ülkelerin Rüzgâr Türbin Güç Kapasitesindeki Değişim	38
Tablo 1.15. 2014 Rüzgâr Enerji Santrallerinin Kurulu Güç (Mw) Bakımından Bölgelere Göre Dağılımı (Temmuz 2014 İtibariyle)	42
Tablo 1.16. Fotovoltaik Ve Yoğunlaştırılmış Güneş Enerji Kapasitesinde En Yüksek On Ülke (2015 Sonu İtibariyle)	45
Tablo 1.17. Güneş Kolektörü Kapasitesi En Yüksek Olan 18 Ülke	46
(2014 Sonu İtibariyle)	46
Tablo 1.18. Türkiye'de Bölgelere Göre Güneş Enerjisi Potansiyeli	48
Tablo 1.19. Türkiye'nin Elektrik Enerjisi Üretiminin Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı (2016, Yüzde)	54
Tablo 1.20. 2015 Yılı Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynakları Dağılımı	61
Tablo 2.1. 6094 Sayılı Kanun 11 Sayılı Cetvel	74
Tablo 2.2. Vergi İndirimi Oranları	83
Tablo 3.1. Literatür Özeti	88
Tablo 3.2. Çalışmada Kullanılan Değişkenler.....	90

Tablo 3.3. Adf Birim Kök Test Sonuçları	93
Tablo 3.4. Phillips-Perron Birim Kök Test Sonuçları	94
Tablo 3.5. Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi	97
Tablo 3.6. Sınır Testi Sonuçları.....	98
Tablo 3.7. Uzun Dönem Tahmin Sonuçları.....	99
Tablo 3.8. Hata Düzeltme Modeli	100



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Dünya Nükleer Güç Dağılımı Oranları	28
Şekil 1.2. Biyolojik Kökenli Yakıtlar	56



KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Çev	: Çeviren
Ed	: Editör
EKK	: En Küçük Kareler Yöntemi
EVDS	: Elektronik Veri Dağıtım Sistemi
İİE	: Devlet İstatistik Enstitüsü
GINI	: Gini katsayısı
GSMH	: Gayrı Safi Milli Hâsıla
GSYH	: Gayrı Safi Yurtiçi Hâsıla
Haz	: Hazırlayan
İMKB	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
KDV	: Katma Değer Vergisi
OPEC	: Organization of the Petroleum Exporting Countries (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü)
ÖTV	: Özel Tüketim Vergisi
TDK	: Türk Dil Kurumu
TOJDAC	: The Turkish Online Journal of Design Art and Communication (Online Türk Tasarım Sanatı ve İletişim Dergisi)
TÜFE	: Tüketici fiyat endeksi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UNDP	: United Nations Development Programme (Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı)

GİRİŞ

Küreselleşen dünyada sürdürülebilir bir kalkınmanın en önemli girdilerinden biri olan enerji, hızla gelişen teknoloji ve artan nüfus ile birlikte her geçen gün önemini arttırmaktadır. Artan enerji talebinin büyük kısmı petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil kaynaklar tarafından karşılanmaktadır. Fosil kaynaklı enerji türlerinin dünya üzerinde heterojen dağılımı bu kaynaklar açısından yeterli potansiyele sahip olmayan ülkeleri kaynakça zengin olan ülkelere bağımlı hale getirmektedir. Dahası çevreye verdikleri zarar, maliyetlerinin yüksek oluşu ve sürekliliklerinin olmayışı yenilenebilir enerji kaynaklarına olan rağbeti arttırmaktadır. Fakat fosil kaynakların giderek tükeniyor olmasına karşın gün geçtikçe artan enerji talebi insanlığı kaynak çeşitlendirmesi arayışına yönlendirmektedir. Bu arayış neticesinde yenilenebilir enerji kaynaklarına ulaşılmış ve yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliği giderek arttırılmaktadır.

Türkiye her ne kadar coğrafi olarak dünyanın zengin fosil kaynaklarına sahip olan Ortadoğu, Asya ve Kafkasya bölgelerine yakın olsa da kendisi bu kaynaklar açısından yeterli değildir. Yeterli potansiyele sahip olmamakla birlikte enerjide dışa bağımlılığı %70 düzeylerinde olup bunun büyük bir kısmını oluşturan petrol ve doğalgaz %90'ın üzerinde ithal edilmektedir.

TCMB 2006-2016 dönemleri verilerine göre cari açığın yaklaşık %80'in üzerindeki kısmını enerji ithalatı oluşturmaktadır. Enerji gibi temel bir üretim girdisinin cari açıkta bu kadar büyük bir paya sahip olması iktisadi büyümeyi ciddi ölçüde sınırlandırmaktadır. Türkiye'nin GSYH'si arttıkça enerji bağımlılığı da doğal olarak artmaktadır. Türkiye'nin büyümesini bu düzeyde sınırlandıran enerji konusuna kalıcı çözüm arayışları yenilenebilir enerji kaynaklarını işaret etmektedir. Kalıcı çözümler üretilmediği takdirde cari açık azalmayacak ve enerjideki yüksek bağımlılık büyümeyi de sınırlandırmaya devam edecektir.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin yeni olması, alt yapısının olmayışı, piyasasının henüz şekillenmemiş olması bu alandaki yatırımların yavaş ilerleme gerekçeleri olarak görülmektedir. 1980'den sonra hükümetler yenilenebilir enerji piyasasının

oluşması ve ilgili alanlara yatırım çekebilmek için yasal zemin oluşturmaya çalışmıştır. İlgili yasal zeminin oluşturulması, tüketici ve üretici davranışlarının disipline edilmesi, temel iktisat politikası hedeflerine ulaşmada enerji sektörünün kontrol edilebilmesi gibi sorunlar enerji politikalarının üstlendiği rolün önemini ifade etmektedir. Arzu edilen hedeflere ulaşmak için enerji politikalarına lokomotif görevi yüklenmektedir.

Bu doğrultuda, enerji güvenliği, sürdürülebilirliği, verimliliği gibi temel çerçeveye birlikte tarife garantisi, vergi düzenlemeleri, sübvansiyonlar vb. enerji politikası araçları kullanılarak yenilenebilir enerji üretimi desteklenmektedir.

Yenilenebilir enerji ve enerji politikalarının Türkiye için taşıdığı önemden hareketle bu tez, enerji ithalatı ile yenilenebilir enerji üretimi ve kişi başına GSYH ilişkisini incelemeyi amaç edinmektedir.

Tez üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde enerji kaynaklarına temel anlamda değinilmiş olup Türkiye'nin bu kaynaklar açısından mevcut durumu kaleme alınmıştır. İkinci bölümde enerji politikası kavramlarına vurgu yapılmış ve Türkiye'nin enerji politikalarına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ise yenilenebilir enerji ithalatı ile yenilenebilir enerji üretimi ve kişi başına GSYH ilişkisi 1990-2015 dönemini kapsayan yıllık verilerden hareketle zaman serisi yöntemi ile test edilmiştir. Elde edilen bulgulardan hareketle Türkiye'nin enerji sorununa dair çözüm önerileri sunulmaktadır.

Yenilenebilir enerji alanında yapılan çalışmalar genellikle makroekonomik bir çerçevede enerji tüketimi ve büyüme ilişkisi, petrol ithalatı ve büyüme ilişkisi, petrol fiyatları ve büyüme-nüfus ilişkisi bağlamındadır. Literatürdeki çalışmalardan farklı olarak yenilenebilir enerji üretiminin enerji ithalatını hangi boyutlarda etkilediği ayrıca kişi başına GSYH ile enerji ithalatı ilişkisi, yüksek enerji bağımlılığının etkisinde nasıl şekillendiği incelenmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KAYNAKLARI

1.1. Enerjinin Tanımı

Eski Yunan dilinde “energeia” (iş) sözcüğünden türemiş olan enerji kelimesi, “iş yapabilme” veya “bir şey olmak” anlamlarına gelmektedir. İş yapma yeteneği ile madde ve cisimlerde değişme yapma imkânı sağlayabilmesinden dolayı günlük hayatta bir cismi hareket ettirmek, bir yerden başka bir yere taşımak, ısıtmak, aydınlatmak, iletişim kurabilmek, makinelerin çalışması gibi hayatın bütün aşamalarında enerjiye ihtiyaç duyulur.¹

Modern medeniyetin kurulumunda, insanın enerji formlarını öğrenmesinin katkısı büyük önem arz etmektedir. Daha rahat yaşama arayışının en temel yardımcısı enerjinin farklı formlarının keşfedilmesi olmuştur. Enerjinin farklı formlarda bulunabilmesi ve bu formlara dönüşüm esnasında yok olmayışı termodinamiğin enerjinin korunumu kanunu ile ifade edilmektedir. Bu kanun enerjinin yoktan var vardan da yok olmayacağı, ancak şekil değiştirebileceğini ortaya koymaktadır. Örneğin motorlu araçların sahip oldukları çeşitli aksamlar aracılığıyla termal enerji hareket enerjisine dönüşebilmekte, barajlarda kurulan türbinler sayesinde hareket enerjisi elektrik enerjisi formunu alabilmektedir. Bu dönüşümler sürecinde evrendeki enerji miktarının değişmemesi hayatın devamlılığı açısından büyük önem arz etmektedir.²

1.2. Enerji Kaynakları ve Sınıflandırılması

Temelde enerji kaynakları fosil ve yenilenebilir kaynaklar olarak sınıflandırılırken enerjinin zaman içindeki değerinin artması enerji kaynaklarının sınıflandırılmasında da farklılaştırmalar oluşturmıştır. Doğada enerjinin elde edildiği kaynaklar tükenebilen veya yenilenebilen olmalarına, direk veya dolaylı olarak üretilmelerine,

¹ Erich Übelacker, Çev: Ali Ulvi Erdoğan, **Enerji**, İzmir, TUDEM Yayın Grubu, 2005, s. 4.

² Levent Aydın, **Enerji Ekonomisi ve Politikaları**, Ankara, Seçkin Yayıncılık, 2014, s. 21

ticaretinin yapılıp yapılamayacağına, üretimi esnasında kullanılan yöntemlerin yeni veya eski olmasına göre farklı sınıflarda kategorize edilmektedir. Bu çalışmada birincil- ikincil enerji kaynakları ve yenilenebilir- yenilenemez enerji kaynakları olarak incelenmekte olup bununla beraber ticaretinin yapılıp yapılmayacağına ve konvansiyonelliklerine³ de değinilmektedir.

1.2.1. Birincil ve İkincil Enerji Kaynakları

Birincil enerji kaynakları herhangi bir yapısal değişim geçirmeden, ayrıştırma ve temizleme haricinde herhangi bir dönüşüme uğramadan tabiatta oluşan kaynaklardır. Güneş ışığı, doğal gaz, kömür, ham petrol ve rüzgâr birincil enerji kaynaklarına örnek gösterilmektedir.

İkincil enerji kaynakları doğal gaz, kömür, ham petrol gibi birincil enerji kaynaklarının belirli işlemlere tabi tutulması sonucu kullanıma hazır hale getirilen enerji kaynaklarıdır. Farklı yöntemler kullanılarak güneş enerjisinden, rüzgâr enerjisinden, akarsulardaki hareket enerjisinden elde edilen elektrik enerjisi ve ham petrolün ayrışmasıyla elde edilen akaryakıtların tamamı ikincil enerji kaynakları arasında sayılmaktadır.⁴

1.2.2. Konvansiyonel Olan ve Konvansiyonel Olmayan Enerji Kaynakları

Enerji kaynağından çeşitli yöntemler kullanılarak elde edilen enerji kadar kullanılan yöntem ve oluşan maliyet de ciddi önem arz etmektedir. Birincil enerji kaynaklarından enerjinin kullanılabilir hale getirilmesi için harcanan enerjinin maliyeti kullanılan ayrıştırma ve dönüşüm teknolojilerinin eski mi yeni mi olduğu verimlilik açısından üzerinde düşünülmesi gereken konulardandır. Yaygın olarak kullanılan ve günümüze kadar kullanılan teknolojiler ile elde edilen enerji kaynağı konvansiyonel enerji olarak adlandırılır. Akarsular, fosil yakıtlar, toryum ve uranyum gibi elementlerden elde edilen nükleer yakıtlar konvansiyonel enerji kaynakları

³ Gelenekselliği ifade eden bu kelime burada kullanılan teknolojinin yeni mi yoksa eski olduğunu tasnif için kullanılmıştır.

⁴ IEA, 2004

arasında yer almaktadır. Yeni kullanılmaya başlanan teknolojiler ile elde edilen enerjiler konvansiyonel olmayan enerjiler olarak tanımlanmaktadır. Güneş enerjisi, dalga, kaya petrolü ve kaya gazı konvansiyonel olmayan enerji kaynaklarına örnek verilmektedir.

Kullanılan teknolojinin sürekli değişmesinden dolayı enerji kaynaklarını bu perspektifle net bir sınıflandırmaya tabi tutulmak oldukça güçtür.⁵

1.2.3. Ticari Olan ve Ticari Olmayan Enerji

Üretim süreci boyunca yüksek sermaye gerektiren yerelde ve uluslararası piyasası olan, alınıp satılabilen enerji kaynakları ticari enerji sınıfına dâhil olmaktadır. Bu sınıfa doğal gaz, kömür, petrol ve elektrik gibi kaynaklar örnek gösterilmektedir. Ticari enerji kaynaklarının aksine belirli bir piyasası ve piyasa değeri olmayan daha çok kırsal kesimde tüketilmekte olan, üretim sürecinde ilave bir maliyet gerektirmeyen enerji kaynaklarıdır. Tezek, yel değirmenleri ve su değirmenleri bu tür enerji sınıfına örnek gösterilebilecek en temel kaynak sayılmaktadır.

1.2.4. Yenilenebilir ve Yenilenemeyen (Fosil) Enerji

Doğadaki rezerv miktarı sınırlı olan ve mevcut stoklarının tükenme süresi tekrar oluşum sürecinden daha kısa süren enerji kaynakları yenilenemeyen enerji kaynakları olarak isimlendirilir. Zamanla hayvan ve bitki kalıntılarının uygun koşullardaki fiziksel etkileşimi ile oluşan kimyasal tepkimeler sonucu fosil kaynak meydana gelmektedir. Milyonlarca yıllık bekleyişin ardından bitki ve hayvan kalıntıları kömür, petrol ve doğal gaz gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarına dönüşmektedir.⁶

Özellikle güneşten dünyaya gelen radyasyonlardan oluşan güneş enerjisi, rüzgâr, dalga ve jeotermal gibi doğada sürekli bir döngü içerisinde bulunan enerji kaynaklarına yenilenebilir enerji kaynağı denilmektedir. Yenilenemeyen enerji

⁵ Aydın, **a.g.e**, s.26

⁶ Bent Sorensen, "Renewable Energy: Physics, Engineering, Environmental Impacts." **Economics & Planning, Academic Press**, 2010, s.3

kaynaklarına nazaran daha fazla çevreci olan yenilenebilir enerji kaynakları çevreye zehirli gazlar ve tehlikeli atıklar salmamaktadır.⁷

Fosil yakıt rezervlerinin her geçen gün azalması ve çevreye vermiş oldukları zararlardan ötürü yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talep giderek artmaktadır. Temelde enerji kaynakları fosil ve yenilenebilir kaynaklar olarak sınıflandırılmakla birlikte bu çalışmada konvansiyonellik ve ticari olup olmadıklarına göre sınıflandırmış enerji kaynakları Tablo 1.1’de sunulmaktadır.

Tablo 1.1. Enerjinin Sınıflandırılması

		Yenilenebilirlik	
		Yenilenebilir	Yenilenemez
Konvansiyonellik	Ticari	-Büyük hidroelektrik -Jeotermal -Nükleer	-Fosil yakıtlar
	Konvansiyonel / Ticari olmayan	-Hayvan artıkları -Bitki kalıntıları -Yel ve su değirmenleri -Odun (sürdürülebilir)	-Odun (sürdürülemez)
	Yeni ve Yenilikçi	-Güneş -Küçük hidro santral -Dalga	-Kaya petrolü -Kaya gazı -Kaya kömürü

Kaynak: Levent Aydın, **Enerji Ekonomisi ve Politikaları**, Ankara, Seçkin Yayıncılık, 2014, s. 27.

Enerjinin kaynakları açısından sınıflandırılması akabinde bu kaynakların kullanım alanının da sınıflandırılmasını gerektirmektedir. Kullanım alanlarına göre enerji Ulaşım, Endüstri, Konut, Ticari ve diğerleri olmak üzere dört ana başlıkta toplanmaktadır. Bu sektörler arasında en büyük tüketim oranı imalat, madencilik, tarım ve inşaat alanları için kullanılan donanım ve tesisleri kapsayan endüstriyel

⁷ Öztürk, a.g.e, s.3.

tüketimdir. Hemen akabinde insan ve meta taşımacılığında kullanılan motosiklet, otomobil, otobüs, kamyon, tekne, gemi, tramvay, metro ve tren gibi araçlardan oluşan ulaşım sektörü ikinci büyük tüketim alanı olarak bilinmektedir. Yine önemli tüketim oranları ile insanların barınma ihtiyacını gidermek için kullanılan konut sektörü dünya geneli üçüncü büyük enerji tüketim alanını oluşturmaktadır. İş yeri, alışveriş merkezi, hastane, ibadethane, okul, otel ve restoran gibi binalarda tüketilen enerji ticari sektör tüketimi olarak son sırada yer almaktadır.

Ülkelerin yapılarına bağlı olarak sektörel enerji tüketim oranları değişiklik göstermektedir. Dünya geneli 2011 yılı verileri baz alındığında enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı; %30,5 düzeylerinde seyreden Endüstriyel tüketim ilk sırada yer alırken %27,1 ile Ulaşım sektörü ikinci, %21,6 ile Konut sektörü üçüncü, %18,0 ile Ticari tüketim dördüncü ve son olarak %2,8 ile diğer tüketimler yer almaktadır.⁸

Ülkelerin enerji kaynaklarını, bu kaynakların rezerv oranını ve potansiyelinin bilinmesi enerji politikalarını belirlemede büyük önem arz etmektedir. Bu doğrultuda rezerv oranlarının tespit edilmesi ve en verimli kullanım alanlarının tespisi belirlenecek enerji politikalarının uygulanabilirliğinin ve sürdürülebilirliğinin temel esaslarından biridir.

Türkiye’de mevcut kaynakların miktarı ve türü ülkenin ekonomik yapısını ve gelişebilirliğini belirlemede önemli bir kısıttır. Bu sebeple enerji kaynakları başlığında mevcut rezervler, kullanılabilirlikleri ve dışa bağımlılık miktarları her bir enerji kaynağının başlığı altında incelenmiştir.

1.2.4.1. Fosil (Tükenebilir) Enerji Kaynakları

Bitki ve hayvan kalıntılarının milyonlarca yıl yerin farklı katmanlarında birikmesi ve bu uzun süreçte gerçekleşen kimyasal dönüşüm sonucu oluşan fosil kaynaklar, kömür, petrol ve doğalgaz olmak üzere üç farklı enerji kaynağı olarak enerji çeşitleri arasında en çok kullanılan kaynaklar olarak sınıflandırılmaktadır.⁹

⁸ Aydın, **a.g.e.**, s.27

⁹ Sorensen, **a.g.e.**, s.3

1.2.4.1.1. Kömür

Yenilenemeyen enerji kaynaklarından biri olan kömür, milyonlarca yıl kil tabakaları ve su ile örtülü bataklık altındaki ölü bitki katmanlarının ısı ve üst katmanların baskısı ile bir enerji kaynağına dönüşmektedir. Çoğunlukla hidrokarbon ve karbonlardan oluşan kömür, siyah ve siyah-kahve renk tonlarında tortulu ve yanıcı bir kayadır.¹⁰

Modern sanayinin gelişim devresi kömürün asıl önemini ortaya çıkaran bir dönemdir. Üretimin küçük atölyelerden büyük sanayi tipine dönüşümü sürecinde kömür, ısı kaynağı, mekanik güç kaynağı ve hammadde olarak fonksiyonel işlevler üstlenmiştir. Enerji kaynağı olarak kömürün kullanıldığı yüksek ısılı fırınlarda demir cevherinin eritilerek dökme demir elde edilmesi ve sonrasında dökme demirden çelik yapımı sanayinin gelişimi açısından kömürün üstlendiği hayati rolü bizlere göstermektedir. Bir güç kaynağı olarak kömüre olan talebin artmasındaki en önemli neden 18. ve 19. yüzyıllarda yaygın şekilde kullanılan buharlı motorlarla çalışan gemiler ve lokomotiflerin sayısının artmasıdır. Her ne kadar kömür bugün çoğunlukla büyük merkezi güç istasyonlarında elektrik üretmek amacıyla kullanılsa da tarihsel olarak ısı, mekanik güç ve hammadde olmak üzere geniş çaplı kullanım işlevi görmüştür.¹¹

Kömür rezervleri diğer fosil yakıtlara kıyasla dünyanın belirli bir yerinde değil tüm dünyada yaygın olarak bulunsa da zamanla doğalgaz, petrol, nükleer ve diğer enerji türlerinin artması, ekonomik olması ve kullanım kolaylığı anlaşıldıkça kömür etkinliğini yitirmeye başlamıştır.

Enerji kaynakları arasında rezerv oranı en yüksek olan ve diğer kaynaklara göre yeryüzüne daha homojen yayılmış olan kömür, en fazla kullanılan enerji kaynağıdır. Rezerv oranlarına bakıldığında gelecekte de stratejik önemini koruyacağı anlaşılmaktadır. UEA'nın yayınlamış olduğu 2014 yılı verilerine göre, yaklaşık 968 milyar ton kömür rezervi olduğu varsayılmaktadır. Bu rezervin ülkelere göre dağılımına bakıldığında ABD, Rusya ve Çin 539 milyar ton ile bütün rezervin

¹⁰ A.e, s.47

¹¹ İsmet Akova, **Enerji Kullanımındaki Değişim**, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, 2016, s.33

%55,7'sine sahiptir. Bu ülkeler arasında Çin, 3,8 milyar ton ile dünyadaki kömür üretiminin %46,7'sini tek başına üretmektedir. Çin'den sonra 916,2 milyon ton ile ABD ikinci sıra, 668,4 milyon ton ile Avustralya üçüncü sıra ve 491,2 milyon ton üretim ile Hindistan dördüncü sırada gelmektedir.¹²

Gelişmekte olan ülkelerin kömür üretimindeki artış gelişmiş ülkelere nazaran çok daha yüksek performans göstermektedir. Endonezya 2000-2014 yılları arasında %495 ile en yüksek üretim artışını sağlamıştır. Endonezya, 2000 yılında yaklaşık 80 milyon ton olan kömür üretimini 2014 yılında 471 milyon tona ulaştırmıştır. Yine belirtilen dönemde; Vietnam %208, Çin %177, Kolombiya %132 ve Hindistan %99 düzeyinde kömür üretimini arttırmıştır. Diğer yandan kömürün çevreye verdiği zararı göz önünde bulunduran ABD, Almanya, Çek Cumhuriyeti, Kanada, İngiltere, İspanya, Polonya ve Yunanistan gibi ülkelerin üretim düzeyinde küçümsenmeyecek düşüşler yaşanmıştır.¹³

Dünya geneli üretilen kömürün tüketim alanlarına göre sınıflandırılması incelendiğinde %69'unun elektrik enerjisi üretiminde ve ticari ısı elde etmekte kullanıldığı görülmektedir. %13'ünün demir-çelik sektöründe, %15'inin diğer sanayi alanlarında ve kalan %3'ün de ısınma maksatlı tüketildiği kaydedilmektedir.¹⁴

Elektrik üretiminde kullanılan en yaygın enerji kaynağı kömürdür. Elektrik enerjisi üretiminde kömürün en yüksek oranda kullanılan kaynak olma niteliği, tahmin edilebilir bir geleceğe kadar değişmeyeceği öngörülmektedir. Yıllık dünya elektrik üretimindeki kömür payı incelendiğinde, 1990 yılı toplam elektrik üretiminin %37,4'ü kömürden sağlanırken 2013 yılı itibariyle %41,2'ye ulaşmıştır. UEA tahminlerine göre, mevcut politikalar ciddi değişikliğe uğramadığı müddetçe kömürün elektrik üretimindeki payı 2040 yılında bile aynı seyirde olacaktır.

¹² Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Strateji Geliştirme Başkanlığı, **Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü**, 2016, sayı 14, s.13 (Çevrimiçi) <https://docplayer.biz.tr/34766912-Dunya-ve-ulkemiz-enerji-ve-tabii-kaynaklar-gorunumu.html> ,

¹³ IEA 2015f,s.III.5-III.6

¹⁴ IEA2015f, s.III.68

Yenilenebilir enerji yatırımlarının tamamlanmış olması durumunda bile diğer kaynakların kömüre yetişemeyeceği belirtilmektedir.¹⁵

Son otuz yılda dünya kömür tüketimi, 1,8 kat artarak 2014 yılında 7.923 milyon ton düzeylerine ulaşmıştır. Bununla birlikte, kömür tüketimi 2014 yılında 2013 yılı kıyasla %0,9 oranında düşmüştür. 2000 yılı sonrasında kömür tüketimindeki küresel artışın çok büyük kısmı Çin'deki talep artışından kaynaklanmaktadır. 2000-2014 döneminde Çin'in kömür tüketimi %192 oranında artmıştır. Endonezya aynı dönemde %172, Hindistan %154, Kazakistan %97 ve Güney Kore ise %85 düzeyinde kömür tüketimlerini arttırmışlardır.

Aynı zaman diliminde bazı gelişmiş ülkelerin kömür tüketim miktarlarında ciddi düşüşler gözlemlenmiştir. Örneğin, Rusya %13, ABD %14, Ukrayna %15, Kanada %33 ve İspanya %51 oranında tüketimlerini azaltmışlardır.¹⁶

Kömürün, Çin için diğer ülkelere göre daha önemli bir değerinin olduğu, toplam elektrik üretiminin büyük bir kısmı (%73) ve birincil enerji üretiminin de yine yarısından fazlasını (%67) kömürden sağlaması güçlü bir şekilde kanıtlamaktadır.¹⁷

Çin, 2014 yılında dünya kömür tüketiminin yaklaşık yarısına tekabül eden 3.909 milyon ton kömürü tek başına kullanmıştır. Aynı yıl Hindistan ikinciliği ABD'den devralmıştır. Hindistan (%11,4) ve ABD (%10,5) yaklaşık oranlarda tüketim düzeylerine sahip büyük tüketicilerden sayılmaktadırlar. Almanya (%3), Rusya (%2,5), Japonya (%2,4), Güney Afrika Cumhuriyeti (%2,2), Polonya (%1,7), Güney Kore (%1,7) ve Avustralya (%1,5) %3'ün altında tüketim düzeylerine sahiptirler. Bu ilk on ülke dünya kömür tüketiminin %86'sını teşkil etmektedir. Türkiye, 2014 yılında 97,2 milyon ton kömür tüketerek dünya tüketiminde %1,2'lik pay ile 11. sırada yer almaktadır.¹⁸

¹⁵ IEA 2015d, s.586-587

¹⁶ IEA 2015f, s.III.19-III.21

¹⁷ Yüksel Bayraktar, H. İbrahim Kaya ve Furkan Yıldız, "Yenilenebilir Enerjinin Yükselen Yıldızı: Çin", ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies), No:3, 2017

¹⁸ IEA 2015f, s.III.19-III.21

IMF'nin 2019 yılı verilerine göre Türkiye 82 milyonu aşan nüfusu, 849 milyar USD dolaylarındaki gayri safi yurtiçi hâsılası ile dünya ekonomik büyüklükleri arasında 17. sırada yer almaktadır.¹⁹ Türkiye bu gelişimini sürdürebilmesi ve daha müreffeh bir toplum oluşturması için gerek iç gerekse dış enerji parametrelerini çok iyi değerlendirmesi gerekiyor. Öncelikle Türkiye sınırları içindeki enerji kaynaklarının tamamını en verimli şekilde kullanması ve bununla birlikte eksik kalan ihtiyaç için en uygun kaynağın bulması aşamasına geçilmelidir

Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin yıllık artış oranı son on yılda ortalama, %3,6 iken son yirmi yılda bu oran %3,8 düzeyinde seyretmektedir. 2014 yılı birincil enerji arzı 2013 yılına nazaran %3 artmış ve 124 mtep olmuştur. Kaynaklara göre dağılımda doğalgaz 40,2 mtep ile bu arzda ilk sırayı almaktadır. Doğal gazın hemen akabinde; 36,1 mtep ile kömür ikinci sırada, 35,4 mtep ile petrol koku ve petrol üçüncü sıradadır. Jeotermal, güneş ve rüzgâr benzeri ikincil enerji kaynakları, 5,6 mtep ile dördüncü sıra, hidrolik 3,5 mtep ile beşinci sıra ve son sırada 3,2 mtep ile bitki ve hayvan artıkları yer almaktadır.²⁰

2014 yılı verilerine göre yerli kömür arzı; 0,4 mtep asfaltit, 1,1 mtep taşkömürü ve 15,3 mtep linyit olmak üzere toplam 16,8 mtep ten oluşmaktadır. Toplamda 19,4 mtep düzeyinde olan ithal kömür arzının çok büyük bir kısmını taşkömürü ve kalan azınlığını da kok oluşturmaktadır. 2014 yılındaki kömür arzı ise yaklaşık %15 yerli ve %13 ithal olmak üzere artış göstermiştir.

Kaynaklara göre birincil enerji arzı yıllar içerisinde ciddi değişiklikler göstermiştir. 1971 yılında birincil enerji arzının; %23,5 yerli kömür, %29 hayvan ve bitki artıkları ve %46,5'si petrolden oluşmaktadır. 2014 yılı verilerine bakıldığında ise %32,4 ile doğal gaz en büyük paya sahip iken, %28,5 ile petrol ve petrol koku ikinci sırada gelmektedir. Yerli kömür %13,5'lere gerilerken, hayvan ve bitki artıkları ise %2,6 düzeyine düşmüştür. İthal kömüre bakıldığında ise %15,6 seviyesine yükseldiği gözlemlenmektedir.

¹⁹ <https://www.imf.org/en/Countries/TUR> (Çevrimiçi), 6 Haziran 2019

²⁰ ETKB/EİGM (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı/Enerji İşleri Genel Müdürlüğü), 2016b, **2014 Yılı Genel Enerji Dengesi**, (Çevrimiçi), <http://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tabloları/Denge-Tabloları>, Erişim tarihi: 15 Ocak 2018.

2015 yılı sonu itibariyle Türkiye'nin toplam birincil enerji tüketiminde kömür, %27,3'lük bir paya sahiptir. Bu oran 126,9 mtep'e eşdeğerdir. 2016 sonu itibariyle Türkiye'nin kömür bazlı kurulu santral gücü 17.316 MW olup toplam kurulu gücün %22,1'ini oluşturmaktadır. İthal kömüre dayalı kurulu güç 7.879 MW (%10) ve yerli kömür kaynaklı kurulu gücü ise 9.437 MW (%12,1) şeklindedir.

2015 sonu itibariyle Türkiye'nin kömüre dayalı kurulu santral gücü 15.493MW seviyesine yükselmekle toplam kurulu gücün %21,2'sini teşkil etmektedir.²¹ Toplam kurulu güç kapasitesinin %8,3'üne tekabül eden 6.064 MW ithal kömürden ve yaklaşık %13'üne karşılık gelen 9.428 MW ise yerli kömürden elde edilmektedir. 2015 yılında yaklaşık 74 TWh elektrik kömür kaynaklı santrallerden elde edilmiş olup toplam üretimin %28,5'ine tekabül etmektedir.²² Bunun 34,3 TWh'si yerli kömürden (asfaltit dâhil) üretilmiştir. Böylece 2015 yılında yerli kömürün toplam elektrik üretimi içindeki payı yaklaşık %13 düzeyinde seyretmiştir. 39,6 TWh ile ithal kömür elektrik üretiminde %15,3'lük paya sahiptir.²³

2005 yılından itibaren Türkiye'de uygulanan enerji politikaları incelendiğinde, enerji üretiminde yerli kaynaklara daha fazla odaklanılarak dışa bağımlılığın azaltılması hedeflendiği gözlemlenmektedir. Bu meyanda nüfus artışı ve sanayileşmede gözlemlenen artış enerji talebini de arttırmıştır. Artan talebi karşılamak için yeni kömür madenlerinin araştırılması ve mevcut madenlerin büyütülmesi çalışmaları hızlandırılmıştır. Hızlandırılan bu araştırmaların neticesinde 8,3 milyar ton düzeyindeki mevcut rezerve ilaveten 2015 yılı başı itibarı ile yaklaşık 7,4 milyar ton yeni linyit rezervine ulaşılmıştır. 2005-2015 yılları arasında tespit edilen rezervler Tablo 1.2'de verilmiştir.

²¹ TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi). 2016a, "Türkiye Elektrik Enerjisi - Kuruluş ve Yakıt Cinslerine Göre Kurulu Güç", (Çevrimiçi), <http://www.teias.gov.tr/>, Erişim tarihi: 20 Ocak 2017

²² TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi). 2016b, **Türkiye Elektrik Üretimi Günlük Rapor – 31 Aralık 2015**, (Çevrimiçi), <http://www.teias.gov.tr/>, Erişim tarihi: 20 Ocak 2017.

²³ TKİ (Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu), **2015 Kömür (Linyit) Sektör Raporu**, s.35

Kömüre dayalı santrallerde 2016 yılında toplam 92,3TWh elektrik çıktısı sağlanmış ve bu oranın toplam elektrik çıktısı içindeki payı yaklaşık %34 düzeyinde seyretmiştir²⁴

Tablo 1.2. 2005-2015 Yılları Arasında Tespit Edilen Rezervler

Türkiye Linyit Rezerv Bölgeleri	Rezerv (Milyar ton)
Karapınar-Ayrancı	1,832
Çerkezköy	0,495
Elbistan	0,515
Malatya-Yazıhan	0,017
Eskişehir-Alpu	1,453
Afyon-Dinar	0,9415
Vize-Pınarhisar	0,140
Konya-İlgin-Merkez	0,0305
Amasya-Merzifon	0,0092
Isparta-Şarkikaraağaç	0,3067
Denizli-Çardak	0,0442
Denizli-Çivril	0,0075
EÜAŞ - Elbistan Sahası	1,3
TKİ - Soma Sahası	0,205
EÜAŞ – Çayırhan Sahası	0,0833
TOPLAM	7,38

Kaynak: ETKB, (Çevrimiçi), <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur>, 5 Mart 2017

Linyit: Uluslararası literatürde, “kahverengi kömür” terimi, 5.700 kcal/kg altındaki tüm kömür türleri (alt bitümlü ve linyit) için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, ilgili terimin Türkiye’de yaygın kullanılmaması nedeniyle, bu çalışmada linyit kelimesi, kahverengi kömür ile 4.165 kcal/kg altındaki alt ısıl değere haiz linyitler ile beraber

²⁴ <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur> , 5 Mart 2017

4.165 kcal/kg-5.700 kcal/kg arasındaki alt bitümlü kömürleri de içine alacak şekilde kullanılmıştır.²⁵

Tablo 1.3. 2011 Sonu İtibariyle Görünür Rezerv

Milyon Ton	Antr asit ve Bitüm lülü	Alt bitümlü ve Linyit	Topl am	Toplama % Oranı	R/P (Rezerv / Üretim) oranı
Amerika	108501	128794	237295	27,6%	239
Kanada	3474	3108	6582	0,8%	97
Meksika	860	351	1211	0,1%	77
Kuzey Amerika Toplamı	112835	132253	245088	28,5%	228
Brezilya	-	4559	4559	0,5%	*
Kolombiya	6366	380	6746	0,8%	79
Venezüella	479	-	479	0,1%	55
Diğer Güney ve Merkez Amerika	45	679	724	0,1%	*
Güney ve Merkez Amerika Toplamı	6890	5618	12508	1,5%	124
Bulgaristan	2	2364	2366	0,3%	64
Çek Cumhuriyeti	192	908	1100	0,1%	19
Almanya	99	40600	40699	4,7%	216
Yunanistan	-	3020	3020	0,4%	53
Macaristan	13	1647	1660	0,2%	174
Kazakistan	21500	12100	33600	3,9%	290
Polonya	4338	1371	5709	0,7%	41
Romanya	10	281	291	□	8
Rusya Federasyonu	49088	107922	157010	18,2%	471
İspanya	200	330	530	0,1%	81
Türkiye	529	1814	2343	0,3%	30
Ukrayna	15351	18522	33873	3,9%	390
İngiltere	228	-	228	□	12
Diğer Avrupa ve Avrasya	1440	20735	22175	2,6%	238
Avrupa ve Avrasya Toplamı	92990	211614	304604	35,4%	242
Güney Afrika	30156	-	30156	3,5%	118
Zimbabve	502	-	502	0,1%	202
Diğer Afrika Ülkeleri	860	174	1034	0,1%	*
Ortadoğu	1203	-	1203	0,1%	*

²⁵ TKİ (Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu), 2015 Kömür (Linyit) Sektör Raporu,

Ortadoğu ve Afrika Toplamı	32721	174	32895	3,8%	126
Avustralya	37100	39300	76400	8,9%	184
Çin	62200	52300	114500	13,3%	33
Hindistan	56100	4500	60600	7,0%	103
Endonezya	1520	4009	5529	0,6%	17
Japonya	340	10	350	□	275
Yeni Zelanda	33	538	571	0,1%	115
Kuzey Kore	300	300	600	0,1%	19
Pakistan	-	2070	2070	0,2%	*
Güney Kore	-	126	126	□	60
Tayland	-	1239	1239	0,1%	58
Vietnam	150	-	150	□	3
Diğer Asya Pasifik Ülkeleri	1583	2125	3708	0,4%	88
Asya Pasifik Toplam	159326	106517	265843	30,9%	53
Dünya Toplam	404762	456176	860938	100,0%	112

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, Source of reserves data, Survey of Energy Resources, World Energy Council, June 2015, s.30

1.2.4.1.2. Petrol

Latince kaya için kullanılan “rock” ve yağ için kullanılan “oleum” sözcüklerinden türetilmiş olan petrol kelimesi, kayada bulunan yağ olarak da tanımlanabilmektedir. Petrol terimi genel anlamda, yer kürede bulunan çok sayıda likit ve gaz hidrokarbonları belirtmek için kullanılmaktadır. Rafine edilmiş ürünlerden ayırt edilebilmesi için genellikle gaz petrol için doğalgaz, sıvı petrol için ise ham petrol terimi kullanılmaktadır.²⁶

Petrolün insanlar tarafından kullanılmaya başlanması M.Ö. dönemlere kadar uzanmaktadır. 18.yüzyılın ortalarına kadar mumyalama, savaşta ateş topu, gemi yapımında, tıpta ilaç gibi pek çok farklı amaçlar için kullanılmaktaydı. Petrolün ticarete konu olması, işlenmesi ve kullanım alanının artması 18.yüzyılın ortalarından

²⁶ Francis A. Giuliano, **Introduction to Oil and Gas Technology**, New Jersey, Prentice Hall, 1989, s.27

sonra olmuştur. Dünya’da ilk petrol kuyusu 1859 yılında Amerika’nın Rouseville şehrinde Albay Edwin Drake tarafından bulunmuştur.²⁷

Türkiye’de ise ilk kez 1945 yılında Batman şehrinin Raman dağında petrol bulunmuş olmakla birlikte ABD’ye göre yaklaşık bir asır geç kalınmıştır.²⁸ 18.yy’da Sanayi Devrimi ile birlikte birçok sosyal ve ekonomik değişiklikler olduğu gibi 1878 yılında yapılmış olan içten yanmalı motorlar ile otomotiv sektörünün günümüze kadar gelişmesi petrol enerjisinin kaderini baştan sonra değiştirmiştir. Evlerde ısınma amaçlı, yağ amaçlı kullanılan petrolün temel kullanım alanı dönüşüme uğrayıp benzin, mazot ve LPG gibi yakıtlar halinde araçlarda kullanılmıştır. Yirminci yüzyılda taşımacılık faaliyetleri ve küreselleşen Dünya’da özellikle seri otomobil üretimi ve artan taleple birlikte petrolün önemi gittikçe artmaktadır.

Dünya üzerinde tüketilen toplam enerjinin %40’ı petrolden karşılanmaktadır. 1973 yılında tüketilen toplam enerjinin %48 petrol kaynaklı iken 1980’lerin başında zirveye çıkarak yaklaşık %50’sini teşkil etmektedir.²⁹

2014 yılı dünya geneli petrol üretimi 88,7 milyon v/g olarak tespit edilmiş olup 2015 yılında yaklaşık %2,8 artarak 91,2 milyon v/g değerine ulaşmıştır. Orta Doğu bu üretimin %30’luk kısmı gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte Kuzey Amerika’nın 19,4 milyon v/g üretim miktarı ile Avrasya ve Avrupa’da üretilen 17,3 milyon v/g miktarı geride bırakması dikkati çeken önemli bir husustur.³⁰

Türkiye de 2015 yılında, yaklaşık olarak günlük 51 bin v/g ham petrol üretilmiş olup; buna mukabil 796 bin v/g ham petrol tüketilmiştir. Ham petrol ithalatı 503 bin v/g seviyesinde iken, işlenmiş ürün ithalatı ise 242 bin v/g civarında gerçekleşmiştir. 2014 yılına kıyasla, tüketilen ham petrol miktarı ve ham petrol ithalatı artış

²⁷ Cevat Eyüp Taşman, “Salt domes of Central Anatolia”, **Maden Tetkik ve Arama Dergisi** 9, 1937, s. 45-47.

²⁸ Nejat Tamzok, “Küresel politikalar ve Türkiye madencilik sektörü”, **Liberal Reformlar ve Devlet Sempozyumu**, KİGEM, Ankara, 2003, s.18-19.

²⁹ Aydın, **a.g.e**, s.80

³⁰ EPDK, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, **Petrol Piyasası 2015 Yılı Sektör Raporu**, (Çevrimiçi), <http://www.epdk.org.tr/TR/Dokuman/6760>, 15 Ocak 2017, s.6

kaydederken işlenmiş ürün ithalatı düşüş göstermektedir. Yerli ham petrolün 2015 yılı üretiminin tüketime oranı, %6,4 düzeyinde seyretmiştir.³¹

Türkiye'nin 2015 yılı petrol ithalatının kaynak ülkelere göre dağılımı, 2014 yılına oranla ciddi değişiklik sergilemiştir. Konu ithalatın 2014 yılında %90'lık kısmı yalnızca altı ülkeden sağlanmaktayken, kaynak ülke dengelerinin 2015 yılında değiştiği gözlemlenmektedir. İlk sırada %29'luk payla Irak, Rusya %18 ile ikinci, %14 ile İran, üçüncü sırada yer almıştır. 2014 yılıyla mukayese edildiğinde, Suudi Arabistan ve İran'dan tedarik edilen petrol oranında düştüğü, Hindistan ve Rusya'dan sağlanan petrol de ise önemli oranda yükselme olduğu gözlemlenmektedir. 2015 yılında petrol ithalatı yapılan kaynak ülkeler incelendiğinde, düşük düzeylerde petrol ithal edilen ülkelerin çeşitliliği, dikkatleri çeken önemli bir noktadır. Bu minvalde ithalat yapılan ülkeler Tablo 1.4'te verilmiştir.

Tablo 1.4. 2015 Yılı Ülkelere Göre Türkiye'nin Petrol İthalat Miktarları (Ton)

Ülkeler	İthal edilen toplam Petrol (Ton)	%
Irak	11.409.810	29,0
Rusya Federasyonu	7.026.314	18,0
İran	5.587.624	14,0
Hindistan	2.965.452	8,0
Suudi Arabistan	2.638.136	6,5
İsrail	1.876.807	4,5
İtalya	1.632.727	4,0
Yunanistan	1.395.598	3,5
Kolombiya	861.323	2,0
Diğer	7.209.659	10,5
Toplam	39.637.998	100

Kaynak: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, **Petrol Piyasası 2015 Yılı Sektör Raporu**, s.6

1.2.4.1.3. Doğalgaz

Doğalgaz çoğunlukla geçirgen ve gözenekli kayaların, derin yeraltı rezervuarında var olan basit hidrokarbon bileşenlerinin yanıcı gaz bileşenidir. Fosil yakıt sınıfında olan doğalgaz büyük ölçüde metan gazından oluşmaktadır. Kömür ve petrol ürünlerine

³¹ Türkiye Petrolleri, **Ham petrol ve Doğalgaz Sektör Raporu Mayıs 2016**, s.26

kıyasla doğalgaz, çevreyi en az kirleten fosil yakıt türü kabul görmektedir. Diğer fosil yakıtlar gibi doğal gaz da milyonlarca yıllık birikmiş bitki ve hayvan kalıntılarının tabakalar haline gelmiş olan organik maddeler basınca ve ısıya maruz kalarak minik kabarcıklı doğalgaza dönüşmüştür.³²

Türkiye'nin doğal gaz tüketiminde dışa bağımlılığı, diğer enerji kaynaklarından daha yüksek olup, doğal gaz talebinin %99,2'lik kısmı ithal edilmektedir. 2015 yılında Türkiye 48,8 milyar m³ doğal gaz tüketmiş ve bu tüketim miktarının %0,8'lik (399 milyon m³) kısmı yerel kaynaklardan sağlanmıştır. Tüketilen doğal gazın yaklaşık %50'si ise termik santrallerde elektrik üretmek amacıyla kullanılmıştır. Yine belirtilen yıl için doğal gaz ithal edilen ülkeler arasında %55'lik pay ile Rusya birinci sırada yer almaktadır. İran %16 ile ikinci sırada, Azerbaycan %13 ile üçüncü sırada ve nihai olarak Cezayir %8 ile dördüncü sırada gelmektedir.³³

BP'nin (British Petroleum) hazırlamış olduğu Haziran 2017 raporuna göre dünya doğal gaz rezervlerinde 1996'dan 2016'ya 1,5 kat artış olduğu gözlemlenmiştir. 1996 yılında 123,5 trilyon m³ olan rezervler 2016 yılında 186,6 trilyon m³'e yükselmiştir. Ülkelere göre rezervlerin dağılımı incelendiğinde, İran 33,5 trilyon m³ ile dünya toplam rezervinin %18'lik kısma sahip olarak birinci sırada gelmektedir. Rusya ikinci sırada 32,3 trilyon m³ rezerv miktarı ile %17,3'lük paya sahiptir. Katar ise 24,3 trilyon m³ rezervi ile %13'lük dilimi kapsayarak üçüncü büyük rezerv sırasını almıştır.

Doğalgaz rezervlerinin bölgelere dağılımında ise % 42,5 oranı ile Ortadoğu ilk sırada gelirken, Avrupa ve Avrasya toplamda % 30,4 ile ikinci sırada yer alıyor. Akabinde % 9,4 ile Asya Pasifik üçüncü sıra, % 7,6 Afrika dördüncü sıra, Kuzey Amerika % 6 ile beşinci sıra, son olarak Merkez ve Güney Amerika toplamı % 4,1 ile altıncı sırada gelmektedir. Doğal gaz ve petrol arasında dünyaya yayılım açısından bir kıyaslama yapmamız gerekirse doğalgazın dağılımının petrole kıyasla daha yaygın olduğu gözlemlenmektedir.

³² Aydın, a.g.e, s.119

³³ EPDK, Petrol Piyasası 2015 Yılı Sektör Raporu, s.28

Tablo 1.5. İspatlanmış Doğalgaz Rezervlerinin Bölgesel Dağılımı

	1996	2006	2016		
	TrilyonM ³	Trilyon M ³	TrilyonM ³	Toplam%	R/P Oranı
Amerika	4,7	6,0	8,7	4,7	11,6
Kanada	1,9	1,6	2,2	1,2	14,3
Meksika	1,8	0,4	0,2	0,1	5,2
Kuzey Amerika Toplam	8,5	8,0	11,1	6,0	11,7
Arjantin	0,6	0,4	0,4	0,2	9,2
Bolivya	0,1	0,7	0,3	0,2	14,2
Brezilya	0,2	0,3	0,4	0,2	15,8
Kolombiya	0,2	0,1	0,1	0,1	11,9
Peru	0,2	0,3	0,4	0,2	28,5
Trinidad ve Tobago	0,5	0,5	0,3	0,2	8,7
Venezüella	4,1	4,7	5,7	3,1	166,3
Diğer Güney Amerika ve Merkez Amerika	0,1	0,1	0,1	*	26,7
Güney Amerika ve Merkez Amerika Toplam	6,0	7,2	7,7	4,1	42,9
Azerbaycan	n/a	0,9	1,1	0,6	65,8
Danimarka	0,1	0,1	<	*	2,9
Almanya	0,2	0,1	<	*	5,3
İtalya	0,3	0,1	<	*	6,6
Kazakistan	n/a	1,3	1,0	0,5	48,3
Hollanda	1,6	1,2	0,7	0,4	17,4
Norveç	1,5	2,3	1,8	0,9	15,1
Polonya	0,1	0,1	0,1	*	23
Romanya	0,4	0,6	0,1	0,1	12,0
Rusya Federasyonu	30,9	31,2	32,3	17,3	55,7
Türkmenistan	n/a	2,3	17,5	9,4	261,7
Ukrayna	n/a	0,7	0,6	0,3	33,2
Birleşik Krallık	0,8	0,4	0,2	0,1	5,0
Özbekistan	n/a	1,2	1,1	0,6	17,3
Diğer Avrupa ve Avrasya	0,2	0,2	0,2	0,1	23,2
Avrupa ve Avrasya Toplam	39,8	42,8	56,7	30,4	56,3
Bahreyn	0,1	0,1	0,2	0,1	10,5
İran	23,0	26,9	33,5	18,0	165,5
Irak	3,4	3,2	3,7	2,0	>500
İsrail	<	<	0,2	0,1	16,8
Kuveyt	1,5	1,8	1,8	1,0	104,2
Umman	0,6	1,0	0,7	0,4	19,9
Katar	8,5	25,5	24,3	13,0	134,1
Suudi Arabistan	5,7	7,1	8,4	4,5	77,0
Suriye	0,2	0,3	0,3	0,2	79,1
Birleşik Arap Emirlikleri	5,8	6,4	6,1	3,3	98,5
Yemen	0,3	0,3	0,3	0,1	365,8
Diğer Ortadoğu Ülkeleri	<	<	<	*	52,6
Ortadoğu Toplam	49,2	72,6	79,4	42,5	124,5
Cezayir	3,7	4,5	4,5	2,4	49,3
Mısır	0,8	2,0	1,8	1,0	44,1
Libya	1,3	1,4	1,5	0,8	149,2
Nijerya	3,5	5,2	5,3	2,8	117,7

Diğer Afrika Ülkeleri	0,8	1,2	1,1	0,6	54,9
Afrika Toplamı	10,2	14,4	14,3	7,6	68,4
Avustralya	1,3	2,3	3,5	1,9	38,1
Bangladeş	0,3	0,4	0,2	0,1	7,5
Brunei	0,4	0,3	0,3	0,1	24,6
Çin	1,2	1,7	5,4	2,9	38,8
Hindistan	0,6	1,1	1,2	0,7	44,4
Endonezya	2,0	2,6	2,9	1,5	41,1
Malezya	2,4	2,5	1,2	0,6	15,8
Myanmar	0,3	0,5	1,2	0,6	63,0
Pakistan	0,6	0,8	0,5	0,2	10,9
Papua Yeni Gine	<	<	0,2	0,1	20,1
Tayland	0,2	0,3	0,2	0,1	5,4
Vietnam	0,2	0,2	0,6	0,3	57,6
Diğer Asya Pasifik	0,4	0,4	0,3	0,1	13,7
Asya Pasifik Toplamı	9,9	13,2	17,5	9,4	30,2
Dünya Toplamı	123,5	158,2	186,6	100	52,5

*: 500 yıldan fazla

<: 0.05'ten küçük

◆ %0.05'ten küçük

n/a: veri bulunamadı

Kaynak: <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> (Çevrimiçi), 7 Kasım 2017

Tablo 1.6. Milyar m³ türünden Ülkelere Göre Doğalgaz Tüketim Miktarları

	2006	2016	2016		
	Milyar M ³	Milyar M ³	Milyar M ³	Toplam %	R/P Oranı
Amerika	614,4	778,6	22,0		164
Kanada	96,9	99,9	2,8		
Meksika	66,6	89,5	2,5	34	
Kuzey Amerika Toplam	778,0	968,0	27,3		
Arjantin	41,8	49,6	1,4		
Brezilya	20,6	36,6	1,0	77	
Şili	7,2	4,5	0,1		
Kolombiya	7,0	10,6	0,3	51	
Ekvator	0,4	0,6	*		
Peru	1,8	7,9	0,2	338	
Trinidad ve Tobago	21,2	19,1	0,5		
Venezüella	31,5	35,6	1,0		
Diğer Güney Amerika ve Merkez Amerika	4,0	7,4	0,2		
Güney Amerika ve Merkez Amerika Toplam	135,5	171,9	4,9		
Avusturya	9,3	8,7	0,2		
Azerbaycan	9,1	10,4	0,3		
Beyaz Rusya	18,8	17,0	0,5		
Belçika	16,7	15,4	0,4		
Bulgaristan	3,2	3,0	0,1		
Çek Cumhuriyeti	8,4	7,8	0,2		
Danimarka	5,1	3,2	0,1		
Finlandiya	4,2	2,0	0,1		
Fransa	44,0	42,6	1,2		
Almanya	87,9	80,5	2,3		
Yunanistan	3,1	2,8	0,1		
Macaristan	12,7	8,9	0,3		
İrlanda	4,4	4,8	0,1		
İtalya	77,4	64,5	1,8		
Kazakistan	7,4	13,4	0,4		
Litvanya	2,7	2,0	0,1		
Hollanda	38,0	33,6	0,9		
Norveç	4,4	4,9	0,1		
Polonya	13,7	17,3	0,5		
Portekiz	4,1	5,2	0,1		
Romanya	15,9	10,6	0,3		
Rusya Federasyonu	415,0	390,9	11,0		
Slovakya	6,0	4,4	0,1		
İspanya	34,7	28,0	0,8		
İsveç	0,9	0,9	*		
İsviçre	2,7	3,0	0,1		
Türkiye	30,5	42,1	1,2	38	11,6
Türkmenistan	18,4	29,5	0,8		
Ukrayna	67,0	29,0	0,8		
Birleşik Krallık	90,0	76,7	2,2		
Özbekistan	41,9	51,4	1,4		
Diğer Avrupa ve Avrasya	17,1	15,5	0,4		
Avrupa ve Avrasya Toplam	1114,8	1029,9	29,1		

İran	112,0	200,8	5,7	79	88,8
İsrail	2,3	9,7	0,3	321	
Kuveyt	12,5	21,9	0,6	75	9,4
Katar	19,2	41,7	1,2	117	22,5
Suudi Arabistan	73,5	109,4	3,1	48	35,9
Birleşik Arap Emirlikleri	43,4	76,6	2,2	76	33,2
Diğer Ortadoğu Ülkeleri	33,5	52,3	1,5		
Ortadoğu Toplamı	296,3	512,3	14,5		
Cezayir	23,7	40,0	1,1	68	
Mısır	36,5	51,3	1,4	40	
Güney Afrika	3,5	5,1	0,1		
Diğer Afrika Ülkeleri	25,9	41,7	1,2		
Afrika Toplamı	89,6	138,2	3,9		
Avustralya	25,1	41,1	1,2	63	
Bangladeş	14,9	27,5	0,8		
Çin	59,3	210,3	5,9	254	151
Hong Kong	2,9	3,3	0,1		
Hindistan	37,3	50,1	1,4	34	
Endonezya	36,6	37,7	1,1		
Japonya	83,7	111,2	3,1	32	27,5
Malezya	35,3	43,0	1,2		
Yeni Zelanda	3,7	4,7	0,1		
Pakistan	39,9	45,5	1,3		
Filipinler	3,0	3,8	0,1		
Singapur	8,6	12,5	0,4		
Güney Kore	32,0	45,5	1,3		
Tayvan	10,1	19,1	0,5	89	
Tayland	31,5	48,3	1,4		
Vietnam	7,0	10,7	0,3		
Diğer Asya Pasifik	5,5	8,0	0,2		
Asya Pasifik Toplamı	436,5	722,5	20,4		
Dünya Toplamı	2850,6	3542,9	100		

Kaynak: <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> (Çevrimiçi) 7 Kasım 2017

2006-2016 yılları doğal gaz tüketim miktarı incelendiğinde dünya toplam tüketiminde %24 civarında artış olduğu gözlemlenmektedir. Bu artışın büyük bir bölümü Amerika 164 trilyon m³, Çin 151 trilyon m³, İran 88 trilyon m³, Suudi Arabistan 35,9 trilyon m³ ve Birleşik Arap Emirlikleri 33,2 trilyon m³ gibi ülkelerin tüketim miktarlarında ciddi artışlardan kaynaklandığı ortaya çıkmaktadır. Tüketimin 2006-2016 yılları arası oransal değişimi incelendiğinde sıralama çoktan aza şöyle; Peru %338, İsrail %321, Çin %254, Katar %117, Tayvan %89 ve İran %79 olarak farklılaştığı anlaşılmaktadır. Bölgesel bir sıralama yapılması gerekirse; Avrupa ve Avrasya %29,1 ile ilk sırada yer almaktadır. Kuzey Amerika %27,3 ile ikinci sıra, Asya Pasifik %20,4 ile üçüncü sıra, Ortadoğu %14,5 ile dördüncü sıra, Güney

Amerika ve Merkez Amerika %4,9 ile beşinci sıra ve %3,9 ile Afrika son sırada konuşlanmaktadır.

Türkiye doğal gaz tüketim miktarında 2006'dan 2016'ya 11,6 milyar m³ ile %38 düzeyinde artış kat etmiştir. BP 2017 raporuna göre Türkiye'nin en büyük ithalatçısı 23,2 milyar m³ ile Rusya, 7,7 milyar m³ ile İran ikinci büyük ithalatçı olur iken 6,5 milyar m³ ile Azerbaycan üçüncü büyük ithalatçı konumunda yer almaktadır. Türkiye doğalgaz rezervleri ve üretimi açısından oldukça zayıf olmakla beraber doğalgaz hatlarının geçişi açısından oldukça önemli jeopolitik bir konuma sahiptir. Bu hatlardan işler vaziyette olanlar; Rusya-Türkiye- Batı, Azerbaycan-Türkiye, Mavi Akım ve İran-Türkiye Doğalgaz Boru Hattı olarak sıralanmaktadır. Proje aşamasında olanlar hatlar ise; Irak-Türkiye, Mısır-Türkiye, Türkmenistan-Türkiye, Türkiye-Yunanistan-İtalya Doğalgaz Boru Hattı ve Mavi Akım'ın İsrail'e Uzatılması olmak üzere enerji arz güvenliği ve verimliliği açısından önemli projelerdir. Proje aşamasında olanların tamamlanması durumunda Türkiye, Doğu ve Batı arasında enerji koridoru olmasının yanı sıra, Kuzey ve Güney arasında da enerji koridoru olmaya yolunda ilerlemektedir. Ayrıca AB ülkelerinin enerji güvenliğini sağlayacak kilit ülke konumuna yükselmesi beklenmektedir. Bu durum Türkiye'nin AB tam üyelik sürecini daha verimli geçirmesini sağlayacak öneme sahiptir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının yapmış olduğu beyana göre doğal gaz arz ve talep dengesine dair çalışmalar incelendiğinde yıllık gaz talebi tedarikinde sorun yaşanmadığı belirtilmiştir. Fakat talepte gözlenen mevsimsel etkilere bağlı olarak tüketim miktarındaki dalgalanmalarla birlikte ithalatçı ülkelerdeki veya güzergâh bölgelerdeki aksaklıklar, arz ve talep dengesinde dönemsel sapmalara sebep olmaktadır. Bu bağlamda, enerji arz güvenliğinin sağlanması için çeşitli tedbirler alınmaktadır. BOTAŞ'ın 2016 yılında 2,84 milyar Sm³ toplam kapasiteye sahip olan, Silivri Doğal Gaz Depolama Tesisini devralması bu tedbirlere örnek verilebilir. Ayrıca inşası devam eden Tuz Gölü Doğal Gaz Yeraltı Depolama Projesi yenilenmiş olup çalışma kapasitesi 5 katına çıkarılmıştır. 40 milyon Sm³/gün olan geri üretim kapasitesi ise iki katına çıkarılarak 80 milyon Sm³/gün'e yükseltilmiştir. Projede

hedef 2023 yılına kadar 5 milyar Sm³ çalışma gazı kapasiteye ulaşılması olarak tayin edilmiştir.³⁴

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın sunduğu 2016 Faaliyet raporuna göre; 2002 yılından 2016 yılına kadar yaklaşık 115.000 km doğal gaz iletim ve dağıtım hattı tamamlanarak faal hale getirilmiştir. Bu altyapının 13.443 km'si doğal gaz iletim hattından oluşmaktadır. Böylelikle Türkiye de 2002 yılında 9 şehirle sınırlı olan doğalgaz iletim hattı, 2016 yılı itibarıyla 78 şehre ulaşım sağlanmıştır. 2016 sonu itibarıyla kalan üç şehir içinde çalışmalar yapılmıştır.³⁵

1.2.4.2. Nükleer Enerji

Kütlenin enerjiye evrimini ifade eden nükleer enerji, Albert Einstein'ın $E=mc^2$ formülü ile ilişkilidir. Bir patlama sonucu atomun çekirdeğinden elde edilen enerji çeşididir. Nükleer reaktörler kullanılarak nükleer enerjinin oluşmasını sağlamak ve diğer enerji türlerine dönüştürmek üzere kullanılır. Uranyum atomlarının parçalanması ve parçalanması sonucu ortaya çıkan enerjiyi kontrol etmek üzere nükleer reaktör kullanılmaktadır. Suyu kaynatmak ve jeneratör türbinlerini çevirmek için gerek duyulan buhar, uranyum yakıtlı nükleer güç sayesinde elde edilmektedir.

Fransız bir fizikçi olan, Henri Becquerel, 1896 yılında uranyumun fotoğraf levhaları ile yan yana durması ile aydınlık olmayan bir ortamda yayılan X-Ray ışınlarını fark etmesi sonucu tesadüfen nükleer enerjiyi keşfetmiştir.³⁶

Günümüzde kendilerine özgü özelliklerden dolayı nükleer santraller, birçok ülke tarafından tercih edilen bir güç kaynağı haline gelmiştir. Her ne kadar bazı riskleri barındırsa bile, çevreye karşı hassasiyetin artmasıyla sürdürülebilir, güvenilir, erişilebilir ve ucuz enerji kaynaklarına duyulan ihtiyaç, diğer alternatif enerji kaynaklarına göre nükleer güç santrallerini de ön plana çıkarmaktadır. Nükleer güç santralleri iklim şartlarının etkisinde kalmadan 7/24 elektrik enerjisi ürete-

³⁴ ETKB, (Çevrimiçi) <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Gaz> 8 Ağustos 2017

³⁵ ETKB, (Çevrimiçi) http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fFaaliyet%20Raporu%2fetkb_fr_d_s_225x300mm_bask%C3%B0_d.pdf s.171 8 Ağustos 2017

³⁶ Aydın, a.g.e, s.177

bilmektedirler. Nükleer tepkimelerin hammaddesi olan uranyum dünyanın farklı bölgelerine yayılmıştır. Nükleer enerji diğer kaynaklar ile kıyaslandığında elektrik üretim maliyetinin daha avantajlı olduğu ifade edilmektedir. Bu sebeple yakıt fiyatlarında karşılaşılabilecek dalgalanmalar, elektrik üretim maliyetlerini etkilememektedir. Bununla birlikte nükleer tesisler, işlev halindeyken sera gazı salınımı yapmamaktadırlar. Bundan dolayı küresel ısınmayı önlemede önemli bir alternatif olarak görülmektedir. İlave olarak nükleer tesisler, kurulum alanının birim elektrik üretimine oranı açısından diğer enerji santrallerine kıyasla en küçük alana gereksinim duyan santrallerdir. Bu sebeple tarım alanlarına, yerleşim yerlerine ve doğal hayata etkileri minimum düzeydedirler.³⁷

Nükleer teknoloji, belirli elementlerin atomlarının bölünmesiyle çıkan enerjiyi kullanır. İlk olarak 1940'larda geliştirilen nükleer teknoloji araştırmaları İkinci Dünya Savaşı'ndan 1945'e kadar uranyum veya plutonyumun belirli izotoplarının atomlarını bölerek büyük enerji salan bombalar üretmeyi başardı. 1950'li yıllarda dikkatler nükleer parçalanmanın barışçıl amaçlarına yönelmiş ve enerji üretimi için atom parçalanmaya başlanmıştır. Ve bugün nükleer enerji, keşfedildiği gün dünyada kullanılan elektrik enerjisinin toplamı kadar enerjiyi tek başına sağlamaktadır. 55 ülke yaklaşık 245 sivil araştırma reaktörü, bunların üçte biri de gelişmekte olan ülkelerde faaliyet göstermektedir. Şu anda 31 ülke toplam 447 ticari nükleer güç reaktörüne ev sahipliği yapıyor ve toplam 390.000 MWe'nin üzerinde kurulu kapasiteye sahiptir. Mevcut reaktörlere ilave olarak yaklaşık 60 yeni nükleer enerji reaktörünün inşası devam etmekte olup mevcut kapasitenin %16'sına tekabül etmektedir. 170.000 MWe kapasiteli 160'tan fazla tesis ise planlanmış olup inşa aşamasına geçmek üzere yasal düzenlemeleri beklemektedirler.³⁸

2017 yılı Ocak ayı itibariyle ülkelerin nükleer güç santral verileri Tablo 1.7'de verilmiştir.

³⁷ Ferruh Ertürk, Atilla Akkoyunlu ve Kamil B. Varınca, "Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri", **TASAM (Türk Asya Stratejik Araştırmalar Merkezi)**, 14, 2006, s.43

³⁸ World Nuclear Association, (Çevrimiçi), <http://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/world-nuclear-power-reactors-and-uranium-requireme.aspx>, 2 Mayıs 2017

Tablo 1.7. Ülkelere Göre İşletilen Ve İnşaat Halindeki Nükleer Reaktör Sayısı (1 Ocak 2017 itibariyle)

Ülkeler	İşletilen Reaktörler	İnşaat Halindeki Reaktörler			
	Reaktör Sayısı	Toplam Güç (MWe Net)	Elektrik Üretimi Payı %	Reaktör Sayısı	Toplam Güç (MWe Net)
Arjantin	3	1627	4,8	2	27
Ermenistan	1	376	34,5	0	0
Bangladeş	0	0	0	0	0
Beyaz Rusya	0	0	0	2	2388
Belçika	7	5943	37,5	0	0
Brezilya	2	1901	2,8	1	1405
Bulgaristan	2	1926	31,3	0	0
Kanada	19	13553	16,6	0	0
Şili	0	0	0	0	0
Çin	35	31617	3,0	22	24166
Çek Cumhuriyeti	6	3904	32,5	0	0
Mısır	0	0	0	0	0
Finlandiya	4	2764	33,7	1	1700
Fransa	58	63130	76,3	1	1750
Almaya	8	10728	14,1	0	0
Macaristan	4	1889	52,7	0	0
Hindistan	22	6219	3,5	5	3300
Endonezya	0	0	0	0	0
İran	1	915	1,3	0	0
İsrail	0	0	0	0	0
İtalya	0	0	0	0	0
Japonya	43	40480	0,5	2	2756
Ürdün	0	0	0	0	0
Kazakistan	0	0	0	0	0
Kuzey Kore	0	0	0	0	0
Güney Kore	25	23017	31,7	3	4200
Litvanya	0	0	0	0	0
Malezya	0	0	0	0	0
Meksika	2	1600	6,8	0	0
Hollanda	1	485	3,7	0	0
Pakistan	4	1040	4,4	3	2662
Polonya	0	0	0	0	0
Romanya	2	1310	17,3	0	0
Rusya	35	26865	18,6	7	5904
Suudi Arabistan	0	0	0	0	0
Slovakya	4	1816	55,9	2	942
Slovenya	1	696	38,0	0	0
Güney Afrika	2	1830	4,7	0	0
İspanya	7	7121	20,3	0	0
İsveç	9	8849	34,3	0	0
İsviçre	5	3333	33,5	0	0
Tayland	0	0	0	0	0
Türkiye	0	0	0	0	0

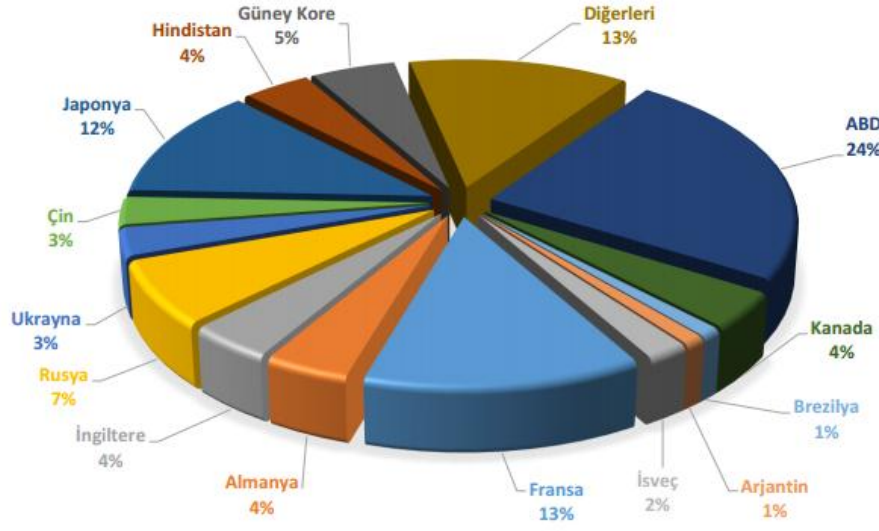
Ukrayna	15	13107	56,5	0	0
Birleşik Arap Emirlikleri	0	0	0	0	0
Britanya	15	8883	18,9	0	0
Amerika	99	99535	19,5	18	5000
Vietnam	0	0	0	0	0
TOPLAM	447	391,386	11,5	60	64500

Kaynak: World Nuclear Association, (Çevrimiçi), <http://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/world-nuclear-power-reactors-and-uranium-requireme.aspx> 2 Mayıs 2017

İlk ticari nükleer santraller 1950'lerde faaliyete geçmiş olmakla beraber 1950'den günümüze 31 ülkede 447'den fazla aktif ticari nükleer güç reaktörü bulunmaktadır ve toplam kapasiteleri yaklaşık olarak 391.000 MWe düzeyindedir. Bununla birlikte yaklaşık 60 adet reaktör de yapım aşamasındadır. Bu reaktörler dünya elektrik üretiminin %11'inden fazlasını, karbondioksit emisyonu olmaksızın güvenilir ve sürekli temel kaynak olarak sağlamaktadırlar. Ülkelerin elektrik gereksinimlerinin nükleer enerjiden karşılanma oranları incelendiğinde Fransa elektrik talebinin yaklaşık %76, Ukrayna %56, Macaristan %52, Slovenya %38, Belçika %37, İsveç %34, Avrupa Birliği %30, Güney Kore %31 ve ABD %19 gibi önemli oranlara ulaştıkları gözlemlenmektedir.

Dünya nükleer güç santral dağılımı oranları grafiğinden (Şekil 1.1) de anlaşılabacağı gibi %24 ile Amerika birinci, %13 ile Fransa ikinci, %12 ile Japonya üçüncü, %7 ile Rusya dördüncü sırada yer almaktadır.

Dünya Nükleer Güç Santral Dağılım Oranları



Şekil 1.1. Dünya Nükleer Güç Dağılımı Oranları

Kaynak: ETKB, (Çevrimiçi)
<http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2f2014+Y%C4%B1%C4%B1+B%C3%BCt%C3%A7esinin+TBMM+Plan+ve+B%C3%BCt%C3%A7e+Komisyonuna+Sunumu.pdf> 5 Mayıs 2017

Türkiye'nin yarım asırlık nükleer güç santrali kurma hedefi, 2010 yılında Rusya Federasyonu ile imzalanan anlaşma ile hayata geçmeye başlamıştır. Nükleer güç santralinin kurulum yeri olarak da Mersin Akkuyu belirtilmiştir. 15 Temmuz 2010 tarihinde, ilgili anlaşma TBMM Genel Kurulunca oylamaya alınmış ve kabul edilmiştir. Akkuyu Nükleer A.Ş. adlı şirket projeyi gerçekleştirme amacıyla Ankara'da kurulmuştur. 2014 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığından, Çevresel Etki Değerlendirme raporu ve Enerji Piyasası Düzenleme Kurumundan ise 36 ay süreliğine elektrik üretim ön lisansı verilmiştir. Türkiye Atom Enerjisi Kurumuna Akkuyu Nükleer A.Ş. tarafından hazırlanan Saha Parametreleri Raporu sunulmuştur. İlgili raporun onaylanmasının akabinde Akkuyu Nükleer Güç Santralinin inşası için gerekli yasal süreç Akkuyu Nükleer A.Ş. tarafından sürdürülmektedir. Nihai olarak

2023 yılında Akkuyu Nükleer Güç Santralının birinci ünitesinin faaliyete geçmesi hedeflenmektedir.³⁹

Akkuyu ve Sinop Nükleer Güç Santralleri üretime başladığında 10.000 MW Kurulu güçle, yaklaşık 80 milyar kWh elektrik üretimi sağlanacaktır. Bu değer yaklaşık 16 milyar m³ doğalgaza tekabül etmekte olup enerjideki dışa bağımlılığımızı bu ölçüde azaltacaktır. Nükleer santralin kurulması ile Türkiye, doğalgaz ithalatını azaltmayı ve doğalgaz işleme tesislerinin çevreye saldıgı karbondioksitin zararlarından kurtulmayı planlamaktadır.⁴⁰

Sinop'ta kurulacak nükleer güç santralin inşası mali gerekçelerle askıya alınmış olup faaliyete geçmesi durumunda üretim tahminleri ETKB verilerince ele alınmıştır.⁴¹

Tablo 1.8. Planlanan ve Önerilen Nükleer Güç Reaktörleri

Nükleer Reaktör	Tipi	Toplam Güç (MWe Net)	İnşa Başlangıcı	İşletme Başlangıcı
Akkuyu 1	VVER-1200	1200	2018	2023
Akkuyu 2	VVER-1200	1200	2019	2023
Akkuyu 3	VVER-1200	1200	2020	2024
Akkuyu 4	VVER-1200	1200	2021	2025
Sinop 1	Atmea1	1150	2017	2023
Sinop 2	Atmea1	1150	2018	2024
Sinop 3	Atmea1	1150		?
Sinop 4	Atmea1	1150		?
İğne Ada 1-4	AP1000x2, CAP1400x2	2x1250 2x1400		

Kaynak: World Nuclear Association, (Çevrimiçi), <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/turkey.aspx> 5 Mart 2017

1.2.4.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

21. yüzyılda dünyanın karşılaştığı en büyük ve en önemli problemlerden biri güvenli enerji tedarikidir. İklim değışiklikleri, dünyanın enerji üretimi ve kullanımının sürdürülebilir olmadığının en büyük kanıtıdır. Ve bu iklim değışikliğinin en büyük

³⁹ ETKB, “Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler”, Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı, (Çevrimiçi), <https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fN%3%bckleer+Santraller+ve+%3%9clkemizde+Kurulacak+N%3%bckleer+Santrale+%4%b0li%5%9fkin+Bilgiler.pdf>, 20 Haziran 2019

⁴⁰ ETKB, a.e, s.7

⁴¹ Sinop NGS hakkında, (Çevrimiçi), <https://www.bloomberght.com/erdogan-sinop-nukleer-santrali-projesinin-durdurulduğunu-acikladi-2227357>, 26 Haziran 2019

sebebi insanoğlunun enerji kaynaklarını yanlış kullanmasıdır. Son çeyrek asırda enerji tüketiminde %40'lara varan artışın %80'i fosil kaynaklardan sağlanmıştır. Ekonomiye yük oluşturmaının yanı sıra fosil yakıtlara bağımlılık, iklimlerin bozulmasına neden olan zehirli gazlarının atmosferde toplanmasına da sebep olmaktadır. İklim değışimlerinin insanlık ve dünya için telafisi olmayan sonuçlara yol açmasını engellemek için küresel ısınmanın 1,5°C'nin altında kalması gerekmektedir. Diğer bir ifadeyle, atmosferdeki sera gazının 350 ppm düzeyinde sabitlenmesi anlamına gelmektedir. Bunun yegâne çaresi fosil yakıtların enerji eldesindeki oranını düşürmek ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttırmakla sağlanmaktadır.⁴²

Türkiye'nin enerji stratejisi, 2023 yılına kadar ülkenin enerjideki dışa bağımlılığını minimize edecek şekilde, yerel kaynaklardan en yüksek düzeyde verim elde etmeyi hedeflemektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca hazırlanmış olan 2010-2014 Stratejik Planı kapsamında, toplam elektrik üretiminin 2023 yılına kadar %30'unun yenilenebilir enerji kaynakları tarafından karşılanması hedeflenmektedir. İklim Değişikliği Eylem Planına, ülkedeki gerekli yeterliliğe sahip bütün hidroelektrik potansiyelinin değerlendirilmesinin dâhil edilmesi konuya verilen önemi ifade etmektedir.⁴³

Fosil kaynakların aksine doğadaki rezerv miktarı sınırlı olmayan çoğunlukla güneşin sebep olduğu rüzgâr, deniz, dalga, akarsu ve biyokütle yenilenebilir enerji türleri olarak bilinmektedir.⁴⁴

1.2.4.3.1. Hidro Enerji

Dünyadaki hemen hemen her bölgede yaygın olarak bulunabilen, en büyük ve en yaygın yenilenebilir enerji kaynağı, hidroelektriktir. Hidrojen enerjisi, dünyanın elektriğinin %20'sini ve yenilenebilir enerjiden elde edilen toplam elektriğin %88'ini

⁴² WWF 2011 Rapor, "Yenilenebilir Enerji Geleceği ve Türkiye", s.3

⁴³ A.e, s.5

⁴⁴ Akova, a.g.e, s.175

oluşturmaktadır. Sera gazı yayılımı açısından bakıldığında hiç sera gazı emisyonu oluşturmamaktadır. Doğrudan ya da dolaylı herhangi bir atık üretmemektedir.⁴⁵

2006-2016 Ülkelere göre hidroelektrik tüketim miktarları incelendiğinde; 263,1 milyon ton petrol (%28,9) ile Çin dünya birincisi, 87,8 milyon ton petrol (%9,7) ile Kanada ikinci, 86,9 milyon ton petrol (%9,6) ile Brezilya üçüncü, 59,2 milyon ton petrol (%6,5) ile Amerika dördüncü ve 42,2 milyon ton petrol (%4,6) ile Rusya Federasyonu beşinci sırada yer almaktadır. Bu veriler ışığında Çin'in hidroelektrik santrallere vermiş olduğu önem anlaşılmaktadır. Bu önemin sadece kültüre atfedilemeyeceği, zaman içinde artan nüfus ve endüstrileşme doğrultusunda ülkenin bütün potansiyelini değerlendirmek için üstün bir gayret sergilendiği kabullenilmektedir. Kanada ve Brezilyanın tarihsel gelişimi incelendiğinde hidroelektrik kullanan uzun bir geleneğe sahip oldukları ortaya çıkmaktadır.⁴⁶

EÜAŞ'nin hazırlamış olduğu 2016 sektör raporuna göre, Türkiye'deki elektrik üretiminin %24,58'i (67.259,0 GWh) hidroelektrik santralleri tarafından sağlanmaktadır. Yani Türkiye elektrik talebinin karşılanmasında kömür ve doğal gazdan sonra en önemli üçüncü kaynak hidroelektrik santralleridir.⁴⁷

Türkiye'nin de 2006-2016 döneminde %50 düzeyinde artış gösterdiği var olan potansiyelin değerlendirildiği yönünde kanaat oluşturmaktadır. Artış gösteren ülkelerin aksine, küresel ısınmadan etkilenen ve çeşitli nedenlerle su kaynaklarında azalma yaşayan ülkelerde ise hidroelektrik enerji kullanım miktarında düşüşler gözlemlenmektedir.

⁴⁵ Suleiman Lawal Nadabo, **Renewable Energy as a Solution to Nigerian Energy Crisis**, 2010, s.17

⁴⁶ Volker Quaschnig, **Renewable energy and climate change**, John Wiley & Sons, Berlin, 2009, p.197

⁴⁷ EÜAŞ, **Yıllık Faaliyet Raporu 2016**, s.21

Tablo 1.9. Hidroelektrik Tüketim Değerleri (Milyon Ton Petrol Türünden)

	2006	2016	2016
	Milyon ton	Milyon ton	Toplam %
Amerika	64,6	59,2	6,5
Kanada	79,9	87,8	9,7
Meksika	6,9	6,8	0,7
Kuzey Amerika Toplam	151,4	153,9	16,9
Arjantin	9,9	8,7	1,0
Brezilya	78,9	86,9	9,6
Şili	6,4	4,4	0,5
Kolombiya	9,6	10,6	1,2
Ekvator	1,6	3,5	0,4
Peru	4,4	5,4	0,6
Trinidad ve Tobago	-	-	-
Venezüella	18,4	13,9	1,5
Diğer Güney Amerika ve Merkez Amerika	18,5	22,5	2,5
Güney Amerika ve Merkez Amerika Toplam	147,8	156,0	17,1
Avusturya	8,1	9,0	1,0
Azerbaycan	0,6	0,4	*
Beyaz Rusya	+	+	*
Belçika	0,1	0,1	*
Bulgaristan	0,9	0,9	0,1
Çek Cumhuriyeti	0,6	0,5	*
Danimarka	+	+	*
Finlandiya	2,6	3,6	0,4
Fransa	12,9	13,5	1,5
Almanya	4,5	4,8	0,5
Yunanistan	1,3	1,2	0,1
Macaristan	+	0,1	*
İrlanda	0,2	0,2	*
İtalya	8,4	9,3	1,0
Kazakistan	1,8	2,1	0,2
Litvanya	0,1	0,1	*
Hollanda	+	+	*
Norveç	27,0	32,4	3,6
Polonya	0,5	0,5	0,1
Portekiz	2,5	3,6	0,4
Romanya	4,2	4,1	0,4
Rusya Federasyonu	39,6	42,2	4,6
Slovakya	1,0	1,0	0,1
İspanya	5,8	8,1	0,9
İsveç	13,9	14,1	1,5

İsviçre	7,0	7,8	0,9
Türkiye	10,0	15,2	1,7
Türkmenistan	+	-	-
Ukrayna	2,9	1,6	0,2
Birleşik Krallık	1,0	1,2	0,1
Özbekistan	2,1	2,7	0,3
Diğer Avrupa ve Avrasya	19,1	21,7	2,4
Avrupa ve Avrasya Toplam	178,6	201,8	22,2
İran	4,2	2,9	0,3
İsrail	+	+	*
Kuveyt	-	-	-
Katar	-	-	-
Suudi Arabistan	-	-	-
Birleşik Arap Emirlikleri	-	-	-
Diğer Ortadoğu Ülkeleri	2,5	1,8	0,2
Ortadoğu Toplam	6,6	4,7	0,5
Cezayir	+	+	*
Mısır	2,9	3,2	0,3
Güney Afrika	0,7	0,2	*
Diğer Afrika Ülkeleri	18,2	22,4	2,5
Afrika Toplam	21,9	25,8	2,8
Avustralya	3,4	4,0	0,4
Bangladeş	0,2	0,2	*
Çin	98,6	263,1	28,9
Hong Kong	-	-	-
Hindistan	25,5	29,1	3,2
Endonezya	2,2	3,3	0,4
Japonya	19,9	18,1	2,0
Malezya	1,4	4,2	0,5
Yeni Zelanda	5,3	5,9	0,6
Pakistan	6,8	7,7	0,8
Filipinler	2,2	2,1	0,2
Singapur	-	-	-
Güney Kore	0,8	0,6	0,1
Tayvan	0,9	1,5	0,2
Tayland	1,8	0,8	0,1
Vietnam	4,5	13,7	1,5
Diğer Asya Pasifik	7,7	13,8	1,5
Asya Pasifik Toplamı	181,5	368,1	40,4
Dünya Toplamı	687,5	910,3	100

*: 500 yıldan fazla <: 0.05'ten küçük ◆ %0.05'ten küçük n/a: veri bulunamadı

Kaynak: <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> p.42 (Çevrimiçi) 8 Mayıs 2017

Milyon ton petrol türünden Hidroelektrik tüketim değerleri Tablo 1.10’da verildiği üzere, inşa halindeki kapasite değerleri incelendiğinde, yakın gelecekte üretime alınması planlanan kurulu güç potansiyelinin %34,8’ini kömür santrallerinden oluşmaktadır. Ardından %34,6 ile doğalgaz, %18,8 ile hidrolik, %9,9 ile rüzgâr ve %1,3 ile jeotermal santralleri gelmektedir.

Tablo 1.10. Türkiye’deki İnşa Halindeki Santraller (Ocak-2017 itibariyle)

Yakıt /Kaynak Türü	Santral Sayısı	İnşa halindeki kapasite
Doğalgaz	26	6.255,7 MW
Hidroelektrik	124	3.390,4 MW
Kömür	4	2.622,7 MW
İthal Kömür	3	1.955,2 MW
Rüzgâr	65	1.790,1 MW
Yerli Kömür	5	1.715,0 MW
Jeotermal	9	239,6 MW
Fuel-Oil	2	64,6 MW
Biyokütle	6	23,8 MW
Atık Isı	1	5,5 MW
Toplam	245	18.062,6 MW

Kaynak: ETKB, (Çevrimiçi)
http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%C3%B6r%20Raporu%2FEUAS-Sektor_Raporu2016.pdf s.18, 10 Ağustos 2017

Tablo 1.11. 2015 Yılı İtibariyle Türkiye'nin Yerli Kaynak Potansiyeli

Kaynak	Potansiyel	
Linyit	14,8	Milyar ton
Taşkömürü	1,3	Milyar ton
Asfaltit	82,0	Milyon ton
Ham Petrol	7.167	Milyon varil
Bitümler	1,6	Milyar ton
Hidrolik	160,0	Milyar kWh/yıl
Doğalgaz	23,2	Milyar m ³
Rüzgâr	48.000	MW
Jeotermal	4,99	btep (2000MW'ı elektrik üretimine elverişli)
Biyokütle	20	Mtep
Güneş Enerjisi	1.500	kWh/m ² -yıl
Doğal Uranyum	9.129	Ton

Not: Tablodaki bazı değerler; görünür, muhtemel ve mümkün rezervlerin toplamını vermektedir

Kaynak: ETKB, (Çevrimiçi),
http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%C3%B6r%20Raporu%2FEUAS-Sektor_Raporu2016.pdf, 10 Ağustos 2017

Kaynaklar açısından elektrik üretimine bakıldığında, 2016 yılı itibariyle, toplam elektrik üretiminin, %0,8'i biyo yakıtlar ve güneş enerjisinden, %1,0'i sıvı yakıtlardan, %1,8'i jeotermalden, %5,7'si rüzgârdan, %5,7'si rüzgârdan, %24,7'si hidrolik kaynaklardan, %33,9'u kömürden ve %32,2'si doğalgazdan karşılanmıştır. 2015 yılı ile karşılaştırıldığında doğalgaz ve hidrolik kaynaklardan faydalanma oranında düşme gözlemlenirken, kömür, rüzgâr, jeotermal ve biyo yakıtlardan yararlanma oranında artış gözlemlenmiştir. EÜAŞ'nin üretimdeki payı 2014 yılında %28,0 iken 2016 yılında %17,1 seviyelerine düşmüştür. Geriye alan %82,9'luk üretim özel sektör tarafından karşılanmaktadır.

Türkiye'de elektrik üretiminde ve özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarına dair özel sektör yatırımcılarının desteklenmesi ciddi önem arz etmektedir. Bu bağlamda uygulamaya alınan yasal değişiklikler ile Ocak 2017 itibariyle, hidroelektrik santral kurmak amacıyla, 238 santralde yaklaşık 6.800 MW, rüzgâr santrali yapımı için 149 tesiste 4.640 MW, jeotermal tesisi kurmak amacıyla da 16 santralde 342 MW enerji üretimine yönelik yeni/ilave kapasite için Enerji Piyasası Düzenleme Kurumundan lisans almıştır.⁴⁸

Tablo 1.12. 2016 Yılı Sonu Türkiye Elektrik Üretiminin Kaynaklara Dağılımı

Kaynak	Elektrik üretimindeki % pay
Kömür	33,92
Doğalgaz	32,17
Hidrolik	24,69
Rüzgâr	5,69
Jeotermal	1,77
Sıvı Yakıtlar	0,96
Biyo yakıtlar + Güneş	0,80

Kaynak: ETKB, (Çevrimiçi), http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%C3%B6r%20Raporu%2FEUAS-Sektor_Raporu2016.pdf 10Ağustos 2017

26 ana akarsu havzasına dağılmış olan Türkiye'deki hidroelektrik santrallerinin en önemlileri Fırat ve Dicle üzerine kurulmuş durumdadır. Ve yine Türkiye'nin en büyük kalkınma, sulama ve elektrik üretim projesi olan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) bu bölgede uygulanmaktadır. 13 projeden oluşan GAP nihayete erdiğinde 22 baraj ve 19 hidroelektrik santrali ile toplam 7.490MW kurulu kapasiteden 27 milyar KWh/yıl elektrik üretimi gerçekleştirmesi hedeflenmekte ayrıca 630 km. sulama

⁴⁸ EPDK, "EPDK'dan lisans almış olan inşa halindeki projelerin ilerleme durumları", (Çevrimiçi), <http://www.epdk.org.tr/TR/Dokuman/5238>, 11Ağustos 2017

kanalı ile 1,82 milyon hektar civarında tarım alanının sulama olanaklarına kavuşması beklenmektedir.⁴⁹

Türkiye’de 2018 Aralık tarihi itibarıyla kayıtlı toplam 641 adet hidroelektrik enerji santrali bulunmakta olup 28.358 MWe kurulu güce sahiptir.⁵⁰ Türkiye 2017 yılında hidroelektrik santrallerinden 292.589 GWh elektrik üretmiş olup 2016 ya göre %6,63 lük bir büyüme göstermiştir.⁵¹

Faturalanan elektrik tüketiminin tüketici çeşidine göre dağılımı Tablo 1.13’te gösterilmiş ve sanayi tüketimin %42,35’lik bir oran ile en yüksek tüketim oranına sahip olduğu gözlemlenmektedir. İkinci sırada %28,65 ile ticarethane tüketimi, %24,06 ile mesken tüketimi ise üçüncü sırada konuşlanmaktadır. Aydınlatma ve tarım alanlarının sulanmasında kullanılan elektrik tüketimi toplamı %4,94 düzeyinde gerçekleşmektedir.⁵²

Tablo 1.13. 2016 Yılı Faturalanan Tüketimin Kullanım Alanına Göre Dağılımı

Tüketici Türü	Tüketim Miktarı (MWh)	Toplam tüketime % Oranı
Sanayi	89.922.524,80	42,35
Ticarethane	60.834.907,38	28,65
Mesken	51.085.627,94	24,06
Tarımsal Sulama	6.267.491,26	2,95
Aydınlatma	4.218.215,04	1,99
Genel Toplam	212.328.766,43	100

Kaynak: EPDK, Elektrik Piyasası 2016 Yılı Piyasa Gelişim Raporu, s.21

⁴⁹ Güven Şahin ve Nuran Taşlıgil, "Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)’nin Dünü Bugünü Yarını," **İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi Kırgız-Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 6, 2013, Sayı:36

⁵⁰ Enerji Atlası, (Çevrimiçi), <https://www.enerjiatlasi.com/hidroelektrik/>, 11 Ağustos 2017

⁵¹ EÜAŞ, **2017 Yıllık Faaliyet Raporu**, 2018, s.25

⁵² EPDK, **Elektrik Piyasası 2016 Yılı Piyasa Gelişim Raporu**, Ankara, 97, s.20

1.2.4.3.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr, atmosferin güneş tarafından diferansiyel olarak ısıtılmasından kaynaklanan büyük hava yığınlarının hareketi nedeniyle kinetik enerjiye sahiptir. Bu enerji mekanik ve elektrik işleri için kullanılabilir. Rüzgâr enerjisi, fiberglas pervanelerin önce kinetik enerjiyi mekanik enerjiye sonrasında ise elektrik enerjisine çeviren jeneratöre sahip bir sistem ile üretilmektedir.⁵³

Dünyada rüzgâr enerji santralleri kurulu gücü her yıl artmakta olup, 1998 yılının sonunda yaklaşık elli ülkede 10,000 MW'tan fazla elektrik üreten rüzgâr santrali faal iken 2014 yılı Temmuz ayı itibariyle 33,6 kat artarak 336.327 MW'a ulaşmıştır. Günümüzde rüzgâr enerjisi ve rüzgâr türbin imalatı açısından en başarılı pazarlar Çin, Almanya, Danimarka, Amerika, İspanya ve Hindistan gibi rüzgâr gücü potansiyeli yüksek olan ülkelerde gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte rüzgâr enerjisi Avrupa'da en hızlı büyüyen enerji kaynağı olup rüzgâr teknolojisinin kullanımında ise Amerika, Hindistan, Çin ve Güney Amerika ülkelerinde büyük sıçramalar gerçekleştirmiştir.⁵⁴

Tablo 1.14. Ülkelerin Rüzgâr Türbin Güç Kapasitesindeki Değişim

Ülkeler	2012 (MW)	2013 (MW)	2013 Büyüme Oranı (%)	2014 (MW)
Çin	75.324	91.413	21.2	98.588
ABD	59.882	61.108	2	61.946
Almanya	31.315	34.660	11.7	36.488
İspanya	22.796	22.959	0,7	22.970
Hindistan	18.321	20.150	10	21.262
İngiltere	8.445	10.531	24.7	11.180
Fransa	7.499	8.551	5	8.592

⁵³ Aydın, a.g.e, s.192

⁵⁴ Bayraktar, a.g.e. s.14

İtalya	8.144	8.254	10.1	8.586
Kanada	6.201	7.698	24.1	8.526
Danimarka	4.162	4.772	14.7	4.855
Portekiz	4.525	4.724	4.4	4.829
İsveç	3.745	4.470	19.4	4.824
Brezilya	2.507	3.399	35.6	4.700
Avustralya	2.584	3.049	18	3.748
Polonya	2.497	3.390	35.8	3.727
Türkiye	2.312	2.959	28	3.424
Diğerleri	22.349	26.443	-	28.081
Toplam	282.608	318.530	12.8	336.327

Kaynak: World Wind Energy Association Half Year Report-2014, World Wind Energy Association, Bonn, Almanya.

World Wind Energy Association (Dünya Rüzgâr Enerjisi Kurumu) yayınlamış olduğu rüzgâr enerjisi raporuna göre; dünyanın rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 2013 yılında yaklaşık % 12,8 oranında büyüme elde ettiği kaydedilmiştir. Temmuz 2014 itibariyle rüzgâr enerjisi kurulu gücü en yüksek olan ülkeler sıralaması 98.588 MW ile Çin başta olmak üzere, 61.946 MW ile ABD ikinci sıra, 36.488 MW ile Almanya üçüncü sıra, 22.970 MW ile İspanya dördüncü sıra ve 21.262 MW ile Hindistan beşinci sıra olacak şekilde gerçekleşmiştir. Özellikle 2014 yılının ilk altı ayında Çin, rüzgârgülü kurulu gücünü 7.175 MW yükseltmesi, rüzgâr enerjisinde Çin'in ilgili yatırımcılarına sunduğu teşviğin olumlu yansıması olarak değerlendirilmektedir.⁵⁵

Rüzgâr enerjisi, enerji arz ve talebi arasındaki büyük uçurumun küçültülmesinde ciddi anlamda katkı sağlayan alternatif enerji kaynakları içinde önemli bir yere sahiptir. Bilhassa, Türkiye gibi enerjide dışa bağımlılığı yüksek olan ülkeler için bu önem düzeyi daha da yüksektir. Türkiye'de rüzgâr enerjisinden elektrik elde edilmesi

⁵⁵ World Wind Energy Association, **World Wind Energy Association Half Year Report-2014**, Bonn, Almanya

ve ticari olarak faydalanılması maalesef çok eskiye dayanmayıp oldukça yakın zamanlardan beri gündem oluşturmaktadır.⁵⁶

Türkiye'nin sahip olduğu bu potansiyel; rüzgârın hızı ve sürekliliğine bağlı olarak bölgesel farklılıklar gösterebilmektedir. Avrupa Rüzgâr Atlasının hazırlanmasında kullanılan ve Danimarka Meteoroloji Teşkilatınca hazırlanmış olan Wind Atlas Analysis And Application Programdan (WASP) yararlanılarak Türkiye Rüzgâr Atlası hazırlanmıştır. Hazırlanan bu atlasta belirtilen eşik değerler, 7,5 m/s den büyük rüzgâr hızına sahip alanlarda ve yerden 50 m yükseklikte, km² başına 5 MW gücünde rüzgârgülllerinin kurulabileceği belirtilmiştir.⁵⁷

Tanımlanan 50 m yüksekliğe dayanılarak oluşturulan bu rüzgâr atlasına göre, özellikle Ege, Batı Karadeniz kıyıları, Doğu Akdeniz kıyıları ve Marmara bölgesi rüzgâr enerjisi potansiyelinin yüksek olduğunu tespit edilmiştir. Bu lokasyonlarda yapılacak detaylı incelemeler yardımıyla Türkiye'nin bu potansiyelinden verimli bir şekilde faydalanılabileceği kanısına varılmıştır. Bu bilgiler ışığında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, mikro-ölçekli rüzgâr akış modeli ve orta-ölçekli sayısal hava tahmin modelinden faydalanılarak üretilen bilgiler ışığında Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) hazırlanmıştır. Türkiye'nin kara rüzgâr potansiyeli rüzgar enerjisi elde edilebilecek kriterler baz alındığında yaklaşık 48.000 MW olarak tespit edilmiş olup bu potansiyelin kapladığı toplam alan Türkiye yüz ölçümünün %1,30'una tekabül etmektedir.⁵⁸

İlave olarak Türkiye'nin deniz rüzgâr potansiyeli, rüzgâr hızının 6,5 m/s den büyük olduğu bölgelerde 17.393,20 MW'lık bir güç tespit edilmiştir. Maliyet açısından denizde kurulan rüzgârgülleri, karada kurulanlara kıyasla daha yüksek maliyetli

⁵⁶Emrah Hüseyin Gezer, "Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Türkiye" Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2013

⁵⁷ H. Naci Bayraç, "Küresel rüzgâr enerjisi politikaları ve uygulamaları." **Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt/Vol. XXX, Sayı/No. 1, 2011, pp. 37-57

⁵⁸ ETKB, (Çevrimiçi), <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar> 12 Ağustos 2017

oluşu öncelikli olarak karadaki mevcut rüzgâr potansiyelinin değerlendirilmesi Türkiye açısından daha mantıklı bir tercih olarak değerlendirilmektedir.⁵⁹

Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporuna göre, Temmuz 2014 itibarıyla rüzgâr enerjisi tesislerinin kurulu güç bakımından bölgelere dağılımı incelendiğinde; lisans alma sürecinde olan rüzgar gülü toplam kurulu gücünün 5.435 MW, inşa halinde olan santrallerin toplam kurulu gücünün 1.162,8 MW ve faal olan santrallerin toplam kurulu gücünün 3.424,85 MW olarak belirtilmiştir. Aktif olan santraller için kurulu gücü en yüksek olan bölgeler sırasıyla; 1.240,88 MW ile Marmara birinci, 543 MW ile Akdeniz ikinci, 222 MW ile İç Anadolu üçüncü, 131,1 MW ile Ege dördüncü, 80 MW ile Karadeniz beşinci ve 27,5 MW ile Güneydoğu Anadolu son sırada gelmektedir. Belirtilen tarih itibarıyla Doğu Anadolu’da aktif rüzgâr enerji santrali bulunmamaktadır. Ayrıca, yapım aşamasında olan RES’lerin enerji potansiyel sıralaması yapıldığında %48 ile Ege birinciliği ele geçirmiş durumdadır. Egeyi %35 ile Marmara takip etmekte olup %13 ile Akdeniz üçüncü sırada yer almaktadır. İnşa süreci devam eden ve lisans aşamasındaki projelerin işletmeye alınmasıyla, Türkiye rüzgârgülü kurulu gücünün toplam kurulu güç içindeki payının artacağı ve bu durumun neticesinde enerjide Türkiye’nin dışa bağımlılığının azalması beklenmektedir.⁶⁰

Rüzgâr Enerji Santralleri enerji üretimi sağlamanın yanında, ilgili tesislerin kurulumu için gerekli ürünlerin üretilmesi süreci istihdam alanı da açmaktadır. Türkiye henüz bu teknolojiyi ithal ettiği için sadece rüzgâr enerji santrallerinde gerektiği ölçüde istihdam sağlamaktadır. Fakat rüzgârgülleri sistemlerini kendileri üreten Çin 280.000 bireye istihdam alanı oluştururken Almanya 150.000 bireyi sadece rüzgâr enerjisi santrallerinde istihdam etmektedir. Büyük ölçekte dünya genelinde enerji sektörü toplamda 9 milyon düzeyinde istihdam oluşturmaktadır.

⁵⁹ Mahmut Can Şenel ve Erdem Koç, "Dünyada ve Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Durumu-Genel Değerlendirme", **Mühendis ve Makine**, Cilt: 56, Sayı: 663, 2015, s.46-56

⁶⁰ Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği (TÜREB), **Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu-Temmuz 2014**, Ankara

Böylelikle her ülke için sadece enerji elde etmek için değil aynı zamanda istihdam alanı oluşturmak için de yenilenebilir enerji yüksek değerler taşımaktadır.⁶¹

Tablo 1.15. 2014 Rüzgâr Enerji Santrallerinin Kurulu Güç (MW) Bakımından Bölgelere Göre Dağılımı (Temmuz 2014 itibariyle)

Bölgeler	İşletmede Olan RES'ler		İnşa Halinde Olan RES'ler		Lisans Aşamasında Olan RES'ler	
	Kurulu Güç	Kurulu Güçteki Payı (%)	Kurulu Güç	Kurulu Güçteki Payı (%)	Kurulu Güç	Kurulu Güçteki Payı (%)
Marmara	1.240,88	55	412,55	35	2.204,25	41
Akdeniz	543	24	145,8	13	512,5	9
İç Anadolu	222	10	44	4	840	16
Ege	131,1	6	560,45	48	1.309,45	24
Karadeniz	80	4	-	-	495,8	9
Güney D. Anadolu	27,5	1	-	-	63	1
Doğu Anadolu	-	-	-	-	10	0
Toplam	3.424,48	100	1.162,8	100	5.435	100

Kaynak: Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği (TÜREB), Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu-Temmuz 2014, Ankara

Rüzgâr enerjine yönelik teknoloji geliştikçe ve kullanım alanları genişledikçe yatırım maliyetleri hızla düşüş göstermektedir. Çevreci bir enerji kaynağı olması hasebiyle dünyadaki pek çok ülke, yasal düzenleme ve ekonomik desteklerle rüzgâr enerjisi üretimini teşvik etmektedir. Tüm bu desteklerin en önemli gayesi, rüzgâr enerjisi sektörüne canlılık kazandırmak, maliyetleri azaltmak ve yasal desteklerle hali

⁶¹ Yüksel BAYRAKTAR, Halil İbrahim KAYA, “Yenilenebilir Enerji Politikaları Ve Rüzgâr Enerjisi Açısından Bir Karşılaştırma: Çin, Almanya Ve Türkiye Örneği.”, **Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi**, 2016, 2.4.

hazırda fosil yakıtların sahip olduğu haksız üstünlüğü ortadan kaldırmak ya da minimize etmektir.⁶²

1.2.4.3.3. Güneş Enerjisi

Güneş dünyanın en önemli enerji kaynaklarından biridir. Tabii enerji kaynaklarının büyük çoğunluğa kaynaklık yapan güneşten, elektrik elde etmek ve ısı elde etmek amacıyla faydalanılmaktadır. Çevreci bir enerji kaynağı olarak güneş, fosil yakıtlara alternatif olacak bir güç kaynağı olarak görülmektedir.⁶³

Güneşten dünyaya bir günde yansıyan enerji, güneşin toplamda yaydığı enerjinin yaklaşık 10 milyarda birine tekabül etmektedir. Bunun enerji birimi karşılığı joule değeri, 15.000.000 katrilyon joule'dür. Bir yılda dünyaya düşen güneş enerjisi takriben 200 trilyon ton kömüre karşılık gelmektedir. Bu da dünya çapında kullanılan toplam enerjinin yaklaşık olarak 15 bin katına karşılık gelmektedir. Yalnızca Türkiye'ye yılda düşen güneş enerjisinin petrol türünden mukabili 80 milyar ton petrole eşdeğerdir. Dünyaya düşen miktarı ise toplam fosil yakıt rezerv miktarının yaklaşık olarak 15-20 katına denk gelmektedir.⁶⁴

Güneşten enerji elde edilmesine yönelik çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hızlanmış olup güneş ışınlarını değerlendirmek amacı ile pek çok yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen tekniklerin bir kısmı güneş enerjisini ısı ya da ışık olarak direk kullanmakta bazıları ise dönüştürücü sistemler yardımıyla elektrik üretebilmektedir. Güneş ışınlarından faydalanarak su ısıtan sistemlerin çoğu bir depo ve bir termal güneş panelinden oluşmaktadır. Isıl güneş enerjisi uygulamaların yaygın olan türleri; yoğunlaştırılmalı güneş enerjisi santralleri, trombe duvarı, güneş

⁶² Mehmet Yılmaz, "Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi." **Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi**, 4.2, 2012, s.33-54.

⁶³ Mehmet Yılmaz, "Türkiye'nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi", **Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi**, 2012, 4.2, 33-54. s.44

⁶⁴ Demir İnan, "**Geçmişten Bugüne Enerji Kullanımı**", Temiz Enerji Vakfı Yayınları, Ankara, 2001, s.1

ocakları, düzlemsel güneş kolektörleri, vakum tüplü, güneş havuzları, geçişli hava paneli, su arıtma sistemleri ve güneş bacaları şeklindedir.⁶⁵

Günümüz itibariyle güneşin ışınlarından elektrik enerjisi üretilmesinde, temel olarak iki farklı sistem kullanılmaktadır. Bunlardan ilki, fotovoltaik (PV) sistemler, ikincisi ise yoğunlaştırılmış güneş enerjisi (Concentrating Solar Thermal Power (CSP)) olarak isimlendirilmektedir.

Güneş çiftliği olarak isimlendirilen, fotovoltaik kurulumların geniş alanlara yayılan tesisleri elektrik üretiminde gittikçe önemli bir yer edinmektedir. Güneş ışınlarının birleşip fotovoltaik hücrelere yönelmesi ve bu hücrelerin güneş ışınlarını direk elektriğe dönüştürülmesine yoluyla elektrik enerjisi üreten Fotovoltaik enerji sisteminde yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sistemlerinin aksine su kullanılmamaktadır.

Bu güneş çiftliklerinin alanları genellikle 4 ile 400 km² arasında değişiklik göstermektedir. Canlı türlerine zarar vermemek amacıyla çorak arazilere kurulumları tercih edilmektedir. Üretim kapasitesini ve kurulum alanı arasındaki oranı anlamak adına konuyu örneklendirmek gerekirse, 12 futbol sahası ebadında bir yüzeye kurulan güneş çiftliği, ortalama olarak 5 MW düzeyinde elektrik üretebilmektedir. Bu üretim miktarı, yılda her biri 3300 kW elektrik tüketen 1.515 konutun enerji talebini karşılayabilmektedir. Diğer yandan, 10 GW potansiyele sahip bir güneş çiftliği kurulumu için İngiltere'nin yüz ölçümünün %0,1'i (130 km²) kadar bir alana ihtiyaç duyulmaktadır. 1.000 büyük rüzgârgülü ya da 5 orta büyüklükteki doğalgaz santralinin ürettiği enerji 10 GW'a tekabül etmektedir. Güneş çiftlikleri ile sağlanan enerji, bölgesel şebekeler üzerinden tüketiciye ulaştırılmaktadır. Fosil yakıtların çevreye saldıgı karbondioksit güneş çiftlikleri sayesinde tasarruf edilmektedir. Bu da IRENA verilerine göre her 5 MW'lık güneş çiftliği kurulumu 2.150 ton karbondioksit salınımindan doğayı korumaktadır. Fotovoltaik güneş enerji sistemlerinin kapasite verimliliği %44 düzeylerindedir. Gürültü ve çevresel atık konusunda gayet başarılı olan Fotovoltaik panellerle kurulan güneş çiftlikleri,

⁶⁵ Metin Yerebakan, Güneş kollektörü uygulamaları, İstanbul Ticaret Odası Yayınları, 2010, s.40-41

dolaysız olarak güneş ışığından elektrik üretir ve atığa sebep olmaz. Sessiz çalışırlar, ışık yaymazlar ve canlılara zarar vermezler. Sadece göçmen kuşlar tarafından su zannedilme tehlikeleri vardır, bu konu da göçmen kuşların güzergâhlarına kurulum yapılmayarak doğacak zararlar önlene bilinmektedir.

2015 sonu itibarıyla dünyadaki toplam yoğunlaştırılmış termal güneş enerjisi kurulumları 4.755 MW güçte elektrik üretmiş bulunmaktadır.⁶⁶

Tablo 1.16. Fotovoltaik ve Yoğunlaştırılmış Güneş Enerji Kapasitesinde En Yüksek On Ülke (2015 Sonu İtibariyle)

Ülkeler	Fotovoltaik güneş enerji kapasitesi (GW)	Ülkeler	Yoğunlaştırılmış güneş enerji kapasitesi (MW)
Çin	43,5	İspanya	2.300
Almanya	39,7	Amerika	1.738
Japonya	34,4	Hindistan	225
Amerika	25,6	Fas	180
İtalya	18,9	Güney Afrika	150
İngiltere	9,1	Birleşik Arap Emirlikleri	100
Fransa	6,6	Cezayir	25
İspanya	5,4	Mısır	20
Hindistan	5,2	Avustralya	12
Avustralya	5,1	Tayland	5
Diğer ülkeler	33,5	Diğer ülkeler	0
Dünya Toplam	227	Dünya Toplam	4.755

Kaynak: REN21, Renewables 2016-Global Status Report, 2016, s.146

⁶⁶ REN21, **Renewables 2016-Global Status Report**, 2016, p.147

Renewables 2016 Global Status Report verilerine göre, 2015 yılı itibariyle fotovoltaik panel kapasitesiyle pazarda dünya liderliğini 43,5 GW ile Çin elde etmiş bulunmaktadır. Onun ardından 39,7 GW ile Almanya, 34,4 GW ile Japonya, 25,6 GW ile Amerika, 18,9 GW ile İtalya gelmektedir. Dünya toplam fotovoltaik güneş enerji sistemi kapasitesi toplamı 227 GW düzeyindedir. Yoğunlaştırılmış güneş enerji santrali kapasitesi olarak ise dünya toplamı 4.755 MW olup, 2.300 MW ile İspanya ilk sırada yer almış iken diğer ülkeler; 1.738 MW ile Amerika, 225 MW ile Hindistan, 180 MW ile Fas ve 150 MW ile Güney Afrika takip etmektedirler. Fotovoltaik ve Yoğunlaştırılmış güneş enerji sistemleri kurulu kapasiteleri karşılaştırıldığında fotovoltaik güneş enerji sistemleri yoğunlaştırılmış güneş enerji sistemlerinden yaklaşık 50 kat daha fazla yaygın kullanıldığı anlaşılmaktadır.⁶⁷

Tablo 1.17. Güneş Kolektörü Kapasitesi En Yüksek Olan 18 Ülke (2014 Sonu İtibariyle)

Ülkeler	Güneş Kolektörü Kapasite (GW)
Çin	289,5
Amerika	17,0
Almanya	12,8
Türkiye	12,7
Brezilya	7,7
Avustralya	5,9
Hindistan	5,2
Avusturya	3,6
İsrail	3,2
Yunanistan	3,0
İtalya	2,8
Japonya	2,6
İspanya	2,4
Meksika	2,0
Fransa	1,8
Polonya	1,2
İsviçre	1,0
Danimarka	0,7
Diğer ülkeler	32,9
Toplam	408

Kaynak: REN21, Renewables 2016-Global Status Report, 2016.

Dünya güneş kolektörü kapasitesi 2014 yılı sonu itibariyle 408 GW olup kapasite yüksekliği sıralamasına göre ülkeler; 289,5 GW ile Çin ilk sırada akabinde 17,0 GW

⁶⁷ A.e, s.145

ile Amerika, 12,8 GW ile Almanya, 12,7 GW ile Türkiye, 7,7 ile Brezilya, 5,9 GW ile Avusturalya ve 5,2 GW ile Hindistan gelmektedir.⁶⁸

Dünyanın en büyük PV-güneş santrali unvanı 2016 yılında Amerika'daki 579 MW'lık Solar Star I ve II santralinden Çin'deki 850 MW'lık Longyangxia Santraline geçmiştir. Bununla birlikte, en büyük ikinci PV-güneş santrali Hindistan'da 648 MW'lık Kamuthi üretime başlamış ve Amerika'daki Solar Star I ve II üçüncü sıraya gerilemiştir.⁶⁹

IEA'nin hazırlamış olduğu 2016 Güneş Enerjisi Isıtma ve Soğutma Programı verilerine göre güneş enerjisi piyasasında 2014 yılından sonra %25 seviyelerinde büyüme gözlemlenmektedir. 2015 yılında ise 50 GW düzeyindeki kapasite artışı kaydedilmiş olup küresel ölçekte toplam 227 GW üretim düzeyine ulaşılmıştır. Bölgesel olarak güneş enerji sistemi kurulu gücünde kapasitesi en fazla olan bölgeler; Avrupa ilk sırada yer alırken, akabinde Asya ve Kuzey Amerika gelmektedir. Diğer taraftan dünya genelinde güneş fotovoltaik sistem kapasitesi en fazla olan ülkeler sırasıyla Çin, Almanya, Japonya, Amerika ve İtalya olarak sıralanmaktadır. Ayrıca güneş ışınlarından ısı elde etme potansiyeli açısından Türkiye, ilk sıralarda yer alan Çin, ABD ve Almanya'yı takip etmektedir. Anlaşıldığı üzere Çin güneş enerjisinden faydalanma konusunda oldukça önemli bir konuma sahiptir.

Yoğunlaştırılmış güneş enerji sistemleri kapasite artışında Fas, 2015 yılında kapasitesini 160 MW arttırarak ilk sırada yer almıştır. Ardı sıra 150 MW ile Güney Afrika ikinci ve 110 MW ile Amerika üçüncü sıralarda konuşlanmaktadır. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisinin toplam kapasitesi baz alındığında ise ilk sırada İspanya gelmektedir. 2015 yılı yoğunlaştırılmış güneş enerjisi tesislerinin kapasitesindeki 40 GW termal artış ile birlikte 435 GW termal düzeyine ulaşmış ve yaygınlaştırılması bakımından oldukça önemli bir dönem oluşturmuştur.⁷⁰

⁶⁸ A.e, s.147

⁶⁹ EÜAŞ, 2016 Elektrik Üretim Sektör Raporu, Mayıs 2017, s. 10

⁷⁰ Erdal Tanas Karagöl ve İsmail Kavaz, "Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji: Türkiye", Analiz, Seta, 197, Nisan 2017. s.14

Türkiye'nin bulunduğu, konum güneş enerjisi potansiyeli açısından gayet iyi durumdadır. Türkiye'nin güneş enerji kapasitesinin bölgelere göre dağılımına bakıldığında ilk sırada Güneydoğu Anadolu Bölgesi gelmektedir. Takiben Akdeniz, Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgeleri sıralanmaktadır. Bu alandaki en düşük potansiyele sahip bölge ise Karadeniz'dir. Bölgesel dağılım Tablo 1.18'de verilmiştir.

Tablo 1.18. Türkiye'de Bölgelere Göre Güneş Enerjisi Potansiyeli

Bölgeler	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m²-yıl)	Güneşlenme Süresi (saat/yıl)
Güney Doğu Anadolu	1.460	2.993
Akdeniz	1.390	2.956
Doğu Anadolu	1.365	2.664
İç Anadolu	1.314	2.628
Ege	1.304	2.738
Marmara	1.168	2.409
Karadeniz	1.120	1.971
Toplam	9.121	18.359

Kaynak: YEGM

Türkiye'nin enerji geleceğinde güneş enerjisinin önemli bir rol üstleneceği öngörülmektedir. Bu öngörü sadece Türkiye'ye özgü olmayıp dünyanın birçok ülkesinin enerji geleceği için de geçerlidir. Türkiye'de çok yaygın olarak kullanılan, güneş enerjisi ile su ısıtan mekanizmalar güneşin enerji potansiyelinin en fazla %5'i düzeyinde sarfiyat gerçekleştirmektedir. Yani güneş enerjisinin mevcut potansiyelinin %95'lik kısmı atıl durumdadır. Elektrik üretiminde kullanılan güneş enerjisinin Türkiye'nin enerji politikasında ki önemi ise belirlenen hedeflerden de anlaşılacağı üzere gün geçtikte artmaktadır. Elektrik üretiminde kullanılan güneş enerjisinin küçük uygulamaları olan trafik lambaları, park-bahçe aydınlatmaları, yol uyarı levhaları ve verici istasyonları gibi yerlerde sıkça karşılaşmamız kullanım alanının hızla arttığının göstergesidir. Hatta hazırlanan yasal düzenlemeler ve devlet

destekleriyle birçok yerde, kurulmuş güneş enerjisi tarlaları, güneş enerji panelleriyle kaplanmış konut çatı ve dış cepheleri ile karşılaşmaktadır. Dahası bu sistemlerle üretilen enerji ihtiyaç fazlasının ulusal sistemlere satıldığı gözlemlenmektedir.⁷¹

Coğrafi konumun nedeniyle güneş enerjisi açısından yüksek potansiyele sahip olan Türkiye'nin güneşlenme süresi, yıl içerisinde farklılık gösterse de yıllık olarak yaklaşık 2.738 saattir. Günlük ortalama 7,5 saat güneşlenme potansiyeline sahip olan Türkiye'nin güneş ışınlarından yararlanma olanağı Almanya'ninkinden %60 daha fazladır. Ancak bu potansiyelin Almanya kadar değerlendirilmediği 2015 yılı kurulu güç kapasite artışına bakıldığında ancak Almanya'nın %0,6'sı kadar bir ilerleme kaydedildiğinden anlaşılmaktadır.⁷²

Türkiye'deki kurulu güç kapasitesi 2014 yılında yaklaşık 40 MW iken 2015 yılı itibarıyla %519 artış göstererek 249 MW'a ulaşmıştır. 2016'da ise 830 MW seviyesine ulaşmıştır. Toplam kurulu güç kapasitesi içinde güneş enerjisinin payı yaklaşık olarak %1 düzeyinde gerçekleşmiştir. 2010 yılına değin Türkiye'de güneş enerjisi çoğunlukla çatılarda termal güneş panelleri olarak su ısıtma maksatlı kullanılmaktayken, 2010 yılı itibarıyla güneş paneli sistemlerinde bir artış gözlemlenmiş ve güneş ışınlarından elektrik enerjisi üretimi alanında çalışmalar giderek artmıştır. Türkiye en kısa zamanda coğrafi konumunun avantajlarını kullanarak güneş enerjisi kullanımını arttırmalı ve Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı perspektifinde 2023 yılı ısıtma ve soğutma gereksiniminin en az %15'inin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması hedefine ulaşmak için gerekli gayreti sarf etmelidir. Bu doğrultuda güneş enerjisinin daha verimli, etkin, yenilikçi ve teknolojik bir biçimde kullanılması gerekmektedir.⁷³

1.2.4.3.4. Hidrojen Enerjisi

20. yüzyılın enerji taşıyıcısı elektrik, 21. yüzyılın enerji taşıyıcısı ise hidrojen olarak tanımlanmaktadır.⁷⁴ Takriben otuz yılı aşkın bir süredir hidrojen üretiminde meydana

⁷¹ Yazar, Yusuf, "Türkiye'nin Enerjideki Durumu ve Geleceği", **SETA Analiz**, Aralık 2010, s.20

⁷² ETKB, (Çevrimiçi), <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes>, 20 Mayıs 2019

⁷³ Karagöl, **a.g.e**, s.22

⁷⁴ http://www.eie.gov.tr/teknoloji/h_enerjisi.aspx

gelen gelişmelerle, kimya ve petrol sanayisinde dünya genelinde giderek büyüyen bir hidrojen ekonomisi oluşmaktadır. Hidrojen, belirtilen özelliklerinden ötürü geleceğin temiz enerji sistemleri için mükemmel bir tamamlayıcı olarak görülmektedir. Hidrojen enerjisi; kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların hızla tükenmesi nedeniyle yenilenebilir enerji arayışları içinde çevreyle uyumlu “geleceğin enerjisi” olarak zikredilmektedir. Fosil yakıtların gelecekteki tek alternatifi olarak ifade edilmektedir. Güvenli ve kolay taşınabilirliği, taşınması esnasında enerji kaybının çok az oluşu, taşıtlarda, evlerde ve sanayide kullanıma uygunluğu ve temiz kullanım özelliğine sahip oluşu hidrojen enerjisine geleceğin enerjisi olma misyonunu yüklemektedir. Bunlara ilaveten karbon içermeyişi, ekonomik oluşu ve ısı, elektrik ve mekanik enerjiye kolay dönüşebilirliği diğer enerji kaynaklarından daha fazla bir değer atfedilmesine haklı gerekçeler oluşturmaktadır. Sentetik bir yakıt olan Hidrojen, doğal yakıt değildir ve birincil enerji kaynaklarından faydalanılarak biyokütle, su ve fosil yakıtlar gibi değişik hammaddelerden üretilmektedir.⁷⁵

Hidrojenin elde edildiği kaynaklar çeşitli ve fazladır. Fosil yakıtlardan üretilebildiği gibi rüzgâr, güneş, hidrolik enerji gibi yenilenebilir enerji çeşitlerinin kullanılmasıyla su elektrolizi yöntemiyle üretilebilmektedir. Biyokütleden temini ve biyolojik süreçlerle üretimi de mümkündür. Günümüzde hidrojen, çoğunlukla doğal gazdan buhar dönüşümü ile sağlanmaktadır. Suyun elektrolizi bilindik bir yöntem olsa da ekonomik olmayışı kullanımını engellemektedir. Aynı şekilde güneşten biyoteknolojik yöntemlerle hidrojen üretiminin de ekonomikleştirilmesi için araştırma-geliştirme çalışmaları devam etmektedir.⁷⁶

Türkiye’nin 1993 yılındaki Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Raporu çerçevesinde, hidrojen teknolojisine yüzeysel değinilmekle beraber, resmî bir hüviyet kazanan kalkınma planında hidrojenden bahsedilmemektedir. Bu konuda somut olarak yapılan çalışma, 2003 yılında Viyana’da, Birleşmiş Milletler Endüstri Geliştirme

⁷⁵ Hidrojen Enerjisi hakkında, (Çevrimiçi), http://www.emo.org.tr/ekler/3f010d6bc392b90_ek.pdf, 22 Haziran 2019

⁷⁶ Sıtkı Kemal İder, “Hidrojen Enerji Sistemi”, **TMMOB Metalürji Mühendisleri Odası Dergisi**, Sayı 134 Sayı 134, s.101-105, İstanbul, Temmuz 2003.

Organizasyonu (UNIDO) ve Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti arasında, Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezi (ICHET) kurulmasına yönelik anlaşmanın imzalanmasından bahsedilebilir.⁷⁷ ICHET projesinin amacı, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında hidrojen teknolojileri konusunda bir birliktelik sağlamak ve uygulamalı AR-GE çalışmaları ile hidrojen teknolojilerinin geliştirilmesini sağlamaktır

Hidrojen kaynaklarından biri olan hidrojen sülfür (H_2S), Karadeniz'in derinliklerinde oluşan aşırı kirlenme sonucunda meydana gelmektedir. Hidrojen sülfürün bulunduğu Karadeniz dipleri oksijen bakımından oldukça fakir olup hidrojen sülfürün yüksek oranda toksin içermesi ve kötü kokular yayması deniz canlılarının 150 ila 200 metre derinlikten sonra yaşayamamalarına sebep olmaktadır. Hidrojen sülfürün çevreye vermiş olduğu zararları minimize etmek için bileşenlerine ayrılması gerekmektedir. Hidrojen sülfür bileşenlerine ayrışması sonucu meydana gaz fazında kükürt ve hidrojen çıkmaktadır. Bileşenlerine ayırma işlemi yardımıyla Karadeniz'in zengin hidrojen sülfür kaynakları hidrojen enerjisi elde etmek için mutlaka değerlendirilmelidir. Böylelikle denizin dibinde atık şeklinde bulunan hidrojen sülfürden Türkiye'nin en temel bir ihtiyacı olan enerji karşılanmış olacaktır. Giresun, Samsun, Sinop ve Zonguldak açıklarında H_2S 'e daha yakın mesafede ulaşıla bilinmektedir. Karadeniz-Güneş-Rüzgâr-Hidrojen Enerji Sistemi Projesi (KGRHES) bu bağlamda dikkate alınması gereken önemli bir proje sayılmaktadır. Karadeniz dip sularında bulunan H_2S miktarı göz önünde bulundurularak elde edilecek hidrojen kapasitesi hesaplandığında, bu durumun bölge açısından ciddi bir önem oluşturduğu kanısına varılmaktadır. Karadeniz diplerinde mevcut hidrojen sülfürün tamamı ayrıştırılırsa $268,823 \times 10^6$ ton hidrojen üretilmesi öngörülmekte. Bir evin yıllık enerji tüketim miktarı takriben 3600 kWh olarak varsayılırsa ve Karadeniz'de takriben 10 milyon ailenin yaşadığı düşünülürse, yıllık enerji talebi toplamı $3,6 \times 10^{10}$ kWh olarak hesaplanmaktadır. Bu talebin tamamının bir tek Karadeniz diplerinden üretilecek hidrojen enerjisinden karşılanması durumunda bölgenin yaklaşık 180 yıllık enerji gereksinimini gidereceği tahmin edilmektedir. Bu devasa

⁷⁷ http://www.eie.gov.tr/teknoloji/h_ichet.aspx, (Çevrimdışı), 20 Ağustos 2017

kaynağın bir an evvel kullanılması, enerji için ödenen yüz milyarlarca doların tasarrufu ve dışa bağımlılığın azalması açısından hayati önem arz etmektedir.⁷⁸

Dünyada hidrojen enerjisi üzerine yapılan çalışmalar çoğunlukla, ABD, AB'nin bazı ülkeleri ve Japonya olmak üzere sınırlı sayıdadır. Yapılan çalışmalar çoğunlukla otomobil sanayine dayalı yakıt pili modelleri olarak karşımıza çıkmaktadır.⁷⁹

Hidrojen diğer yakıtlara oranla pahalı olmasından ötürü günümüz itibariyle hak ettiği kullanım potansiyeline sahip değildir. Fakat uzun dönemde gelişen teknolojinin, hidrojeni hak ettiği kullanım potansiyeline ulaştıracağı tahmin edilmektedir.⁸⁰

1.2.4.3.5. Jeotermal Enerji

Yunanca “jeo” (yer) ve “termal” (ısı) sözcüklerinin birleşiminden oluşan jeotermal, yer kabuğunun farklı derinliklerindeki magma ve kayalarındaki radyoaktiflikle oluşan sıcaklıktan birikmiş ısının oluşturduğu bir enerji türü olarak tanımlanmaktadır. Yerkabuğunun çatlak ve kırık bölgelerinden derinlere süzülen meteorik sular bu yer altı ocaklarında ısıtıldıktan ve mineralce zenginleştikten sonra basınç ve yoğunluk farkından dolayı yükselirler. Sıcak su ve buhar olarak yeryüzüne çıkan jeotermal kaynaklar ve diğer su çeşitlerine göre daha fazla erimiş mineral ve gazlar içermektedir.⁸¹

Dünya elektrik üretiminde yenilenebilir enerji önemli bir yere sahiptir. 2015 yılı verilerine göre, yenilenebilir kaynaklar toplam küresel elektrik üretiminin %23,7'sini teşkil etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşidine göre bu oran içindeki dağılımı; hidroelektrik santralleri %16,6'sını, rüzgâr %3,7'sini, biyoenerji %2'lik kısmını, fotovoltaik güneş sistemleri %1'ini ve kalan %0,4'lük kısmı ise jeotermal ve diğer ikincil enerji kaynaklarından temin edilmektedir. Verilerden de anlaşılacağı

⁷⁸ Nihat Öztürk, Mehmet Bilgiç, and Cemali Arslan, "Hidrojen Enerjisi ve Türkiye'deki Hidrojen Potansiyeli", 2005, (Çevrimiçi), " http://www.emo.org.tr/ekler/51c5ffd6b62cc21_ek.pdf20 Ağustos 2017

⁷⁹ Hidrojen Enerjisi hakkında, (Çevrimiçi), http://www.emo.org.tr/ekler/3f010d6bc392b90_ek.pdf, 22 Haziran 2019

⁸⁰ Nurel Kılıç, “Geleceğin Enerjisi Olarak Adlandırılan Hidrojen Enerjisi”, **Arge Bülten**, İzmir Ticaret Odası, İzmir, Ekim, 2009, s.24-25

⁸¹ Baki Canik, Mehmet Çelik, Zafer Arıgün, "Jeotermal Enerji", Ankara üniversitesi Fen Fakültesi, Döner Sermaye İşletmesi Yayınları No:59 Mayıs 2009, s.1.

üzere jeotermal enerji henüz yenilenebilir enerji kaynakları içinde hak ettiği konuma ulaşmamış durumdadır.⁸²

En büyük jeotermal doğrudan kullanım kapasitesine sahip ülkeler sırasıyla; 6,1 GW ile Çin birinci sırada gelirken ardından, 2,9 GW ile Türkiye, 2,1 GW ile Japonya, 2,0 GW ile İzlanda, 1,0 GW ile Hindistan, 0,9 GW ile Macaristan, 0,8 GW ile İtalya ve 0,6 GW ile Amerika gelmektedir. 2015 yılı toplam küresel kapasitenin yaklaşık %80'ini bu sekiz ülke, oluşturmaktadır.

Kurulu kapasiteye paralel olarak, doğrudan jeotermal ısıyı kullanım sıralaması, 20,6 TW ile Çin lider konumundayken diğer en iyi kullanıcı ülkeler; Türkiye 12,2 TW, İzlanda 7,4 TW, Japonya 7,1 TW, Macaristan 2,7 TW, Amerika 2,6 TW ve Yeni Zelanda 2,4 TW olarak sıralanmaktadır. 2015 yılındaki doğrudan jeotermal enerji kullanımının yaklaşık %70'ini bu ülkeler oluşturmaktadır. Kişi başına düşen doğrudan kullanım miktarı sıralamasında; 22 MWh ile İzlanda en yüksek tüketim düzeyine sahip iken ardından 0,5 MWh ve daha aşağısı ile Yeni Zelanda, Macaristan, Türkiye ve Japonya gelmektedir.⁸³

Jeolojik yapı itibarıyla Alp-Himalaya kuşağında olan Türkiye, güçlü bir jeotermal potansiyeline sahiptir. Türkiye volkanik ve tektonik özelliklerinden de anlaşılacağı üzere dünya jeotermal kuşağında bulunmaktadır. Ege bölgesindeki tektonik çöküntü bölgeleri, Kuzey Anadolu deprem kuşağı ve diğer volkanik bölgelerimiz, jeotermal kaynaklar ve akışkanlar bakımından başlıca potansiyel alanları oluşturmaktadır.⁸⁴

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün (MTA) yaptığı çalışmalara göre Türkiye'nin toplam termal ısı potansiyeli 31.500 MW olarak saptanmış olup bu potansiyel ile Türkiye, Avrupa'da birinci ve dünyada ise yedinci sırada gelmektedir.⁸⁵

⁸² Karagöl, **a.g.e**, s.22.

⁸³ REN21, **Renewables 2016-Global Status Report**, 2016, p.52.

⁸⁴ İsmet Ülker, "Sağlık Turizmi: Kaynaklar, Planlama, Tanıtım." TC Turizm Bakanlığı, 1994.

⁸⁵ Karagöl, **a.y**

Tablo 1.19. Türkiye’nin Elektrik Enerjisi Üretiminin Birincil Enerji Kaynaklarına göre Dağılımı (2016, Yüzde)

Kaynak	%
Doğalgaz	32,4
Kömür	32,4
Hidrolik	26,2
Rüzgâr	5,6
Jeotermal	1,7
Güneş	0,3
Diğer	1,4
Toplam	100

Kaynak: ETKB

2016 yılı Türkiye elektrik üretiminin kaynaklara göre sınıflandırıldığında kömür ve doğalgaz kaynaklarının üstünlüğü gözlemlenmektedir. Barajlar ve hidroelektrik santraller aracılığıyla elektrik üretimi ise üçüncü sırada olup yenilenebilir enerji kaynakları arasında ilk sırada bulunmaktadır. Rüzgâr, jeotermal, güneş ve diğer enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payları ise %10’un altında seyretmektedir. (Tablo 1.19) Yenilenebilir enerji kaynakları toplam elektrik üretimin yaklaşık %35’lik kısmı karşılamaktadır.⁸⁶

1.2.4.3.6. Biyokütle ve Biyoyakıtlar

Günümüz dünyasında biyokütle olarak isimlendirilen ve kendi içinde değişik sınıflandırmalara ayrılan kaynaklar yüzyıllar boyu ısınma ve yemek pişirme amaçlı kullanılmışlardır. Artan enerji gereksiniminin karşılanması, fosil yakıtların sebep olduğu çevre kirliliğini azaltma, egzoz emisyonlarının sağlık açısından zararlarının azaltılması, enerji güvenliği sağlamak, enerjide dışarıya olan bağımlılığı azaltmak ve

⁸⁶

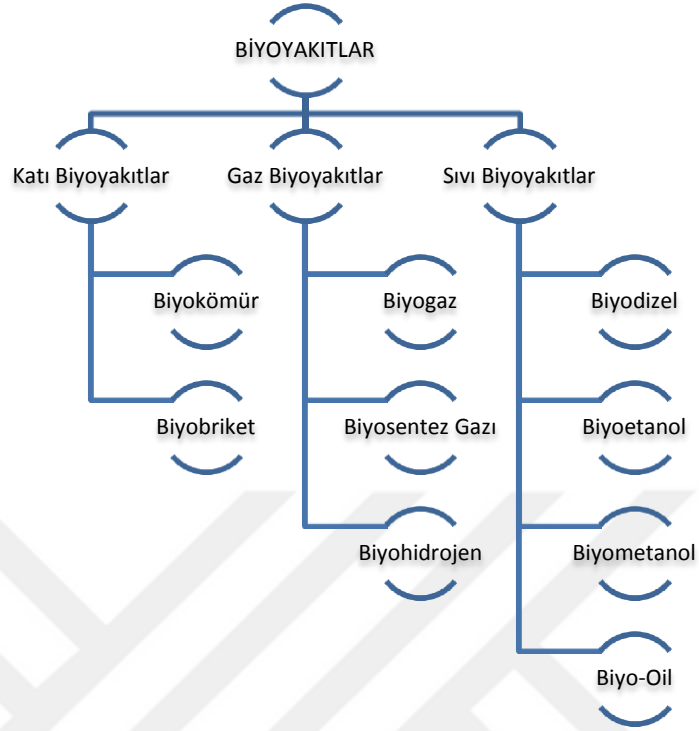
http://www.jeotermal.com/dokumanlar/dosyalar/JEOTERMAL_ENERJ_1_JEOTERMAL_ENERJ_N_KAYNAI.pdf, (Çevrimdışı), 10 Eylül 2017

kırsal kalkınmanın sağlanmasına yardımcı olma arayışları biyoyakıtları gündeme getiren gerekçeler olarak sayılabilir.⁸⁷

Biyokütle kaynaklarına ilişkin değişik tanımlamalar ve sınıflandırmalar yapılmakla birlikte, temelde ısınma ve pişirme maksatlı olarak bitki ve hayvan kalıntılarının kullanıldığı kaynaklar olarak bilinmektedir. Buna ek olarak, modern biyokütle kaynakları arasında; orman ve ağaç ürünleri atıkları, enerji tarımı bitkileri, enerji ormancılığı ürünleri, kentsel atıklar, tarım kesimindeki bitkisel ve hayvansal atıklar ve tarıma dayalı endüstri atıkları yer almaktadır. Isı enerjisi elde etmek veya elektrik üretmek amacıyla yakıt olarak yararlanılabilen biyokütle enerjisi, çeşitli teknolojiler yardımıyla; katı, sıvı ve gaz yakıtlar halinde kullanılabilir. Biyokütleden üretilen biyoyakıtlar, fosil yakıtlarla birlikte de kullanılabilirler. Biyolojik kökenli yakıtların sınıflandırılması Şekil 1.2’de belirtilmiştir. Biyokütle enerjisi; genel olarak doğadaki mevcut tarımsal kökenli ürünlerden biraz daha farklı biyolojik, fiziksel ve kimyasal yöntemler ile üretilen, ticari özelliğe sahip ve belirli konularda standartlar edinmiş olan katı, sıvı ve gaz haldeki bitkisel enerji kaynakları olarak bilinmektedir. Farklı yöntemler kullanılarak doğadaki çeşitli formlarda bulunabilen biyokütle enerjisinden biyoenerji üretilmektedir. Elyaf ve odun artıkları endüstri sektöründe, kısa süreli rotasyon bitkileri, enerji bitkileri ve tarım artıkları tarım sektöründe, ormanlar ürünleri artıklarının ısınma, elektrik ve diğer biyoenerji çeşitlerinin üretiminde kullanıldığı gözlemlenmektedir.⁸⁸

⁸⁷ Ali Sabancı, M.N. Ören, B. Yaşar, H.H. Öztürk, M. Atal, "Türkiye’de Biyodizel ve Biyoetanol Üretiminin Tarım Sektörü Açısından Değerlendirilmesi." **Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi**, 2010: 11-15.

⁸⁸ Mustafa Taşyürek, Acaroğlu M., “Biyoyakıtlarda (Biyomotorinde) Emisyon Azaltımı ve Küresel Isınmaya Etkisi.” **Uluslararası Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel Etkileri Konferansı**, Konya, 2007.



Şekil 1.2. Biyolojik kökenli yakıtlar

Kaynak: Filiz Karaosmanoğlu, “Biyomotorin ve Türkiye” Enerji, (1), 35-38, 2001. (Çevrim dışı), <http://www.biyomotorin-biodiesel.com/biomoto.htm>, 8 Temmuz 2018

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan biyoyakıtlar, kısa süre önce yaşamış organizmalar ya da bu organizmaların metabolik çıktılarından elde edilir. Fosil yakıtlarda olduğu gibi bitkilerin fotosentez sonucu tutmuş oldukları güneş enerjisinin depolanmış hali biyoyakıt olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat fosil yakıtların aksine biyoyakıtların yakılması sonucu atmosferdeki net karbondioksit miktarında artmamaktadır. Çünkü bitkiler havadaki karbondioksiti parçalamaları sonucu bünyelerine atmosferdeki mevcut karbondioksit dâhil olmuştur. Bu sebepten karbondioksit miktarının artışını engellemek için fosil yakıtlar yerine biyoyakıtlar kullanılmalıdır⁸⁹.

Dünyada üretimi ve kullanımı giderek artan biyoyakıtlar, ülkelerin tarımsal kaynak türüne göre biyodizel ve biyoetanol olmak üzere iki ana çeşitle karşılaşılmaktadır.⁹⁰

⁸⁹ Aydın, a.g.e. s.211

⁹⁰ Sabancı, a.g.e, s.11-15

Ülkelerin biyodizel veya biyoetanol üretimi için kullandıkları tarımsal ürünler, şartlara bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Amerika biyodizel üretiminde soya bitkisini, Avrupa ülkeleri ise kolza (kanola) bitkisini kullanmaktadırlar. Kolza ve aspir biyodizel hammaddesi, buğday ve mısır ise biyoetanol hammaddesi olarak bu ülkelerdeki en yoğun kullanılan ürünler sınıfında bulunmaktadır. Ayrıca Hindistan’da jotraba, Brezilya’da soya, Malezya’da palm bitkisi biyoyakıt üretimi için tercih edilen bitkiler olarak bilinmektedir. Türkiye’de genel olarak etanol, benzin katkı maddesi olarak öne çıkmaktadır. Etanolün benzine %5 oranında karıştırılması durumunda biyoetanol iyi bir oktan artırıcı halini almaktadır. Türkiye için çok yeni bir enerji kaynağı olan biyoetanol için henüz iyi bir pazarın oluştuğundan söz edilememektedir. Şeker kamışı, mısır, patates, şeker pancarı, tatlı sorgum, tarımsal atıklar, odunsu atıklar ve selüloz içerikli evsel atıklar etanolün en fazla üretildiği bitkiler olarak sayılmaktadır.⁹¹

Biyodizel üretiminin, dünyada ve Türkiye’de özellikle 2000’li yıllardan sonra hız kazandığı söylenebilir. Biyodizel, genellikle tarım ürünlerinden elde edilen, çeşitli atık yağlardan üretilen ve arz miktarı diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla daha kolay düzenlenebilen ve depolanabilen önemli bir yakıt olarak bilinmektedir. Biyodizel üretiminin giderek yaygınlaşmasının önemli bir sebebi, güneş ve rüzgâr enerjisi gibi diğer yenilenebilir enerji kaynakları üretimine kıyasla daha düşük maliyetli ve daha kolay üretiliyor özellikte olmasıdır. Bununla birlikte sanayi, tarım ve çevre sektörlerinin birlikte çalışmasına elverişli bir üretim sürecinin olması, ilgili sektörlerle ilave gelir ve istihdam olanakları sunması, biyodizel teknolojisinin daha hızlı gelişmesini sağlamaktadır. Türkiye’de biyoyakıtlar çeşitleri incelendiğinde biyodizelin, biyogaz ve biyoetanole kıyasla daha fazla piyasasının olduğu bilgisiyle karşılaşılmaktadır. Biyodizel üretiminde Türkiye’nin 2007 yılından önce biyodizel işleme konusunda önemli bir potansiyele sahip olduğu bilinmekle birlikte enerji sektöründe yaşanan sorunlardan ötürü 2007 yılından itibaren bu potansiyelin atıldığı ve sektörde faaliyet gösteren üreticilerin

⁹¹ Fikret Akınerdem, “Türkiyede Biyoyakıtlar ve Hammadde Temini.” Biyoyakıtlar ve Biyoyakıt Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı. TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası.12-13 Aralık, Ankara, 2007, s. 63-70,

kayıt dışı üretime yöneldiği gözlemlenmektedir. Hammadde sorunu, denetimler ve yüksek ÖTV benzeri konularda karşılaşılan problemler sektörde faaliyet gösteren üreticilerin üretimi sonlandırmalarına neden olmuştur. Bu durum dünyada Almanya'dan sonra ikinci sırada yer alan Türkiye'nin biyodizel işleme potansiyeli atıl duruma düşmüştür. Türkiye'de biyodizel üretiminin gerilemesi hatta zaman zaman durma noktasına gelmesinde; kalite ve standartlara yönelik uygulamalar, sektörü kayıt altına almak için yapılan çalışmalar, biyodizel mevzuatı, hammadde tedarikinde yaşanan problemler ve sektöre yönelik yüksek ÖTV uygulamaları gibi durumlar etkili olduğu varsayılmaktadır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre 2014 yılı biyodizel üretim miktarı 32.240 ton ve biyoetanol üretimi ise 68.643 ton olarak ifade edilmiştir. Ayrıca biyokütle atık potansiyelinin yaklaşık 8.6 MTEP, üretilebilecek biyogaz miktarının ise 1,5-2 MTEP olduğu tahmin edilmektedir.⁹²

Renewables 2016 Global Status Report verilerine göre 2014 yılı dünya enerji tüketiminin %14'ünü biyokütle enerjisi oluşturmaktadır. Tüketilen toplam biyokütle yakıtlarının %74'ünü etanol yakıtlar, %22'sini biyodizel yakıtlar ve %4'ünü hidrojen ile işlem görmüş bitkisel yağlar teşkil etmektedir. Dünya geneli biyokütle enerji üretimi incelendiğinde %46 ile Amerika'nın birinci, %24 ile Brezilya ikinci sırada yer alırken kalan %15'in Avrupa Birliği ve diğer %15'lik kısmı ise diğer ülkelerin ürettiği belirtilmiştir.⁹³

Biyokütle, AB ülkelerinde de giderek yaygınlaşmaktadır. Birlik üyelerinin toplam enerji tüketim miktarının %7'lik kısmını biyokütle enerjisinden sağlamaları somut bir gösterge olarak kabul edilebilir.⁹⁴

⁹²

ETKB,

(Çevrimiçi),

<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%B0YOETANOLDE+G%C3%9CNCE L+DURUMU.pdf>, 28 Kasım 2017

⁹³ REN21, Renewables 2016-Global Status Report, 2016, s.47

⁹⁴ Yüksel Bayraktar ve H. İbrahim Kaya, "Kamu Teşviklerinin Yenilenebilir Enerji Yatırımları Üzerine Etkisi: Türkiye Örneği.", ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies), No:1, 2016

2015 yılı küresel elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı %23,7 olup hidroelektrik santralleri bu oranın 16,6'sını rüzgâr, %3,7'sini biyoenerji, %2'sini fotovoltaiik güneş sistemleri %1'ini ve jeotermal %0,4'ünü oluşturmaktadır.⁹⁵

Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya, Almanya ve Arjantin dünya genelinde biyodizel üretiminde önde gelen ülkeler olarak bilinmektedir. Biyodizelin küresel üretimi 2014'te önemli bir artışın ardından (%13 ile 30,4 milyar litre), 2015'te küçük bir düşüşle 30,1 milyar litreye geriledi. Arjantin ve Endonezya'da sınırlı üretim bu düşüşün sebebi olarak ifade edilmektedir.⁹⁶

1.2.4.3.7. Dalga Enerjisi

Dünyadaki yenilenebilir enerji kaynaklarından biri de dalga enerjisidir. Yeryüzü şekilleri ısınma farklılıkları neticesinde oluşan rüzgârların deniz yüzeyinde esmesi sonucu dalgalar meydana gelmektedir. Oluşan bu dalgaların enerji elde edilmesinde kullanıldığı ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından daha verimli bir yapıya sahip olduğu ifade edilmektedir. Dalgadan enerji elde etmek için yapılan araştırmalar 1970 yıllarında ciddiye kazanmıştır.⁹⁷ Gerekli sistemlerin kurulması durumunda kaynak bol ve çoğu ülkenin ulaşabileceği kadar yaygındır.

Avrupa ülkelerinde sürekli geliştirilmekte olan dalga enerjisi programlarında, Türkiye'nin henüz yeterli olmadığı gözlemlenmektedir. Türkiye, üç tarafı denizlerle çevrili olması itibarıyla, üretim maliyetleri düşürüldüğü ölçüde mevcut dalga hareketi potansiyelinden istifade edebilir.

Dalga enerjisinin avantajları olarak; güç kaynağının limitsiz olması, fosil yakıtlara alternatif oluşturması, çevreyle uyumlu bir kaynak olması, iş sahası açması, elektrik şebekesi ağını genişletmesi, tuzlu suyun tatlı suya dönüştürülüp pompalanmasına yardımcı olması ve deniz ortamında yapılacak diğer çalışmalarda potansiyel teknolojinin kullanımına elverişli olması gibi unsurlar zikredilmektedir. Bununla

⁹⁵ Karagöl, a.g.e, s.19

⁹⁶ REN21, **Renewables 2016 Global Status Report**. s.47

⁹⁷ Aydın, a.g.e, s.221

birlikte; her dalga boyutunun enerji eldesi için uygun olmayışı, gemi rotalarının güvenliği, su altı kablo ve boru hatları, denizlerin tatbikat alanı olarak kullanılması karşılaşılabilecek güçlükler arasında sayılmaktadır. Dezavantajları olarak ise uzun dönemli istatistiklere ihtiyaç duyulması, nakil hatlarının inşaa ve bakım maliyetlerinin yüksek oluşu, gürültü ve görsel kirliliklere sebep olma kaygısı sayılmaktadır.⁹⁸

Dalga enerjisinin dünya pazarındaki konumuna baktığımızda henüz istenilen düzeyde olmasa da birçok ülkenin ilgi odağı haline geldiği gözlemlenmektedir. İsveç, İngiltere, Belçika, Fransa, Kanada, Avusturalya, Portekiz ve İtalya bu alanda pilot çalışmalar başlatmışlardır.⁹⁹

Dalga enerjisinin kullanılabilmesi için çok farklı tasarımlar gerçekleştirilmektedir. Bunların önemli bir kısmı, gerek maliyet gerekse de maruz kalınacak güçlükler ve uygulama koşulları nedeniyle proje boyutunda kalınmıştır. Bazı tasarımların ise yapılan deneyler akabinde uygulanabilirliklerinin söz konusu olmadığı anlaşılmıştır. Türkiye'nin öncelikle Kuzey ve Batı kıyılarının dalga enerjisi açısından oldukça zengin olduğu anlaşılmaktadır. Uygun sistemlerin kurulması şartıyla ilgili bölgelerdeki birçok yerleşim birimlerinin elektrik enerjisi gereksiniminin uzun süreli karşılanabileceği tahmin edilmektedir.¹⁰⁰

Türkiye petrol ve doğal gaz rezervleri sıralaması olarak ilk 50 ülke arasında yer alamamakta olup aynı şekilde kömür rezervleri açısından da diğer ülkelerdeki rezervlerle karşılaştırıldığında Türkiye'nin pek iç açıcı bir rezerv oranına sahip olduğu söylenememektedir. Dünya kömür rezervlerinin sadece %0,46'sı Türkiye'de bulunmaktadır. Türkiye'nin sahip olduğu bu rezervin de ne yazık ki büyük bir kısmının kalitesi anca termik santrallerde yakıt olarak kullanılabilecek düzeydedir. Türkiye her ne kadar fosil kaynaklar açısından zengin değilse de su kaynakları, jeotermal, güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi açısından iyi bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir. Su kaynaklarından zaten önemli ölçüde istifade edilmektedir. Türkiye rüzgâr enerjisinde biraz gecikmiş olsa bile başlangıç itibarıyla iyi bir konumda

⁹⁸ Mustafa Sağlam & Tanay Sıdkı Uyar, "Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli." **Elektrik Mühendisleri Odası**, Göztepe İstanbul, 2005

⁹⁹ REN21, **a.g.e.**, s.58

¹⁰⁰ http://www.emo.org.tr/ekler/f8ec8b0f865e613_ek.pdf, (Çevrimiçi), 10 Kasım 2017

olduğu söylenebilir. Öte yandan güneş enerjisini değerlendirmek gerekirse henüz başlangıç düzeyinde olduğu gözlemlenmektedir. Netice itibariyle, ikincil enerji kaynaklarının optimal düzeyde kullanılabilmesi için kat edilmesi gereken ciddi bir mesafe olduğu söylenebilir.¹⁰¹

Enerji kaynakları açısından Türkiye çok zengin olmasa da coğrafi konumu enerji piyasasından faydalanabilecek imkânlar sunmaktadır. Enerji üreticisi olan ülkeler ile enerji talebi olan ülkeler arasında enerji koridoru rolü üstlenmesi enerji açığını finanse edebileceği bir mecra oluşturmaktadır. Bu rol Türkiye'nin enerji politikasının temel bir parçası haline gelmiş durumdadır. Türkiye sahip olduğu coğrafi ve politik konumu itibariyle petrol ve doğalgaz transferi açısından güvenli bir koridor oluşturan stratejik bir iş ortağı olarak görülmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinin güvenilir enerji kaynağı arayışları Türkiye'nin bu pozisyonunu daha güçlü kılmaktadır. Özellikle yakın geçmişte gaz arzında Rusya ile AB ülkeleri arasında yaşanan krizler, AB ülkeleri için Türkiye üzerinden gerçekleşecek alternatif gaz arzının ne kadar önemli bir konu olduğunu açıkça göstermiştir. Enerji arzı güvenliği, birçok ülkenin enerji politikalarında asli bir unsur olarak yer almaktadır. Arz güvenliğinin en önemli kriterlerinden biri de güvenli bir nakil yolu ya da güvenli bir koridor olarak ifade edilmektedir. Türkiye bu konuda politik ve coğrafi olarak gayet güçlü bir potansiyele sahiplik etmektedir. Bu potansiyelin iyi değerlendirilmesi durumunda enerji piyasasında Türkiye'nin söz sahibi olması muhtemeldir.¹⁰²

Tablo 1.20. 2015 Yılı Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynakları Dağılımı

	GW	%
Biyokütle*	1.241,1	1,48
Rüzgâr	11.652,5	13,93
Güneş	194,1	0,23

¹⁰¹ ETKB, “Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü”, 2017, sayı 15, (Çevrimiçi) https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FEnerji%20ve%20Tabii%20Kaynaklar%20G%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm%C3%BCm%C3%BC%2FSayı_15.pdf, 20 Nisan 2019

¹⁰² Yazar, a.g.e, s.20

Barajlı	47.514,1	56,80
D. Göl ve Akarsu	19.631,8	23,47
Jeotermal	3.424,5	4,09
Toplam	83.657,9	100
	GW	%
Yenilenebilir Toplam	83.657,9	31,9
Türkiye Toplam	261.783,3	100

*Endüstriyel Atık Hariç

Kaynak: Erdal Tanas Karagöl ve İsmail Kavaz, "Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji: Türkiye", **Analiz, Seta**, 197, Nisan 2017. s.19

Dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik ciddi bir arayış söz konusu iken enerji tüketiminin büyük bir bölümünü ithal eden Türkiye’nin, özellikle son 15 yıllık dönemde yenilenebilir enerji kaynakları açısından önemli gelişmeler kaydettiği söylenebilir. 2002 yılında ikincil enerji kaynakları kurulu kapasitesi 12.277 MW olan Türkiye’nin, 2016 yılı itibarıyla bu kapasiteyi %172 oranında yükselterek 33.352 MW düzeyine ulaştırdığı görülmektedir. 2002 yılında ikincil enerji kaynakları kullanılarak üretilen elektrik miktarı 34 milyar kWh iken 2015 yılında bu miktar 84 milyar kWh düzeyine çıkartılarak bu alanda önemli bir ilerleme kaydedildiği söylenebilir. Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı bağlamında Türkiye’nin 2023 yılı için tahmini toplam enerji tüketimi 1,2 trilyon MWh olarak hesaplanmakta ve bu öngörünün 252 milyar MWh’lık kısmının ikincil kaynaklardan karşılanması hedeflenmektedir. Bu gelişim göz önünde bulundurulduğunda Türkiye’nin 2023 hedefleri dâhilindeki toplam enerji tüketim miktarının en az üçte birinin (1/3) ikincil enerji kaynakları tarafından karşılanması gibi son derece önemli sonuçlar alınacağı söylenebilir.¹⁰³

¹⁰³ Karagöl, **a.g.e**, s.11

İKİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE’DE ENERJİ POLİTİKALARI

Gün geçtikçe fosil enerji kaynaklarının tükeniyor olması yenilenebilir enerji kaynaklarını daha da değerli kılmaktadır. Bu değer ülkelerin dünya gelişmişlik sıralamasını etkileyecek kadar büyük öneme sahiptir. Bu minvalde rakiplere fark atmanın birinci yolu yenilenebilir enerji politikalarının doğru belirlenmesi ve bir an evvel uygulamaya geçilmesidir. Hükümetlerin enerji politikalarına verdiği önem nispetinde yenilenebilir enerji üretiminde başarı sağlamaktadırlar. Ülke yenilenebilir enerji kaynaklarının doğru tespit edilmesi, potansiyellerinin en verimli şekilde kullanılması, yatırımcıların bu alanlara teşvik edilmesi, gerekli ödül ve cezalarla tüketicinin bu konularda bilinçlendirilmesi tamamen hükümetlerin sorumluluğundadır. Bu sorumluluğu yenilenebilir enerji üretimindeki artışlarla kanıtlayan Çin, bu alanda Türkiye için önemli bir örnek teşkil etmektedir.¹⁰⁴

Bu bölümde, enerji politikaları yönelik temel bazı kavramlar ve Türkiye’de uygulanan politikalar ele alınmaktadır.

2.1. Enerji Politikası Tanımı

Genel anlamda enerji politikası, enerji, ekonomi ve teknoloji ile alakalı yasal hüviyete sahip kararların alındığı resmi bir yapıya sahip olup kısa dönemde arz talep dengesinin sağlanması, uzun dönemde ise kaynak ve ihtiyaç uyumuna dair planlama faaliyetlerini içermektedir.¹⁰⁵

Levent Aydın’ın enerji politikası tanımı;” *kamu politikalarının toplumsal hedeflere ulaşmak için hazırlanan programların uygulanmasındaki siyasi kararlar.*” olarak ifade edilmektedir. Bu tanımda; siyasi gücün varlığı politikaların uygulanmasında

¹⁰⁴ Halil İbrahim Kaya, Yüksel Bayraktar, “Hukuki Düzenlemeler, Politika Destekleri Ve Mali Teşviklerin Yenilenebilir Enerjinin Gelişimindeki Rolü: Çin Halk Cumhuriyeti Örneği.”, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20.1: 164-180, 2019

¹⁰⁵ H. Naci Bayraç, “Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye: Petrol ve Doğalgaz Kaynakları Açısından Bir Karşılaştırma.” *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), s.115-142 2009 Haziran, (Çevrimiçi), <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/ogusbd/article/viewFile/5000080915/5000075130>, 12Aralık 2017

kabul görmüş bir gerçek olduğu, tarafların kayıp ve kazançlarına sebep olan kararların olması gerektiği ve bu kararların ülke menfaatlerine hizmet etmek üzere şekillenmesi gerektiği ifade edilmiştir. Akabinde alınan kararların uygulanması hedeflere ulaşabilmek için en önemli bir aşama olarak tanımlanmıştır. Ve nihai olarak yasalar, standartlar, teşvikler, vergiler ve düzenlemeler gibi pek çok enerji politikası araçlarının programlaştırılarak enerjinin güvenliği ve sürdürülebilirliği konularında olası riskler bertaraf edilebilmektedir.¹⁰⁶

Enerji politikalarının daha iyi anlaşılabilmesi için sürdürülebilir enerji, enerji güvenliği, enerji verimliliği gibi önemli kavramların tanımlanmasında fayda gözlemlenmektedir.

2.1.1. Sürdürülebilir Enerji

Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (World Commission on Environment and Development-WCED)'nin 1987 yılında sürdürülebilir kalkınma için yaptığı ilk tanım “gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin bugünün ihtiyaçlarını karşılamak” tan hareketle sürdürülebilirlik ekonomik, toplumsal ve çevresel kalkınmanın bütünlüğünden hareketle sağlanabilir. Kalkınmanın bu üç ana unsuru da enerjinin varlığı ve devamlılığı sağlandığı ölçüde gerçekleştirilebilmektedir.¹⁰⁷

İşletmeler artık sadece kâr etmeyi değil aynı zamanda çevreyi gözetmeyi ve topluma olumlu katkılar sağlamayı da hedef edinmektedirler. Bu bakımdan sosyal çevre grubunun fertleri olan hissedarlar, müşteriler, çalışanlar, tedarikçiler ve bürokratlar sürdürülebilirliğin sağlanması için bir biriyle koordineli çalışmalıdırlar. Özellikle iletişimin kanallarındaki gelişim ile birlikte işletmelere dair olumlu ve olumsuz yönlerin çok hızlı yayılması işletmelerin hizmet verdikleri tüm coğrafyalarda büyük

¹⁰⁶ Aydın, **a.g.e.**, s.522

¹⁰⁷ İrem Yalkı, “Toplam Enerji Arzı İçerisinde Yenilenebilir Enerjinin Payı ve OECD Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama” İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, 2014. s.33

sorumluluklar almalarına katkı sağlamaktadır. Bu durum kaynağı ve çevreyi umursamakla kaynağın sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır.¹⁰⁸

Fosil kaynakların sınırlı olması, geleceğe yönelik tüketilecek enerji miktarlarındaki belirsizlikler, üretim maliyetleri, kaynakların çevreyle olan ilişkisi, bilinçsiz kullanım, erişim güçlüğü gibi kavramlar sürdürülebilirliğin önündeki engeller olarak görülmektedir. Bu engellere mukabil alternatif enerji kaynağı arayışları, gelecekteki tüketim miktarına yönelik ön tahminler, çevreyi korumaya yönelik tedbirler ve tüketicilerin bilinçlendirilmesine yönelik çalışmalar ise sürdürülebilirliği arttırmaya yönelik çabalar olarak yardımımıza yetişmektedir. Sürdürülebilirliği net olarak ölçebilecek bir yöntem mevcut değildir fakat saymış olduğumuz unsurlar sürdürülebilirliği arttıran çözüm yolları olarak bilinmektedir.¹⁰⁹

2.1.2. Enerji Güvenliği

Enerjinin hayati öneminden dolayı ulusal güvenlik ile enerji güvenliği arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Bu sebeple enerji güvenliği ulusal güvenlik kadar önemli bir konuma gelmektedir. Enerji güvenliği kavramı, kaynağın korunması, enerji üretim sürecindeki riskler, kurulum aşamasındaki ve mevcut tesislere yönelik olası terörist saldırılarından, yatırım eksikliklerinin meydana getireceği enerji kıtlıklarına, doğal afetlerin doğuracağı problemlerden ambargolara, lokavtlardan grevlere, ülkeler arası krizlerden iç savaşlara kadar birçok ihtimalin birlikte değerlendirilmesini gerektiren bir kavramdır. Kapsamının bu denli geniş olması nedeniyle enerji arz güvenliği konusunda yapılan değerlendirmelerde enerji kaynaklarının coğrafi dağılımlarından, ulaşım maliyetlerine, nakil yollarından talep artış beklentilerine, enerji bağımlılığı yüksek olan ülkelerin gerekli enerji miktarını sağlamak üzere geliştirilen askeri doktrinlere kadar birçok unsurun birlikte ele alınabilmesi gerekmektedir.¹¹⁰

¹⁰⁸ Tuna Özçuhadar, “Eko Tasarım.” **Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları-IV**. 16, 2011.

¹⁰⁹ Hatice Selcen Seydioğulları, “Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji.” **Planlama**, 23(1), 19-25. 2013. (Çevrimiçi), http://www.journalagent.com/planlama/pdfs/PLAN_23_1_19_25.pdf 15 Mart 2018

¹¹⁰ Cenk Sevim, “Küresel Enerji Jeopolitiği ve Enerji Güvenliği.” **Journal of Yaşar University**, 7(26), 4378-4391. 2012.

Enerji güvenliği kavramı, kaynak arama, kaynak geliştirme, üretim, dönüşüm, iletim, pazarlama, dağıtım ve tüketim süreçlerindeki tesislerin her türlü tehlikeye karşı fiziki olarak korunması anlamına gelmektedir.¹¹¹

Enerji güvenliği kavramına yüklenen daha birçok anlam vardır bunlardan bazıları;

- Sürdürülebilir bir güven içermesi, çevreci ve çeşitli kaynaklardan uygun fiyatlarla karşılanması ve israf edilmeden tüketilmesi
- İhtiyacı karşılayacak miktardaki kaynaklara uygun fiyat ile tehditlerin bertaraf edilmiş olduğu ulaşım kanalları aracılığı ile ulaştırılması
- Tüketici davranışlarının akılcı ve tasarrufçu bir bilince sahip olması
- Devamlılığıyla ilgili kaygıları giderecek bir düzeyde güven taşıması olarak sıralanabilir.¹¹²

Enerji güvenliği kavramı 1970 ve 1980’ler boyunca yaşanan krizlerden dolayı jeopolitik ve siyasi bir tema olarak tanımlanmıştır. Bu bağlamda enerji güvenliği dar bir çerçevede ve öncelikle OECD üyesi petrol ithalatçısı ülkelerin öncülüğünde petrol tüketiminin ve ithalatının sürekliliğinin sağlanması olarak görülmeye devam edilmiştir. Akabinde, düşük enerji fiyatlarının hâkim olduğu 1980’li yıllarda enerji güvenliği konusu uluslararası gündemin dışında kalmıştır. 1990’lara doğru Soğuk Savaş’ın bitmesi ve küreselleşme katkılarıyla yeni pazarların oluşması ve bu sayede piyasaların bütünleşmesi enerji güvenliğinin uluslararası gündemdeki prestijini arttırmıştır. Enerjinin kendisi ve ilgili kavramları ulus devletler için stratejik ve jeopolitik üstünlükler bakımından geçmişten günümüze kadar başlıca çıkar ve güç unsuru olarak kabul edilmiştir. Tabii olarak bu durum ülkeler arasında rekabeti de tetiklemiştir. Rekabetin de enerji güvenliği kavramına katkıları elbette küçümsenmeyecek derecede önemlidir. Üretim maliyetlerinin düşürülmesi, alternatif kaynak arayışlarının oluşması, fiyat istikrarının sağlanması ve dağıtım kanallarının geliştirilmesi bunlardan sadece bazılarıdır.

¹¹¹ Volkan Ş. Ediger, “Enerji Arz Güvenliği Ve Ulusal Güvenlik Arasındaki İlişki.” **Enerji Arz Güvenliği Sempozyumu**. Ankara. 2007.

¹¹² Sevim, a.g.e.

Öte yandan, sabitlenmiş jeopolitik ve stratejik boyuttan ziyade, uluslararası alandaki gelişmelerin neticesi olarak meydana çıkan yeni koşullar, süreçte enerji güvenliği kavramına, rekabetin yanı sıra işbirliğini de dâhil ederek yeni boyutlar kazandırmıştır.

İran-Irak Savaşı, Körfez Savaşı ve Kuveyt Krizi ile Ortadoğu'daki diğer gelişmeler 1990'lı yıllarda yaşanan siyasi (Rusya faktörü, dondurulmuş anlaşmazlıklar, vb.), askeri, ekonomik, çevresel, ticari gelişmeler ve doğal afetler, enerji güvenliği konusunu 1990'ların ikinci yarısından itibaren farklı ve daha etraflı bir içerikle yeniden gündeme taşıdığı gözlemlenmektedir. Dolayısıyla gün geçtikçe, enerji güvenliğinin yalnızca petrolün ulaşımına dayalı bir olgu olmakla sınırlı kalmadığı hatta farklı boyutları da içeren zengin bir tanım kazandığı anlaşılmaktadır. Bu perspektifte yakın dönemde, geleneksel enerji kaynaklarına kesinti olmaksızın ulaşmaktan altyapılarının korunmasına, mevcut ikincil enerji kaynaklarının durumundan kaynakların zenginleştirilmesine kadar uzanan geniş bir yelpazede farklı kavramları barındıran çok çeşitli tanımlara ulaşılmaktadır. Bu minvalde, enerji güvenliğinin, siyasi gücün korunması ve ekonomik büyüme de dâhil olmak üzere çok çeşitli unsurları önemseyen, enerjinin üretilmesi ve naklini sağlayan kritik enerji altyapısının korunmasını da kapsayan çatı bir kavrama evirildiğini söylemek yanlış olmayacaktır.¹¹³

2.1.3. Enerji Verimliliği

İktisadi olarak verimlilik kavramı, üretimde kullanılan fiziksel girdi miktarı ile üretim sonucu elde edilen çıktı arasındaki ilişki olarak ifade edilmektedir. Kavramsal olarak verimlilik, sahip olunan kaynakların kayıpsız yada en az kayıpla optimal bir düzeyde kullanılmasını hedeflemektedir.¹¹⁴

Diğer bir ifadeyle enerji verimliliği, endüstriyel işletmelerde üretim miktarı ve kalitesinin konutlarda ise yaşam standardı ve hizmet kalitesinin düşüşüne yol

¹¹³ Mitat Çelikkpala, "Enerji Güvenliği: NATO'nun Yeni Tehdit Algısı." **International Relations/Uluslararası İlişkiler**, 10(40), 2014.

¹¹⁴ Süleyman Yükçü & Gülşah Atağan, "Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karşılık", **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, 23, S.4, 2009, s.4.

açmadan ürün miktarı veya birim hizmet için tüketilen enerji miktarının azaltılması olarak ifade edilmektedir. Üretim, aydınlanma, ısınma ve ulaşım ihtiyaçları karşılanırken, elektrikli ya da gazlı ev eşyalarının kullanımında, özetle günlük yaşantının her aşamasında enerjinin verimli kullanılmasıyla, ihtiyaçlar daha az sınırlandırılarak aile bütçesine, ülke ekonomisine ve çevrenin korunmasına katkı sağlanması mümkün kılınmaktadır.¹¹⁵

Enerji ekonomisi açısından enerji verimliliğinin önemli bir görevi bulunmaktadır. Bir kaynak olarak da adlandırılan enerji verimliliği, kaynağın doğru kullanılması ve bunun neticesinde önemli düzeylerde tasarruf sağlayıcı etkilere sahiptir. Gelişen teknolojilerle gelen yenilikler daha ekonomik çözümler geliştirmekte ve verimliliği arttırmaktadır. Yeni teknolojilerin uygulama maliyetlerinin düşmesi ve uygulama engellerinin aşılması nispetinde verimlilik artacaktır. Enerjinin verimli kullanılması ortalama kişi başına düşen enerji tüketim miktarını azaltmakla ödemeler bilançosu açığı azalacak ve döviz tasarrufu sağlanmış olacaktır. Bu durum kişi başı GSYH artışını sağlayacak ve ülkenin gelişmişliğine katkıda bulunacaktır. Böylelikle ülkelerin büyüme oranlarında enerjinin verimli ve etkin kullanımının etkisi ciddi önem arz etmektedir.¹¹⁶

Ulaştırma sektöründe enerji verimliliği alanında istenilen seviyeye ulaşabilmesi için ülkelerin enerji politikalarında eş zamanlı olarak uygulamaları gerekli dört önlem bulunmaktadır. Bu önlemler; artan araç sayısı ile birlikte araç teknolojilerinin daha verimli hale getirilmesi, kilometre başına daha az yakıt kullanılması için sürücü davranışlarının değiştirilmesine yönelik çalışmalar, araç başına seyahat mesafelerinin azaltılması ve ulaşımın karayollarından ziyade en uygun alt sistemlere kaydırılması yönünde çalışmalar şeklinde özetlenebilir.¹¹⁷

Enerjinin geleceğine dair planlar yapılırken enerji verimliliğinin içinde enerji tasarrufu sağlayan stratejilerin önemi göz ardı edilemez. 2007 yılında Türkiye’de

¹¹⁵ http://www.yegm.gov.tr/document/20180102M1_2018.pdf (Çevrimiçi), 6. Haziran 2018

¹¹⁶ World Energy Council, **World Energy Resources 2013 Survey**, 2013, 7. Bölüm, s.20.

¹¹⁷ Kazunori Kojima and Lisa Ryan, “Transport Energy Efficiency.” Energy Efficiency Series, IEA, 2010, s.10. (Çevrimiçi) <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5km69t42w48w-en.pdf?expires=1560971169&id=id&accname=guest&checksum=58D8D30C252D81E4CE5D81029BBA67A7>, 8 Ekim 2018

çıkarılan Enerji Verimliliği Yasası ile enerjinin verimli kullanımı ve tasarruf konusunda bir bilinç oluşturulması açısından önemli bir adım sayılmaktadır.

Bu yasanın kapsamı; enerji bilincinin toplumun genelinde geliştirilmesine, enerjinin üretim aşamasından nakil sürecine, nakil sürecinden tüketim aşamalarının tamamında binalarda, endüstriyel işletmelerde ve ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasının desteklenmesine; alternatif enerji kaynaklarından yararlanılmasına yönelik usul ve esasları içermektedir. “Enerji Verimliliği” kanunun 3. Maddesinde; “*Binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan enerji tüketiminin azaltılması olarak tanımlanmıştır*”¹¹⁸

Akabinde verimliliği ve tasarrufu özendiren kampanyaların düzenlenmesi takip eden önemli diğer adımları şekillendirmiştir. Devlet tarafından tasarruflu ampullerin tavsiye edilmesi, bina yalıtımlarına yasal zorunluluklar getirilmesi, enerji tüketimi düşük olan ev aletlerinin alınmasının teşvik edilmesi, sanayide kullanılan enerjiye yönelik tasarrufların desteklenmesi gibi çalışmalar bu doğrultudaki kampanyaların önemli bir kısmını teşkil etmektedir. Türkiye’de bu konuda yapılan çalışmalar göz ardı edilmemekle birlikte devamlılığı sağlanmalıdır. Önemlilik sıralaması yapmak gerekirse verimli üretim, tasarruflu kullanım ile aynı sıralamada sayılmaktadır. Bu sebeple tasarruflu kullanıma ciddi önem verilmelidir. Bu önem sadece günümüz kaynaklarını korumakla sınırlı olmayıp gelecek nesillere daha müreffeh bir dünya bırakma gayreti olarak da tanımlanmalıdır.¹¹⁹

2.1.4. Hukuki Düzenlemelerin Enerji Verimliliği Açısından Önemi

Enerji-çevre ilişkisi açısından bakıldığında küresel ısınmaya karşı alınan önlemlerin başında, karbon salınım miktarlarının azaltılması gelmektedir. Üretim ve tüketim faaliyetleri sonucunda oluşan karbon salınımının azaltılması sorunu kamusal çözümlere ihtiyaç duymaktadır. Kamunun enerji tasarrufu ve çevre kirliliğini önlemeye yönelik çözümleri, enerji kirliliğini önlemeye yönelik koruyucu önlemlere

¹¹⁸ Enerji Verimliliği Kanunu, “Kanun no: 5627.” **Resmi Gazete**, Mayıs 2007.

¹¹⁹ Yazar, **a.g.e**, s.21

sübvansiyonlar, sertifikalandırmalar, harçlar, para cezaları, üreticinin ve tüketicinin bilinçlendirilmesi, yasal düzenlemeler ve vergiler olarak sıralanmaktadır. Bu araçların etkileri farklı olmakla beraber vergiler ciddi etki oluşturanlar arasında sayılmaktadır. Karbon salınımının neden olduğu küresel ısınmayla mücadelede vergilerin kullanımı “kirleten öder” ilkesine dayandırılmaktadır. Bu ilke çevreyi kirletenlerin, çevre kirliliğini önlemeye yönelik çalışmaların maliyetini üstlenmeleri gerektiğini ifade etmektedir.¹²⁰

Bu yolla üretim ve tüketim miktarları belirli bir dengede tutularak karbon salınım miktarları azaltılmaya çalışılmaktadır. Vergiler, tüketici tercihlerinin karbon salınımı daha az olan ürünlere yönelmesini sağlamaktadır. Örneğin elektrikli otomobiller ile fosil yakıt tüketen araçlar arasında vergi farkı, otomobil alacakların kararını ciddi anlamda etkilemektedir. Vergiler gerek bu tercihi karbon salınım değeri düşük olan ürünlere yönlendirmek gerekse karbon salınımı yüksek olan ürünleri tercih eden kişilerin çevreye vermiş oldukları zararı zarar veren kişiden tazmin etmek üzere uygulanmaktadır.¹²¹

2.1.5. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

Son yıllarda Türkiye'nin enerji politikalarının çevreyle ilgili bölümlerinde Kyoto Protokolü'nün etkisi gözlemlenmektedir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin (BMİDÇS) bir eki olarak 1992'de kabul edilen uluslararası bir anlaşma olan Kyoto Protokolü, iklimleri negatif etkileyen atmosferdeki sera gazı yoğunluğunu minimize etmeyi amaç edinmiştir. Bir takım caydırıcı yaptırımlar içeren Kyoto Protokolü BMİDÇS'ye dayanarak emisyon miktarını düşürmeyi hedeflemektedir. Bu doğrultuda protokolün üyelerine dayattığı enerji politikası hükümleri şöyle sıralanmaktadır;

¹²⁰ Ayşegül Mutlu, “Küresel Kamusal Mallar Bağlamında Sağlık Hizmetleri ve Çevre Kirlenmesi: Üretim, Finansman ve Yönetim Sorunları.” **Maliye Dergisi**, 150, 53-78. 2006.

¹²¹ Muhlis Bağdigen & Emre Demir, “Küresel Isınmayla Mücadelede Türk Vergi Mevzuatı.” **Zonguldak Karaelmas University Journal of Social Sciences**, 6(12). 2010.

- Ulaşım, ısıtmada, endüstriyel alanda, atık depolama gibi faaliyetlerde enerji tüketimini minimize edecek teknolojik sistemlerin entegrasyonu sağlanmalı,
- Enerji tüketimi yüksek olan işletmelerde atık işlemleri yeniden düzenlenmeli,
- Alternatif enerji kaynaklarına odaklanılarak atmosferdeki karbondioksit ve metan gazı oranı düşürülmeli,
- Yakıt tüketimi ve karbon salınımı fazla olan üreticilerden daha fazla vergi alınmalı,
- Yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtlar yerine ikame edilmeli,
- Atmosfere salınan sera gazı miktarı %5'e çekilmeli,
- Termik santrallerde karbon üretim düzeyi daha düşük olan teknolojik donanımlar kullanılmalı.
- Motorlu taşıtlardan, endüstriden ve ısıtmadan çevreye salınan sera gazının öngörülen orana düşürülmesi için gerekli yasal zemin hazırlanmalı,
- Karbon salınımı olmayan nükleer enerji kaynaklarına öncelik verilmeli ve güneş enerjisinin faydası maximize edilmeli,¹²²

2.2. Türkiye'nin Enerji Politikaları

Şimdiye kadar edinilen deneyimler toplumun tamamını etkileyecek kapsamdaki reformların hayata geçirilmesinin genellikle uzun zaman aldığını ve uzun vadeli bir disiplin gerektirdiğini göstermektedir. Türkiye de bu deneyimlere mutabık bir gelişim seyretmektedir. Türkiye'deki enerji reformları iki aşamalı olarak tasnif edilmektedir. İlk aşama; devlet elinde olan sektörün 1980 ve 1990 dönemlerinde özel sektöre açılması, ikinci aşama ise 2001'den itibaren uygulanan piyasa tabanlı reformlardan müteşekkildir.¹²³ Politikadaki bu değişimi tetikleyen unsurlar çoğalan nüfus ile beraber tüketimin artması buna karşın fosil kaynakların sınırlı miktarda olması buna bağlı olarak artan dışa bağımlılık yeni politikaları kaçınılmaz

¹²² İslam Safa Kaya, "Uluslararası Enerji Politikalarına Bir Bakış: Türkiye Örneği." **TBB Dergisi**, S, 102, 269-288. 2012.

¹²³ IBRD-WB, "Türkiye Enerji Sektöründe Dönüşüm." s.19. 2015, (Çevrimiçi), <http://documents.worldbank.org/curated/en/907111468189259524/pdf/ACS14951-REVISED-Box393232B-PUBLIC-EnergyveryFinalTURKISHR.pdf>, 12 Eylül 2018

kılmıştır. Dışa olan bağımlılığın azaltılması için mevcut enerji potansiyelini etkin bir şekilde kullanmak zorunluluk haline gelmiştir. Olası tehlikelere karşın güvenilir bir enerji arzı sağlamak ve enerji ithalatından kaynaklanan yüksek cari açıklarını azaltmak için en etkili alternatif yenilenebilir enerji kaynakları olarak görülmekte olup bu doğrultuda politikalar geliştirilmiştir. Bu doğrultuda 2001 yılından itibaren uygulanan politikalar kanun numarası ve amaçları ile ele alınmaktadır.

2.2.1. 4646 Sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu

2001 yılında yayınlanan 4646 sayılı Doğalgaz Piyasası Kanunu'nun amacı şöyle ifade edilmiştir; *”doğalgazın kaliteli, sürekli, ucuz, rekabete dayalı esaslar çerçevesinde çevreye zarar vermeyecek şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için, doğal gaz piyasasının serbestleştirilerek mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir doğal gaz piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin sağlanmasıdır.”*¹²⁴

Bu kanunun kapsamı; doğal gazın ithal edilmesi, iletilmesi, dağıtılması, depolanması, pazarlanması, alınıp satılması ve yurtdışına ihracatı ile bu faaliyetlerle ilgili tüm gerçek ve tüzel kişilerin hak ve sorumluluklarını içermektedir. Hedeflenen amaca ulaşabilmek için ilgili kurumlar, sertifikasyonlar, girişimcilerin hüküm ve sorumlulukları kanunun maddelerinde detaylı olarak ifade edilmiştir.

2.2.2. 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun

Elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik ilk çalışma 2005 yılında 5346 sayılı kanun ile yürürlüğe girmiş olup kanunun amacı; *“Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların*

¹²⁴ EPDK, (Çevrimiçi), <http://epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-78/kanunlar,12> Eylül 2018

gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesidir.” diye ifade edilmiştir.¹²⁵

Kanununun 6. maddesinde kaynaklardan elektrik üretimine yönelik kaynak üretim maliyetleri fiyat farklılığı gözetilmeden bütün kaynaklara standart teşvik tutarları belirlenmiş. Fakat 6094 sayılı kanunla yapılan değişiklikte kaynak bazında teşvik mekanizması kabul edilmiş böylece yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin yatırımlara verilen destekler güçlendirilmeye çalışılmış ve yıllar itibariyle yapılan değişikliklerle fiyat taahhütlerinin süreleri uzatılmıştır. İlgili cetvelin son hali Tablo-2.1’deki gibidir.

İlaveten kanunun 7. maddesinde yenilenebilir enerji kaynaklarına dair üretim tesislerinde yerli ürün kullanımına yönelik ilave teşvikler uygulanmış olup bununla bu ürün grubunun ithalatından kaynaklanan cari açığın azaltılması amaçlanmıştır. İlgili değişiklikleri içeren II Sayılı Cetvel aşağıdaki gibidir. Yerli ürünlerin üretilmesine yönelik AR-GE teşvikleri arttırılmıştır. Hatta jeotermal kaynakların mevcut olduğu bölgelerdeki valilik ve belediyelerin sınırlarındaki yerleşim birimlerinin ısı ihtiyaçları öncelikli olarak jeotermal ve güneş termal kaynakları ile tedarik edilmesine yönelik düzenlemelere yer verilmiştir.

¹²⁵ EPDK, (Çevrimiçi), <http://epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-0-2256/kanunlar>, 12 Eylül 2018

Tablo 2.1. 6094 Sayılı Kanun II Sayılı Cetvel

II Sayılı Cetvel (29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanunun hükmüdür.)		
Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh)
A- Hidroelektrik üretim tesisi	1- Türbin	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
B- Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Kanat	0,8
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
	3- Türbin kulesi	0,6
	4- Rotor ve nasele gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (Kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç.)	1,3
C- Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0,8
	2- PV modülleri	1,3
	3- PV modülünü oluşturan hücreler	3,5
	4- İnvertör	0,6
	5- PV modülü üzerine güneş ışığını odaklayan malzeme	0,5
D- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Radyasyon toplama tüpü	2,4
	2- Yansıtıcı yüzey levhası	0,6
	3- Güneş takip sistemi	0,6
	4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1,3
	5- Kulede güneş ışığını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2,4

	6- Stirling motoru	1,3
	7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekanığı	0,6
E- Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Akışkan yataklı buhar kazanı	0,8
	2- Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı	0,4
	3- Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6
	4- Buhar veya gaz türbini	2,0
	5- İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0,9
	6- Jeneratör ve güç elektroniği	0,5
	7- Kojenerasyon sistemi	0,4
F- Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Buhar veya gaz türbini	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	0,7
	3- Buhar enjektörü veya vakum kompresörü	0,7

Kaynak: EPDK,(Çevrimiçi), <http://epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-0-2256/kanunlar>, 20 Eylül 2018

İlgili kanunun 8.maddesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretiminde kullanımını teşvik amaçlı hüküm ve tasarrufu devlet elinde bulunan her türlü taşınmaz ilgili kurumlardan bedeli karşılığı kullanım hakkı satın alınabilir, kiralanabilir veya irtifak hakkı düzenlenebilir. Hatta yatırım döneminde irtifak, izin ve kira hakkı kullanma izni ödemelerine %50 indirim uygulanır.

2011 yılında yayınlanan 27809 sayılı resmi gazete ile yürürlüğe giren 6094 sayılı, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanunla revizyonlar yapılmış ve yeni maddeler ilave edilmiştir. Geliştirilen teşvik mekanizmaları ile yatırımcıları özendirecek ve elektrik üretim maliyetlerini düşürmek amacıyla gerçek kişilere de tüzel kişilerin hükümlerinden faydalanabileceği yönünde düzenlemeler yapılmıştır. Gerçek kişilerin ihtiyaçlarından fazla ürettikleri elektriği dağıtım sistemine verebilmeleri gerçek kişilerin de üretime dâhil edilmesini sağlamaktadır. Böylece

enerji verimliliğinin artırılması, doğal ve yerel kaynaklardan enerji ihtiyacının karşılanması, üretim tesislerinde kullanılan teçhizatın yurt içinde üretilmesini sağlamak ve böylece hem aksamda hem enerjide dışa bağımlılığın azaltılması ile birlikte çevreye verilen zararın etkilerinin giderilmesi bakımından önemli adımlar atılmıştır.¹²⁶

2.2.3. 5627 Enerji Verimliliği Kanunu

2007 yılında 26510 sayılı resmi gazete ile yürürlüğe alınan 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu önceki kanunlardan farklı olarak talep eksensli bir kanun özelliği taşımaktadır. Enerji tüketiminin en az üretimi kadar önemli olduğu, enerjinin verimli kullanımı sayesinde tüketim miktarlarının azalacağı ve bu doğrultuda dışa bağımlılığın azalacağı gerçeğinin anlaşıldığını gösteren bir politika olarak karşımıza çıkmaktadır. Kanunun birinci maddesinde ifade edilen kanunun amacı; “*Enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerji kullanımında verimliliğin artırılmasıdır.*” Kapsamı itibariyle; endüstriyel işletmeler, enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketimine yönelik tesisler hülusa üretimden tüketim aşamasına kadar toplumun genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının teşviki ve enerji bilincinin geliştirilmesini ihtiva etmektedir. Koruma altındaki bina veya anıtlar, toplam kullanım alanı 50 m²’nin altında olan binalar, tarımsal binalar, ibadet yerleri, yılda dört aydan daha az kullanılan yerler ve iki yıldan az süre kullanılması planlanan yerler kapsam dışı tutulmuştur.¹²⁷

2.2.4. 5686 Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği

Aralık 2007’de, 26727 sayılı resmi gazetede yayınlanan Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanununun kapsamı; “*belirlenmiş ve belirlenecek jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli sular ile jeotermal kökenli gazların aranması ve işletilmesi için ruhsat verilmesi, ruhsatın devredilmesi, faaliyetlerin, kaynağın ve*

¹²⁶ (Çevrimiçi), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/01/20110108-3.htm>, 18 Eylül 2018

¹²⁷ (Çevrimiçi), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/05/20070502-2.htm>, 19 Eylül 2018

çevrenin denetlenmesi, ruhsatın sona erdirilmesi, kaynak ve kaptajın korunması, ruhsat alanının terk edilmesi ile ilgili usul, esas ve yaptırımları” ihtiva etmektedir. Kanunun amacı; Jeotermal ve doğal mineral su kaynaklarının üretilmesi ve korunması koşullarının tertip edilmesi olarak ifade edilmiştir. İlgili kanuna madde beşte; “jeotermal kaynak ve doğal mineralli sular devletin hüküm ve tasarrufu altında olup bulundukları arzın mülkiyetine tabi değildir. Kaynağa ilişkin herhangi bir faaliyetin yapılabilmesi için kanuna göre ruhsat alınması zorunlu kılınmıştır.”¹²⁸

Üç yıl süre ile sınırlı olan özel lisanslar alınmadan kaynak arama faaliyeti yapılmasına müsaade edilmemektedir. Jeotermal kaynakların işletilmesi için kullanım lisansı alınması şartı vardır. Otuz yıllığına verilen işletme ruhsatı süre sonunda işletme sahibinin talebi üzerine onar yıllık dönemler halinde uzatılabilmektedir.¹²⁹

2.2.5. 3096 Sayılı Türkiye Elektrik Kurumu Dışındaki Kuruluşların Elektrik Üretimi, İletimi, Dağıtım Ve Ticareti İle Görevlendirilmesi Hakkında Kanun

Amaç olarak, özel hukuk hükümlerine tabi Türkiye Elektrik Kurumu dışındaki sermaye şirketleri statüsünde yabancı ve yerli şirketlerin elektrik üretimi, ulaştırılması, dağıtım ve ticareti ile görevlendirilmesini düzenlemeyi konu alan kapsamı itibarıyla de görevin verilmesine yönelik sözleşme, geçerlilik süresi ve tarife düzenlemesi gibi unsurları içermektedir.¹³⁰

İlgili kanunun 3. maddesi, 2.7.2018 tarihli ve 700 sayılı KHK’nin 95’inci maddesiyle, bu maddenin birinci fıkrasında yer alan “Devlet Planlama Teşkilatının görüşünü kapsayan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının teklifi üzerine, Bakanlar Kurulu” ibaresi “Cumhurbaşkanı” ve ikinci fıkrasında yer alan “Bakanlar Kurulu” ibaresi “Cumhurbaşkanı” olacak şeklinde değiştirilmiştir.

¹²⁸ <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/12/20071211-3.htm> E.T. 19.9.2018

¹²⁹ A.e.

¹³⁰

EİGM,

(Çevrimiçi)

<http://www.eigm.gov.tr/File/?path=ROOT%2f4%2fDocuments%2fKanun%2f3096%20SAYILI%20KANUN.pdf>, 10 Ekim 2018

Madde 4'te ise Devlet Planlama Teşkilatının olumlu görüşünü alarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının, yalnızca elektrik üretmek amacıyla kurulacak sermaye şirketlerine üretimin yapılacağı tesisi kurma ve işletme izni verebildiği belirtilmiştir. Ayrıca bu tesiste üretilecek elektrik enerjisi, Türkiye Elektrik Kurumuna veya o bölgede faaliyet gösteren görevli şirketlere Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından belirlenen tarife göre satılacaktır.

Enerji alışverişi ile ilgili 6. maddede ise bölgenin enerji üretimi yeterli olduğu müddetçe, bölgenin enerji gereksiniminin bölge içinden karşılanması, yeterli olmaması durumunda da Türkiye Elektrik Kurumu ve görevli şirketler ya da görevli şirketlerin kendi aralarında enerji alışverişi yapılabileceği şeklinde belirtilmiştir.

Madde 7'de ise görevlendirme süresinin 99 yıla kadar düzenlenebileceği ifade edilmiştir. Ayrıca bilgilendirmek gerekirse 1987 de yürürlüğe giren kanunun çeşitli maddelerinde değişiklikler yapılmakla birlikte son güncelleme 2018 yılında yapılmıştır.

2.3. Enerji Yatırımlarına Yönelik Teşvikler

Türkiye'de henüz oluşum aşamasında olan yenilenebilir enerji piyasasında, arz ve talep dengesi sağlanıncaya kadar gerek arz gerekse talep taraflarını teşvik edici düzenlemeler yapılmalıdır. Bu düzenlemeler yapılırken ödül ve ceza mekanizmalarından faydalanılır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik teşviklerin neler olduğuna değinilecektir.

2.3.1. Vergi Teşvikleri

İlk olarak 2009 yılında 2009/15199 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe alınan, Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar ile enerji yatırımlarında vergi teşvikine yönelik önemli bir adım atılmıştır. İlgili karar sektörlerin, faaliyet konusu, bölge ve yatırım büyüklüğü kriterlerine göre destek verilmesi için zenginleştirilerek, Yatırım Teşvik Programı olarak 2012 yılında 2012/3305 Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar ile uygulamaya girmiştir. Amaç itibarıyla, öngörülen kalkınma planları hedefleri doğrultusunda stratejik yatırımların

özendirilmesi, tasarrufların katma değeri yüksek yatırımlara kanallize edilmesi, bölgesel gelişmişlik farklarının azaltılması, üretim ve istihdamın artırılması, araştırma ve geliştirme çalışmalarının desteklenmesine yönelik yasal usul ve esasların hazırlanmasını ihtiva etmektedir. Uygulama açısından sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeylerine göre illeri altı bölgeye ayırmıştır. Uygulanacak teşvikler; genel, bölgesel, stratejik ve büyük ölçekli yatırımlar olarak sistematikleştirilmiştir. Yatırım türleri; tamamen yeni, tevsi, modernizasyon, ürün çeşitlendirme ve entegrasyon olarak tanımlanmıştır.¹³¹

Enerji yatırımlarına dair teşvik unsurları ilgili kanunun hükümlerine göre uygulanmakta olup standartlaştırılmış oranlar ve üst sınır değerleri belirtilmiştir. Bu teşvikler belirtilen yatırımlara, faiz desteği, gelir vergisi stopajı, gümrük vergisi muafiyeti, KDV iadesi ve istisnası, vergi indirimleri, yatırım yeri tahsis ve sigorta primi işveren desteği gibi araçlarla sınırlandırılmıştır.¹³²

2.3.1.1. Faiz Desteği

Bankalar, küçük tasarrufları birleştirerek faiz getirisi sağlamak suretiyle büyük yatırımlara finansman sağlamaktadırlar. Finansman problemi yaşayan yatırımcılar kendileri için en uygun faiz oranını sunan bankadan bu ihtiyaçlarını temin etme eğilimindedirler. Devlet Merkez Bankası kaynaklarından faydalanmak suretiyle yatırım çekmek istediği alanlarda faiz desteği aracını kullanarak yatırımcıyı desteklemektedir. Böylelikle enerji alanındaki büyük yatırımların finansmanında yatırımcının faiz maliyetlerinin düşürülmesi yoluyla desteklenmesi hedeflenmektedir.

Yatırım Teşvik Belgesi olan yatırımcılar, yatırım süreçlerinde protokol imzalamış bankalara müracaat ederek kredi taleplerinde faiz desteğinden 2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın 11'inci maddesinde belirtilen koşullarda faydalanabilirler. Teşvik bölgesi sıralamasına göre farklı oranlarda

¹³¹ <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120619-1.htm> (Çevrimiçi) E.T.12.7.2018

¹³² Bilge Özcan, "Yenilenebilir Enerjide Mevzuat: Mevzuat Sorularına Yönelik Bir Araştırma", Türk Hava Kurumu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2015, s.90

uygulanan faiz indirimi desteği stratejik yatırımlar ve bölgesel teşvik uygulamaları ile çevre yatırımları ve AR-GE kapsamında uygulanmaktadır. Bankalar yatırımcının Yatırım Teşviki Belgesinde belirtilmiş olan sabit yatırım tutarının %70'ini geçmeyecek şekilde asgari altı ay anapara ödemeksizin belirli takvimlerde faiz geri ödemesi yapmak suretiyle işlemektedirler.

2.3.1.2. Gelir Vergisi Stopajı Desteği

Gelir vergisi stopajı desteği, genelde istihdamı arttırmaya yönelik bir teşvik olmakla beraber yenilenebilir enerji üretim alanlarına yatırım yapan işverenlerin ilave çalıştıracakları kişiler için ödemekle yükümlü oldukları gelir vergisi stopajının asgari ücrete karşılık gelen kısmından muaf tutulmasıdır. Böylelikle yenilenebilir enerji alanlarına yatırımcı teşvik edilmekte aynı zamanda istihdam arttırılmaktadır. Ayrıca bu desteğin bölgesel gelişmişlik düzeylerine göre az gelişmiş olana daha yüksek destek verilmesi şeklinde uygulanması bölgesel kalkınmışlık farklarını minimize etmekle iç göçü engelleme çabasını da içermektedir.¹³³

Desteğe ilişkin yasal düzenleme 2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın 14'üncü maddesiyle uygulamaya alınmıştır. Gelir vergisi kanununun geçici 80'inci maddesinin yürürlüğe alındığı 1.7.2012 tarihinden başmak üzere 31.12.2023 tarihine kadarki süreçte yatırımın kısmi veya tamamen işletilmesine başlanıldığı tarihten itibaren bir üst limit tanınmamakla birlikte 10 yıllığına yararlanılması mümkün kılınmıştır. 31.12.2013 tarihinde işletilmesi gerek kısmen gerekse tamamen başlayan bir yatırıma teşvik nihai olarak 31.12.2033 tarihine kadar uygulanacaktır.¹³⁴

2.3.1.3. Gümrük Vergisi Muafiyeti

Hükümetler mal piyasasındaki fiyat istikrarını sağlamak için bütün ürünlerin yer aldığı bir gümrük tarife cetveli tanımlamaktadırlar. Bu cetvelde ürünün yurt içindeki üretim durumu ve bazı değişkenler göz önünde bulundurularak ürünün ithalatında

¹³³ A.e. s.102

¹³⁴ <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120619-1.htm> (Çevrimiçi) E.T.12.7.2018

ürüne vergi uygulanıp uygulanmayacağı kararlaştırılmıştır. Türkiye yenilenebilir enerji üretim araçlarının birçoğunda ithalatçı konumundadır. Şayet bu ürünlerin ithalatında gümrük vergisi alınırsa yatırımcılar kar oranları azalacağından bu alanlara yatırım yapmayı tercih etmeyeceklerdir. Ayrıca bu teşvik dünya çapında yenilenebilir enerji teknolojilerinin takip edilmesi gibi güzel bir neticeyi de ortaya koymaktadır. Fakat bu teşvik yenilenebilir enerji üretimini yurt içinde arttırmasının yanında cari açığı da arttırmaktadır. Uzun dönemde bu açığın giderilebilmesi için ithal edilen ürünlerin ikamelerinin yurt içinde üretimine geçilmelidir.

2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın 9'uncu maddesinde Gümrük Vergisi muafiyetine dair düzenlemeler yer almaktadır. Teşvik belirli alanlardaki ürünlere yönelik olup genel, bölgesel, ölçek ayrımı yapılmaksızın uygulanmaktadır. Yatırım teşvik belgesine haiz olan işletmeler yenilenebilir enerji üretim tesis ve teçhizatlarına yönelik ithalatlarında vergiden muaf tutulacaklardır.¹³⁵

2.3.1.4. KDV İadesi ve İstisnası

Devletin vergi mükellefi olan vatandaşlarına sunmuş olduğu bir destek olarak tanımlanan KDV iadesi, yenilenebilir enerji yatırımlarında yatırımcının bina ve inşaat harcamalarındaki yükünü hafifleten bir araç şeklinde karşımıza çıkmaktadır.

KDV iadesi, 2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın 10. maddesinin 2. fıkrasıyla yürürlüğe girmiştir. 31.12.2023 tarihine kadar, yatırım teşvik belgeleri çerçevesinde en az 500 milyon Türk Lirası tutarında sabit yatırım, tahmin edilen stratejik yatırımlara yönelik inşaat işleri nedeniyle üstlenilen ve takvim yılı sonuna kadar indirim yoluyla giderilemeyen katma değer vergisi, takip eden yıl istenmesi durumunda mükellefe iade edileceği şeklinde tasarlanmıştır.

Yatırım teşviki kapsamında uygulanan KDV istisnası ise amortisman giderleri olan ve iktisadi kıymet vasfı taşıyan, mal ve hizmet üretimi esnasında kullanılan makine ve teçhizatı ifade etmektedir. 2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Kararının 10. maddesi ile yürürlüğe girmiştir. KDV iadesi teşviki sadece yatırım

¹³⁵ A.e.

teşvik belgesi eki listesinde belirtilen ürünlere uygulanmaktadır. Aynı zamanda makine-teçhizat niteliği taşıması gerekmektedir.

Diğer bütün teşvik türlerinde olduğu gibi yatırımcının bu teşvikten istifade edebilmesi için yatırım teşvik belgesine sahip olması şarttır. İlgili belgeye sahip yatırımcı KDV istisnası kapsamında mal almak istemesi durumunda, bağlı bulunduğu vergi dairesinden istisna belgesi alması ve bu belgeyi gümrük idaresi veya yurtiçindeki satıcılara ibraz etmeleri ile KDV istisnasından faydalanabilirler. Böylelikle yatırımcıların katma değer vergisinden muaf tutularak ilgili alanlarda üretimin arttırılması hedeflenmektedir.¹³⁶

2.3.1.5. Vergi İndirimleri

Tasarrufların yüksek katma değerli yatırımlara yönlendirmek, üretim ve istihdamın arttırmak, yabancı yatırımcıları yurt içine çekebilmek gibi amaçlarla devletler vergi indirimi uygulamalarına gitmektedirler. Yenilenebilir enerji alanında yapılan bütün çalışmalarda nihai olarak aynı makroekonomik hedeflere hizmet ettiği gerekçesiyle vergi indirimi destekleri almaktadır.

2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Kararının 15. maddesinin 2. fıkrasında belirtildiği üzere büyük ölçekli yatırımlar ile bölgesel teşvik uygulamaları bağlamında hayata geçirilecek yatırımlarda, 5520 sayılı Kanunun 32/A maddesi gereğince gelir veya kurumlar vergisi, tahmin edilen yatırıma katkı tutarına ulaşınca kadar Tablo 2.2’de belirtilen indirim ve yatırıma katkı oranları uygulanmaktadır. Destek 31.12.2013 tarihine kadar başlanılan yatırımlarda geçerli olacaktır.

¹³⁶ A.e.

Tablo 2.2. Vergi İndirimi Oranları

Bölgeler	Bölgesel Teşvik Uygulamaları		Büyük Ölçekli Yatırımlar	
	Yatırım katkı oranı (%)	Kurum vergisi veya gelir vergisi indirim oranı (%)	Yatırım katkı oranı (%)	Kurum vergisi veya gelir vergisi indirim oranı (%)
1	15	50	25	50
2	20	55	30	55
3	25	60	35	60
4	30	70	40	70
5	40	80	50	80
6	50	90	60	90

Kaynak: (Çevrimiçi), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120619-1.htm>, 10 Eylül 2018

2.3.1.6. Yatırım Yeri Tahsisi

Diğer bütün sektörlerde olduğu gibi enerji sektöründe de yatırım maliyetlerinin büyük bir kısmını oluşturan kurulum yeri kira veya satın alma masrafları yatırımcının kararını etkileyen önemli bir unsurdur. Enerji alanında yapılacak yatırımlarda devletin yatırımcının kurulum yeri maliyetlerini düşürmesi yatırımcının bu alana yönelmesini sağlamaktadır. Türkiye de 2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın 16. maddesiyle yürürlüğe giren yatırım yeri tahsisi, büyük ölçekli yatırımlar ve bölgesel desteklerden istifade edecek yatırımlar için kurulumun yapılacağı ilde uygun alanlar olması durumunda ihale yoluyla yatırımcının hizmetine sunulmaktadır. Kamu idaresince ilan edilen alanların yatırımlara kullandırılması amacıyla ilgili kuruma yapılan müracaatlar, gayrimenkulün bulunduğu il valisinin başkanlığında şekillendirilen komisyon tarafından değerlendirilip uygun olup olmadığına dair karar verilir. Şayet uygunsa ilgili idarece yatırımcıya bildirilir. Bu durumda yatırımcı ile ön izin, irtifak hakkı veya kullanma hakkı sözleşmesi imzalanması suretiyle yatırımlara açılmış olur.

İlk yıl için gayrimenkulün emlak vergisi en fazla %3'ü oranında belirlenen bedel, takip eden yıllar için ise cari yıl bedelinin ÜFE oranınca arttırılması şeklinde hesaplanan bedele mukabil, gayrimenkul üzerinde 49 yıllığına irtifak hakkı veya kullanım izni verilmesi olarak uygulanmaktadır. Yalnız, ilk üç yıl için ödemeler hesaplanan değerin %30'u oranında tahsil edilmektedir.¹³⁷

2.3.1.7. Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği

Yatırımcıların işveren sıfatıyla istihdam ettikleri çalışanları için Sosyal Güvenlik Kurumuna ödemekle yükümlü oldukları sigorta primi, bir üretim maliyeti olarak karşımıza çıkmaktadır. Hükümetler yatırım çekmek istedikleri alanlarda sigorta prim desteği sağlayarak bu alanlardaki yatırımı arttırmayı, aynı zamanda bununla işsizliği azaltmayı hedeflemektedirler.

2012 yılında 2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın 12. maddesiyle yürürlüğe giren Sigorta Primi İşveren Desteği, işverenin ilave çalıştıracağı kişiler için ödemesi gereken sigorta primi işveren hissesinin asgari ücrete tekabül eden kısmının belirli bir süre için ilgili bakanlık tarafından ödenmesi şeklinde uygulanmaktadır. Stratejik yatırımlar için altıncı bölgede on yıl, diğer bölgelerde ise yedi yıllık süreyle karşılanmaktadır. Ayrıca bu yatırımlar için sigorta prim işveren desteğinin miktarı, bölge ayrımı gözetmeksizin sabit yatırım tutarının %15'ini geçmemektedir.¹³⁸

Çalışmada enerji politikaları, yasal çerçeve ve teşvik çeşitleri ile ilgili ikinci bölümde yazılanlarla iktifa edilmiş olup konuyla ilgili yapılmış analizler üçüncü bölümde ele alınmıştır.

¹³⁷ <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120619-1.htm> (Çevrimiçi) E.T.15.7.2018

¹³⁸ A.e.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİNİN ENERJİ İTHALATINA ETKİLERİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR UYGULAMA

Önceki bölümlerde teorik olarak bahsedilen yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji politikalarının somutlaşmış değeri olan yenilenebilir enerji çıktı miktarı ile enerji ithalatı arasındaki ilişkinin yönü ve ilgili ekonometrik analizler bu bölümde ele alınmaktadır. Bu doğrultuda yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik enerjisi ile enerji ithalatı ilişkisinin negatif yönlü olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca kişi başına GSYH ile enerji ithalatı arasında da pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu öngörüsünde bulunmaktadır.

3.1. Literatür

Fosil enerji kaynaklarının tükeneceği kaygısı ülkeleri yakın bir geçmişte tedirgin ettiğinden, üzerinde uygulama yapılacak fazla yenilenebilir enerji kaynağı verisi bulunamamaktadır. Genellikle teorik olarak ele alınmış olan konu yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi, yaygınlaştırılması ve üretiminde kullanılan sistemlerin fen bilimlerine bakan kısımlarını ihtiva etmektedir. Daha yeni yeni ekonometrik analiz yapılabilecek düzeylere ulaşabilmektedir. Yenilenebilir enerji alanında yapılmış çalışmalar genelde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi perspektifindedir. Ya da yenilenebilir enerji üretiminde üreticiyi etkileyen unsurlar üzerinde, politika konularında araştırmalar yapılmaktadır. Yapılan bazı çalışmalar şu şekildedir:

2007 yılında Zhao ve Wu, bağımlı değişken olarak petrol ithalatı, bağımsız değişken olarak da ham petrol fiyatları, endüstriyel hâsıla, toplam trafik hacmi ve yurt içi enerji üretiminden hareketle bir zaman serisi analizi yapmıştır. Ulaşılan Vektör Hata Düzeltme Modeli sonuçlarına göre, uzun dönemde endüstriyel hâsıla ve toplam trafik hacminin Çin'in petrol ithalatını etkilediği ve yerel enerji üretiminin ise ikame etkisi oluşturduğu şeklindedir.

2008 yılında Xiong ve Ping yapmış oldukları çalışmada bağımlı değişken olarak ham petrol ithalatını kullanıp, bağımsız değişken olarak; GSYH, nüfus, sanayi sektörünün GSYH'deki payı ve petrol endüstrisinin üretici fiyat indeksini ele almıştır. Eş-Bütünleşme ve vektör hata düzeltme analizleriyle GSYH, sanayi sektörünün GSYH içindeki payı, nüfus ve petrol fiyatının ham petrol talebini etkileyen esas unsurlar olduğu bulgusuna ulaşmıştır.

2009 yılında Ghosh ise ithal edilen ham petrol miktarı, ham petrolün reel fiyatı ve reel GSYH arasındaki ilişkiyi sınamıştır. Panel veri analizinde ARDL modeli kullanılarak, 1970-1971 ve 2005-2006 dönemleri için Hindistan'ın büyümesi ile ham petrol ithalatı arasında tek yönlü ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

2010 yılında Ziramba yine ham petrol ithalatı ile ham petrolün reel fiyatı ve reel GSYH arasındaki ilişkiyi incelemiştir. 1980-2006 dönemleri için Güney Afrika'nın reel GHYH ile reel ham petrol fiyatları arasında uzun dönemli ilişkinin olduğu Johansen Eş-bütünleşme analizi ile ortaya konulmaktadır.

Bu çalışmalarda enerji talebinin enerji ithalatını etkileyen bir olgu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Böylelikle enerji talebinin belirleyicilerinin enerji ithalatı ile ilişkili olduğu kanısına varılmıştır.

Türkiye de bu alanda yapılmış çalışmalara bakıldığında, 2007 yılında Altınay, petrol ithalatını sınamak için ham petrolün reel ve nominal fiyatı ile reel GSYH'yi açıklayıcı değişkenler olarak ele almıştır. 1980-2005 dönemi verileri ARDL Eş-Bütünleşme analizi ile sınıandığında ham petrole olan talebin gelir ve fiyat esnekliklerinin kısa ve uzun dönemde esnek olmadığı sonucu elde edilmiştir.

Aynı meyanda Erdoğan 2007 yılında, toplam enerji tüketimi, GSYH, endüstriyel üretim indeksi, petrol dışındaki toplam enerji ithalatı ve özel sektör serbest sermaye yatırımlarını analizde kullanmıştır. Analizin bağımlı değişkeni olarak toplam enerji tüketiminin enerji ithalatına oranı tercih edilmiştir. Granger nedensellik testi ile ulaşılan sonuçlar, toplam ve ithal edilen enerji miktarı GSYH'yi etkilemekte fakat enerji kaynağının yerli ya da yabancı olması sanayi üretimini etkilemediği şeklinde tespit edilmiştir.

Türkiye'nin enerji bağımlılığını petrol açısından 2011 yılında inceleyen Ediger ve Berk temel bileşen analizi yöntemiyle petrol ithalatı duyarlılık endeksi oluşturmuştur. Endekste petrol ithalatının birincil ve toplam enerji tüketimine oranından faydalanılmıştır. Petrol ithalatı güvenlik açığı endeksi oluşturulmuş ve bu endeks; ham petrol ithalatının bağımlı olduğu birincil enerji tüketimi, ham petrol ithalatı tutarının GSYH'ye oranı, çeşitlendirilmemiş ithal kaynaklar ve toplam enerji ithalatı içindeki petrol oranı olmak üzere dört faktörden elde edilmektedir. Yapılan analizler sonucu bu dört faktöründe petrol ithalatı güvenlik açığı endeksini yaklaşık olarak aynı düzeyde etkilediği bulgusuna ulaşılmıştır. Petrol fiyatlarındaki artış güvenlik endeksinde bozulmalar oluştururken, kaynak çeşitlendirmesi endekste düzelmeler oluşturmaktadır.

2011 yılında Çoban ve Şahbaz, Türkiye'deki enerji sektöründeki AR&GE harcamalarının, enerji sektörünün ithalatı üzerindeki etkisini 1990-2007 dönemi için analiz etmiştir. Durağanlık sınaması için ADF Birim Kök Testini ve değişkenler arasındaki ilişkinin tespiti için de Granger nedensellik testi kullanılmakta olup uzun dönemli ilişkinin varlığını ölçmek için de Johansen Eş-Bütünleşme testleri kullanılmıştır. Analiz sonucunda, enerji ithalatı ile GSMH arasında Granger anlamında tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Enerji sektörüne yönelik AR&GE harcamalarının enerji ithalatını negatif yönde, buna karşın GSMH'deki artışların enerji ithalatını pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

2012 yılında Bilginoğlu ve Dumrul, Türkiye ekonomisinin enerji bağımlılığını teşkil eden unsurları Johansen-Juselius Eş-Bütünleşme analizi ile sınamıştır. Enerji bağımlılığı bağımlı değişken, enerji yoğunluğu, GSMH ve konutlardaki enerji tüketimi bağımsız değişken olmak üzere yapılan analizde enerji bağımlılığı ile enerji yoğunluğu ve konutlardaki enerji tüketimi arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Literatür taraması özet olarak Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Literatür Özeti

Yazarlar/Ülke/Yıllar	Metot	Değişkenler	Sonuçlar
Zhao ve Wu (2007) / Çin / 1995-2006	Zaman Serisi Analizi	Bağımlı Değişken: Petrol İthalatı	Uzun dönemde Endüstriyel hâsıla ve toplam trafik hacminin Çin'in petrol ithalatını arttırdığı ve yerel enerji üretiminin ise petrol ithalatını azalttığı şeklindedir.
		Bağımsız Değişken: Ham Petrol Fiyatları, Endüstriyel Hâsıla, Toplam Trafik Hacmi ve Yurt İçi Enerji Üretimi	
Altınay (2007) /Türkiye / 1980-2005	Zaman Serisi Analizi	Bağımlı Değişken: Petrol İthalatı	Ham petrol talebinin gelir ve fiyat esnekliğinin kısa ve uzun dönemde esnek olmadığı sonucuna ulaşmıştır.
		Bağımsız Değişken: Ham Petrolün Reel Fiyatı, Ham Petrolün Nominal Fiyatı ve Reel GSYH	
Erdoğan (2007) /Türkiye / 1975-2005	Zaman Serisi Analizi	Bağımlı değişken: Toplam Enerji Tüketiminin Enerji İthalatına Oranı	Toplam ve ithal edilen enerji miktarı GSYH'yi etkilemekte fakat enerji kaynağının yerli ya da yabancı olması sanayi üretimini etkilemediği bulgusuna ulaşılmıştır.
		Bağımsız Değişken: GSYH, Endüstriyel Üretim Endeksi, Petrol Dışındaki Toplam Enerji İthalatı ve Özel Sektör Serbest Sermaye Yatırımları	
Xiong ve Ping (2008) / Çin /2008-2020	Zaman Serisi Analizi	Bağımlı Değişken: Ham Petrol İthalatı	GSYH, sanayi sektörünün GSYH içindeki payı, nüfus ve petrol fiyatının ham petrol talebini etkileyen esas unsurlar olduğu bulgusuna ulaşmıştır.
		Bağımsız Değişken: GSYH, Nüfus, Sanayi Sektörünün GSYH'deki Payı ve Petrol Endüstrisinin Üretici Fiyat Endeksi	
Ghosh (2009) / Hindistan / 1970-1971 ve 2005-2006	Panel Veri Analizi	Bağımlı Değişken: Ham Petrol İthalatı	Reel GSYH ile ham petrol ithalatı arasında tek yönlü ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
		Bağımsız Değişken: Ham Petrolün Reel Fiyatı ve Reel GSYH	
Ziramba (2010) / Güney Afrika/ 1980-2006	Zaman Serisi Analizi	Bağımlı Değişken: Ham Petrol İthalatı	Reel GHYH ile Reel ham petrol fiyatları arasında uzun dönemli ilişkinin olduğu kanısına varılmıştır.
		Bağımsız Değişken: Ham Petrolün Reel Fiyatı ve Reel GSYH	
Ediger ve Berk (2011) /	Panel Veri Analizi	Bağımlı Değişken: Ham Petrol İthalatı	Petrol fiyatlarındaki artış güvenlik

Türkiye / 1968-2008		Bağımsız Değişken: Birincil enerji tüketimi, kaynak çeşitliliği, GSYH, Toplam enerji ithalatı içindeki petrol oranı	endeksinde bozulmalar oluştururken, kaynak çeşitlendirmesi endekste düzeltilmeler oluşturmaktadır.
Çoban ve Şahbaz (2011) / Türkiye / 1990-2007	Zaman Serisi Analizi	Bağımlı Değişken: Enerji İthalatı	Enerji sektörüne yönelik AR-GE harcamalarının enerji ithalatını negatif yönde, buna karşın GSMH'deki artışların enerji ithalatını pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.
		Bağımsız Değişken: Enerji sektöründeki AR-GE harcamaları, GSMH	
Bilginoğlu ve Dumrul (2012) /Türkiye / 1970-2009	Zaman Serisi Analizi	Bağımlı Değişken: Enerji Bağımlılığı	Enerji bağımlılığı ile enerji yoğunluğu ve konutlardaki enerji tüketimi arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.
		Bağımsız Değişken: Enerji Yoğunluğu, GSMH ve Konutlardaki Enerji Tüketimi	

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Bu çalışmada yenilenebilir enerji üretim miktarı ve GSYH'nin enerji ithalatı ile ilişkisi incelenmekte olup yapılan çalışmalardan farklı olarak yenilenebilir enerji üretimi ile enerji ithalatı arasındaki ilişkiden hareketle bağımlılık ve politika kavramları üzerinde durulmaktadır.

3.2. Veri Seti Ve Model

Çalışmada bağımlı değişken olarak enerji ithalatı (enerji kullanımındaki net ithalat oranı %'lik) olup bağımsız değişkenlerin biri, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisi (toplam elektrik üretimi içindeki yüzdelik payı), ikinci bağımsız değişken ise kişi başına GSYH (2010 yılı sabit fiyatlarıyla logaritmik olarak) kullanılmıştır. Bu değerler yıl bazlı olup 1990-2015 yılları arasındaki Türkiye'nin ekonomik ve istatistikî göstergeleridir. Verilerin tamamı Dünya Bankasından sağlanmıştır. Modelde kullanılan değişkenler ve sembolleri Tablo 3.2'de gösterilmektedir.

Tablo 3.2. Çalışmada Kullanılan Değişkenler

Değişkenler	Değişkenlerin Simgeleri
Enerji İthalatı (Enerji Kullanımındaki Yüzdesi)	Eİ
Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretimi (Toplam Elektriğin Yüzdesi)	YEÜ
Kişi Başına GSYH (2010 Sabit Fiyatlarıyla logaritmik olarak)	KBGSYH

Zikredilen değişkenlerle kurulan modellerde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkileri incelenmektedir. Burada yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi ve kişi başına GSYH'nin enerji ithalatı üzerindeki etkilerinin hangi yönde ve ne kadar olduğu analiz edilmektedir. Çıkan sonuçlar, Türkiye'nin enerji bağımlılık düzeyini ve yenilenebilir enerji üretiminin bu düzeyi nasıl etkilediğini açıklaması açısından önem arz etmektedir.

İlgili ekonometrik model aşağıdaki gibi şekillendirilmiştir;

$$Eİ_t = \beta_0 + \beta_1 YEÜ_t + \beta_2 KBGSYH_t + \varepsilon_t$$

3.3. Ekonometrik Yöntem

Ekonometrik analizlerde temel anlamda üç çeşit veri kullanılır. Bunlar, yatay kesit verileri, zaman serisi verileri ve karma veri olarak da adlandırılan panel verilerdir. Zamana göre değişkenlerin değişimlerini ifade eden verilere zaman serisi verisi denir. Örneğin yıllık elektrik tüketimi veya aylık enerji ithalatı gibi verilerdir. Zamanın belli bir anında farklı birimler üzerinden elde edilen verilere ise Yatay kesit verileri denir. Yani zaman değişmezken mekânlar farklı olup belirli bir yılda farklı ülkelerin verilerinin karşılaştırılmasında kullanılır. Örneğin farklı bölgelerde bir yıldaki kişi başı enerji tüketim miktarı gibi verilerdir. Panel veri olarak da isimlendirilen karma veri ise yatay kesit verileri ile zaman serisi verilerinin

birleşiminden oluşmaktadır. Mesela Avrupa Birliği ülkelerinin son 10 yılda ürettiği elektrik enerjisi gibi verilerdir.¹³⁹

3.4. Analiz Sonuçları

Bu çalışmada zaman serisi verileri kullanılmaktadır. Zaman serisi kullanma gerekçemiz Türkiye'ye ilişkin yıllar itibariyle artan yenilenebilir enerji politikalarıyla artan yenilenebilir enerji üretiminin enerji ithalatını nasıl etkilediğini ölçmektir.

İstatistiksel yöntemlerin doğru uygulanıp güvenilir sonuçlar elde edilmesi için zaman serilerinde, stokastik trendin olmaması ve birim kök içermemesi gerekmektedir. Bazen zaman serisi analizindeki değişkenlerin yapısından kaynaklanan artan ya da azalan trend eğilimleri gözlemlenebilmektedir. Bu da sahte regresyon sorununa yol açabilmektedir. Bu nedenle düzensiz eğilimlerin giderilmesi ve serinin durağanlaştırılması gerekmektedir.¹⁴⁰

Birim kök testleri durağanlığı ölçmek için kullanılan en muteber ve en yaygın yöntemlerdendir. Bunun için kullanılan model;

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \text{ şeklindedir.}^{141}$$

u_t ; ardışık bağımlı olmayan, ortalaması sıfır olan olasılıklı hata terimidir.

Y_t ; t zamanda Y'nin aldığı değer ve Y_{t-1} ise, $t-1$ zamanda Y'nin aldığı değeridir.

Şayet regresyonu hesaplar ve $\rho = 1$ olarak bulunursa Y_t olasılıklı değişkenin birim köke sahip olduğu söylenebilir. Zaman serisi analizinde bu durum, rassal yürüyüş olarak bilinmekte ve serinin durağan olmadığını ifade etmektedir.

Zaman serisi analizlerinde birim köke dair hipotezler ise şu şekilde kurulmaktadır¹⁴²;

¹³⁹ Selahattin Güriş ve Ebru Çağlayan, **Ekonometri: Temel Kavramlar**, İstanbul, DER Yayınları, Genişletilmiş 4. Basım, 2013, s. 8.

¹⁴⁰ Utku Utkulu, "Cointegration Analysis: Introductory Survey with Applications to Turkey", **1.Uluslararası Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu**, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir. 1993, s.303

¹⁴¹ N. Damodar, Gujarati, **Temel Ekonometri**, Literatür Yayınları, 1999, s.718.

¹⁴² A.e, s.719.

$H_0: \beta = 0, \rho = 1$ ise; seri birim kök içermektedir.

$H_1: \beta \neq 0, \rho \neq 1$ ise; seri birim kök içermemektedir.

Seride birim kök olup olmadığı Dickey-Fuller (DF), Augmented Dickey Fuller (ADF) veya Philips-Perron gibi testler ile incelenebilmektedir.

3.4.1. ADF Birim Kök Test Sonuçları

ADF birim kök testi olası otokorelasyon sorununun önüne geçebilmek amacıyla bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin modele eklenmesini önermektedir. ADF birim kök testinin kullanımında, Y_t serilerinin birim köke sahip olduğunu ifade eden (H_0) sıfır hipotezi sınanır ve eşitlikte yer alan katsayı anlamlı ise sıfır hipotezi (H_0) reddedilir. Katsayının anlamlı olup olmadığını sınamak için τ (tau) istatistikleri geliştirilmiştir.

ADF testi için kritik eşik değerler (red-kabul) yüzde 1, yüzde 5 ve yüzde 10 anlam düzeyleri baz alınarak oluşturulmaktadır.

Şayet, hesaplanan τ Dickey-Fuller sınanma istatistiğinin mutlak değeri (yani $|\tau|$), MacKinnon kritik eşik değerlerinin mutlak değerinden küçükse $H_0 : \delta = 0$ hipotezi kabul edilir ve kontrol edilen zaman serisinin durağan olmadığı kabul edilir. Fakat bunun tam tersi bir netice çıkarsa, H_0 hipotezi reddedilir ve zaman serisinin durağan olduğu sonucuna ulaşılır.

Sabitsiz ve Trendsiz Model: $\Delta Y_t = \gamma Y_{(t-1)} + ut$

Sabitli ve Trendsiz Model: $\Delta Y_t = a + \gamma Y_{(t-1)} + ut$

Sabitli ve Trendli Model: $\Delta Y_t = a + bt + \gamma Y_{(t-1)} + ut$

Modellerine bağlı olarak oluşturulan hipotez;

$H_0: \gamma = 0$ ($p = 1$), Seri birim kök içermektedir.

$H_0: \gamma < 0$ ($p < 1$), Seri birim kök içermemektedir.

Tablo 3.3. ADF Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	Düzy Değerler		Fark Değerler
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabit ve Trend Yok
Eİ	-1.214062 (0.6518)	-1.487081 (0.8069)	-3.929540* (0.0004)
YEÜ	-1.771165 (0.3853)	-1.784346 (0.6818)	-5.826206* (0.0000)
KBGSYH	0.540902 (0.9848)	-1.999897 (0.5712)	-3.649068* (0.0008)

*: 0,01, anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 3.3'ten de anlaşılacağı üzere H_0 : red, H_1 : kabul edilir yani birinci fark değerlerde model durağan çıkmaktadır.

Birim kök testi sonuçlarında göre seriler birinci fark düzeyinde durağandır. ADF birim kök testinin doğruluğunu sınamak için Philips Perron testinin yapılmasında fayda görülmektedir.

3.4.2. Philips Perron (PP) Birim Kök Test Sonuçları

Hata terimleri arasında ilişki olmadığını ve sabit bir varyansa sahip olduklarını varsaymaktadır. Philips Perron birim kök testi ile hata terimlerinin varyanslarının birbirinden farklı olduğunu ifade eden değişen varyans sorununun olabileceğini varsaymaktadır. Aynı zamanda Dickey Fuller birim kök testinin geliştirilmiş bir modelidir.¹⁴³ Philips Perron birim kök testinin denklemi aşağıdaki gibidir:

$$\text{Sabitli ve Trendsiz Model: } \Delta y_t = a y_{t-1} + x_t^1 \delta + \varepsilon_t$$

H_0 : $a=0$, Birim kök vardır yani durağan değildir,

H_1 : $a<0$, Birim kök yoktur yani durağan olduğu anlamına gelmektedir.

¹⁴³ Walter Enders, *Applied Econometric Time Series*, John Wiley & Sons, 2008, s.239

Tablo 3.4. Phillips-Perron Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	Düzy Değerler		Fark Değerler
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabit ve Trend Yok
Eİ	-1.302205 (0.6122)	-1.468903 (0.8132)	-3.917535 (0.0004)
YEÜ	-1.692455 (0.4227)	-1.816851 (0.6661)	-5.815977 (0.0000)
KBGSYİH	0.605265 (0.9869)	-2.063153 (0.5401)	-3.688635 (0.0007)

*: 0,01, anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 3.4'ten de anlaşılacağı üzere Philips Perron birim kök testinin sonuçları ADF testini doğrular mahiyette olup; H_0 : red, H_1 : kabul edilmektedir. Yani model birinci fark değerlerde durağan çıkmaktadır. ADF ve Philips Perron birim kök testlerinin sonuçları bir birini destekler mahiyette olup serilerin birinci fark düzeyinde durağan olduğu kanıtlanmıştır.

3.4.3. ARDL Eş Bütünleşme Testi

Ekonometrik sınamalarda değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkiler çeşitli yöntemlerle analiz edile bilinmektedir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin tespit edilebilmesi için eş bütünleşme analizlerinden faydalanılmaktadır. Engle Granger (1987) ve Johansen (1988) klasik bir eş bütünleşme tekniği geliştirmişlerdir. Bu tekniğe göre değişkenlerin aynı derecede bütünleşik olduğu durumlar sınanmaktadır. Bu durum eş bütünleşme testleri için önemli bir engeldir. Bu kısıt Peseran vd. (1996) çalışmasıyla giderilmeye çalışılmıştır. Bundan hareketle geliştirilen ARDL (Autoregressive Distributed Lag Bound Test) modeli değişkenlerin $I(0)$ ve $I(1)$ düzeylerinde durağan özellik gösterdikleri durumlarda bile uzun dönemli ilişkinin ortaya konulabileceği görüşünü ileri sürmektedir. ARDL modeli $I(2)$ durağan serilere uygulanmamakla birlikte, farklı düzeyde durağan serilere uygulanabilme avantajının da ötesinde hata düzeltme modeline yer verme olanağı

modelin kullanılmasında önemli avantajlar sağlamaktadır. Bununla birlikte kısa ve uzun dönem değişkenler arasındaki ilişkilerin ileri sürülmesi konusunda da ARDL modeli yüksek güvenilirlik oranına haizdir.¹⁴⁴

Bu sebeple çalışmada ARDL yönteminin kullanılmasının kısa ve uzun dönem ilişkilerinin yorumlanabilmesi açısından daha uygun olacağı düşünülmektedir. Kısa ve uzun dönem ilişkilerin test edilmesi için kullanılacak ARDL denklemi aşağıdaki gibidir:

$$\Delta Y = \varphi_0 + \sum_{i=1}^m \varphi_{1i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=0}^m \varphi_{2i} \Delta X_{1t-i} + \dots \sum_{i=0}^m \varphi_{ki} \Delta X_{kt-i} + \varepsilon_1 Y_{t-1} + \varepsilon_2 X_{1t-1} + \dots + \varepsilon_k X_{kt-1} + u_t$$

Denklemde φ ; Sabit terimi, Δ ; fark terimi, u ; hata terimini temsil etmektedir.

ARDL yönteminde seride eş bütünleşme bulunmadığı durum için boş hipotez, eş bütünleşme bulunan durum için ise alternatif hipotez kurulup sınanmaktadır. Bu hipotezlere göre; $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = 0$ ve $H_1 : \beta_1 \neq \beta_2 \neq 0$ olarak ifade edilmektedir. Kurulan hipotezde model evvela, alternatif hipotezin doğru olduğu varsayılarak bütün değişkenlerin kısıtsız yani $I(0)$, diğer durumda ise kısıtlı yani $I(1)$ olduğu kabul edilmektedir. Şayet değişkenler arasında eş bütünleşme var ise değişkenler seviye düzeylerinde regresyona tabi tutulabilir.¹⁴⁵

Eş bütünleşmenin olup olmadığını sınamak için modele sınır testi uygulanmalı ve bu test neticesinde elde edilen F istatistiği, alt ve üst sınır bant değerleri açısından yorumlanmalıdır. Bu kıstasta, F istatistik değeri, üst sınır değerinin üzerinde ise H_0 hipotezi reddedilmekte, alt sınır değerinin altında ise H_0 hipotezi kabul edilmektedir. Şayet sınır testi sonucu hesaplanan F istatistik değeri alt ve üst değerlerin arasında bir değer alıyorsa, bu durumda eş bütünleşmenin olup olmadığı ile ilgili herhangi bir şey

¹⁴⁴ Veli Akel ve Sümeyra Gazel, “Döviz Kurları ve BİST Sanayi Endeksi Arasındaki Eşbütünleşme İlişkisi: Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı.” Erciyes Üniversitesi İİBF Dergisi, No:2, 2014, s. 23-41.

¹⁴⁵ Mustafa Sevüktekin ve Mehmet Nargeleçekenler, “Ekonometrik zaman serileri analizi: EViews uygulamalı.” Nobel Yayın Dağıtım, 2010.

söylenememektedir. Eş bütünleşmenin varlığı, F istatistik değerinin üst sınır değerinin üzerinde olmasına bağlıdır.¹⁴⁶

3.4.4. Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

ARDL modelinde otokorelasyon sorunu olmaması için uygun gecikme uzunlukları belirlenir. Eklenerek gecikmeli değerlerin seçiminde çeşitli kriterler kullanılmaktadır. Bunlar; Akaike (AIC), Schwarz (SIC), Hannan-Quinn (HQ), Modified AIC (MAIC), Modified (MSIC), Modified HQ(MHQ) dan oluşmaktadır. Modele en fazla uyum sağlayan kriter Hannan–Quinn (HQ) tarafından sağlanmaktadır. HQ hesaplama formülü aşağıda belirtilmektedir.¹⁴⁷

T: Gözlem Sayısı

k: Parametre Sayısı

l: Logaritmik olabilirlik (likelihood) fonksiyonu

$$\tau = \sum_t \frac{y_{t-1}^2}{\sigma^2}$$

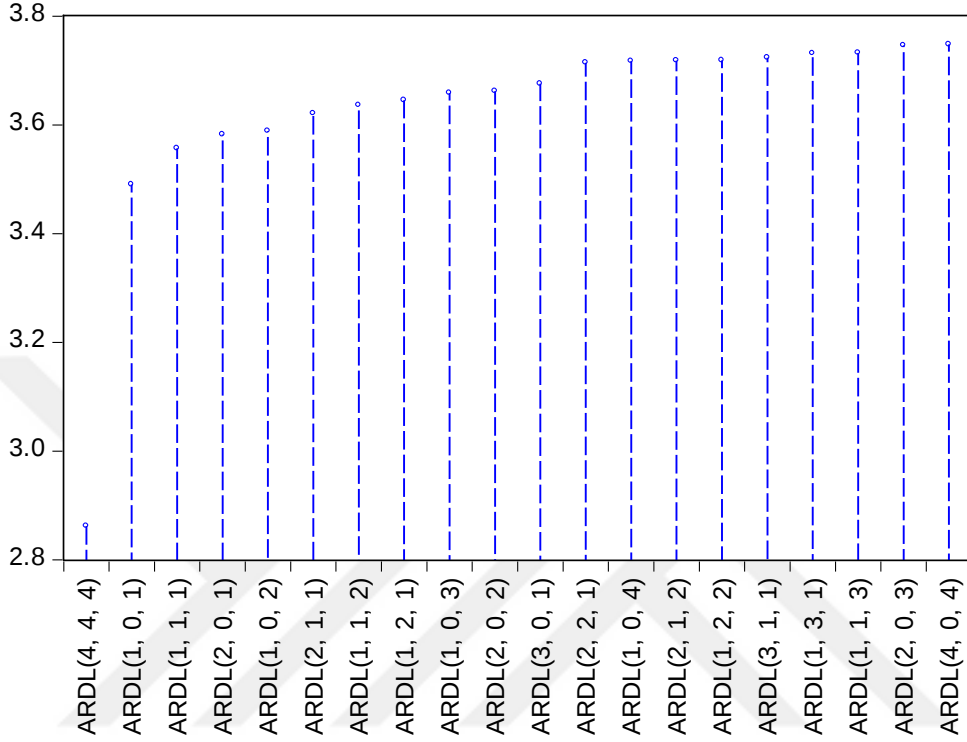
$$\text{Gecikme Kriteri; } -2 \left(\frac{l}{T} \right) + \frac{2k \log(\log(T))}{T}$$

¹⁴⁶ Emeka Nkoro & Aham Kelvin Uko: “Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Cointegration Technique: Application and Interpretation,” **Journal of Statistical and Econometric Methods**, vol.5, no.4, 2016. pp. 63-91

¹⁴⁷ https://www.academia.edu/2402640/Dura%C4%9Fanl%C4%B1k_Birim_K%C3%B6k_S%C4%B1namalar%C4%B1

Tablo 3.5. Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

Hannan-Quinn Criteria (top 20 models)



Gecikme uzunluğunun tespiti için Hannan-Quinn bilgi kriterinin kritik değeri baz alınmıştır ve en küçük kritik değeri sağlayan gecikme uzunluğu modelin gecikme uzunluğu olarak tayin edilmiştir. Bu model ARDL (4,4,4) bağlamında değişkenler arasındaki eş bütünleşme ilişki sınaması yardımı ile ortaya konulmuştur (Tablo 3.5).

3.4.5. ARDL Sınır Testi

İlgili modelin sınır testi neticeleri Tablo 3.6’da yer almaktadır.

Tablo 3.6. Sınır Testi Sonuçları

Test İstatistiği	Değer	K
F İstatistiği	8.9514	2
Kritik Sınır Değerleri		
Anlamlılık	I0	I1
% 10	2.63	3.35
% 5	3.1	3.87
% 2.5	3.55	4.38
% 1	4.13	5
Varsayımlardan Sapmaların Testleri		
Jaque Bera (JB) Normallik Testi	0.9020 (0.6369)	
Breusch-Godfrey Otokorelasyon LM Testi	0.8373 (0.4857)	
Breusch-Pagan-Godfrey Değişen Varyans Testi	0.5124 (0.8640)	
Ramsey Reset Testi	0.3924 (0.5541)	

Sınır testi sonucunda 0,01 anlamlılık düzeyinde hesaplanan F istatistik değeri (8.9514) tablo üst kritik değerinden 0.01 anlamlılık düzeyinde büyük olarak hesaplanmıştır. Bu durumda değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinin olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuç değişkenlerin uzun dönemde eş bütünleşik olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak modelle ilgili varsayımlar test edildiğinde;

- Jaque Bera test istatistiği modelde normal dağılım sorununun olmadığını,
- Breusch-Godfrey Otokorelasyon LM Test istatistik değeri modelde otokorelasyon sorununun olmadığını,

- Breusch-Pagan-Godfrey Değişen Varyans Testi modelde değişen varyans sorununun olmadığını ve
- Ramsey Reset test istatistiği modelde spesifikasyon hatasının olmadığını göstermektedir.

Tablo 3.6’da verildiği üzere F-istatistik değeri %1 anlamlılık düzeyinden bile büyük olduğu için eş bütünleşme ilişkisinin olduğu ispatlanmıştır. Eş bütünleşme ilişkisi saptandığına göre değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkisini incelenebilmektedir.

3.4.6. Uzun Dönem Tahminleri

Değişkenler arası tespit edilen eş bütünleşme ilişkisi akabinde tespit edilen uzun dönemli ilişkide değişkenlerin katsayıları ve işaretleri tahmin edilmiştir. Uzun döneme ait model tahminleri Tablo 3.7’de yer almaktadır.

Tablo 3.7. Uzun Dönem Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
YEU	-0.5596	0.0788	-7.1003	0.0002
KBGSYH	42.9783	10.9061	3.9407	0.0056
C	-86.0357	42.8264	-2.0089	0.0845

Uzun dönem tahmin sonuçları incelendiğinde yenilenebilir enerji üretim miktarının enerji ithalatı üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu gözlemlenmektedir. Aynı şekilde kişi başı GSYH ile enerji ithalatı arasında da anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Tespit edilen ilişkiler; Yenilenebilir enerji üretim miktarı ile enerji ithalatı arasında negatif yönlü, kişi başı GSYH ile enerji ithalatı arasında ise pozitif yönlü tezahür etmiştir.

3.4.7. Hata Düzeltme Modeli

Modelin kısa dönem dengesine dair bilgi içermesi babından kurulan hata düzeltme modeli kısa dönemde meydana çıkan dengesizliklerin uzun dönemde giderildiğini göstermektedir.

Hata düzeltme modelleri değerlendirilirken geçerli kıstas, hata düzeltme teriminin anlamlılığı ve işaretidir. Şayet hata düzeltme terimi istatistiksel olarak anlamlı ve negatif işaretliyse hata düzeltme modelinin çalıştığı ve kısa dönemdeki dengesizlikler uzun dönemde giderildiği anlamına gelmektedir. Modele dair Hata Düzeltmeler Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8. Hata Düzeltme Modeli

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
D(EI(-1))	0.115775	0.113835	1.017042	0.3430
D(EI(-2))	-0.173179	0.121640	-1.423701	0.1975
D(EI(-3))	0.807569	0.137744	5.862830	0.0006
D(YEU)	-0.438053	0.052942	-8.274219	0.0001
D(YEU(-1))	-0.072205	0.047742	-1.512420	0.1742
D(YEU(-2))	0.060860	0.052403	1.161379	0.2836
D(YEU(-3))	0.278661	0.048112	5.791893	0.0007
D(KBGSYIH)	77.528057	8.754355	8.855942	0.0000
D(KBGSYIH(-1))	-41.680252	11.077323	-3.762665	0.0071
D(KBGSYIH(-2))	-20.726145	10.853349	-1.909654	0.0978
D(KBGSYIH(-3))	-101.837142	16.195001	-6.288184	0.0004
CointEq(-1)	-0.597389	0.083527	-7.152021	0.0002

Çalışmada kurulan hata düzeltme modeline ait düzeltme katsayısı istatistiksel olarak anlamlı olup negatif işaretlidir. Hata düzeltme değişkeninin katsayısı -0,597389

olarak elde edilmiş ve olasılık değeri ise 0,0002 çıkmıştır. Böylelikle modelde kısa dönem oluşan dengeden sapma durumları uzun dönemde giderilmiştir.

Son olarak modelin kısa dönem dinamikleriyle ilişkili olarak hata düzeltme teriminin sağlanmasında kullanılan uzun dönem katsayıların istikrarlılığını ölçmek amaçlı Brown vd. tarafından önerilen Cusum sınamalarından faydalanılmıştır.

Hata terimlerine dair tahmin edilen Cusum testi istatistiğinden sağlanan eğri, % 5 anlamlılık düzeyi kritik sınırı arasında bulunmuş olup tahmin edilen katsayıların uzun dönemde istikrarlı olduğu söylenebilmektedir. Yapılan analizlerde Cusum Square'den de faydalanılmıştır. Yapılan Cusum ve Cusum Square sonuçlarına göre analiz eğrisi %5 anlamlılık düzeyleri arasında çıkmıştır.

3.5. İktisadi Yorum

Yapılan sınamalar sonucunda yenilenebilir enerji üretimi ile enerji ithalatı arasında anlamlı ve negatif yönlü bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Enerji ithalatına etki eden diğer değişkenler yok sayıldığında uzun dönem test sonuçlarındaki katsayılardan hareketle, yenilenebilir enerji üretimi katsayısının (-0.5596) bu kadar düşük olması tüketilen toplam enerji içindeki yenilenebilir enerji üretim miktarının düşüklüğünü göz önüne sermektedir. Kişi başına düşen GSYH ile enerji ithalatı ilişkisi ise anlamlı ve pozitif yönlü olarak gözlemlenmektedir. Kişi başına GSYH katsayısının (42.9783) bu denli yüksek olması yine enerji ithalatına etki eden diğer değişkenler yok sayıldığında, tüketilen toplam enerji miktarı içindeki enerji ithalatı payının ne kadar yüksek olduğunu kanıtlar niteliktedir.

Elde edilen sonuçlardan hareketle, yenilenebilir enerji üretimi arttıkça enerji ithalatının azalacağı iddia edilmektedir. Bu konuda yenilenebilir enerji üretim teknolojilerine dair ürünlerin ithal edilmesi cari açığı arttırdığı yönündeki tartışmaların haricinde olaya bakıldığında enerji ithalatının cari açık içindeki payının azalacağı söylenebilir fakat yenilenebilir enerji üretim tesislerine dair ürünlerin ithalatı hesaba katıldığında cari açığın artacağı kaçınılmaz bir sonuç olacaktır. Bu konuda çalışmada savunulan görüş, cari açık içindeki enerji ithalatı miktarının azalması olup

yenilenebilir enerji üretim tesislerine dair ürünlerin ithalatı cari açık içerisindeki enerji ithalatından bağımsız tutulmaktadır.

Yenilenebilir enerji üretim tesislerine dair ürünlerin cari açığı hariç tutulduğunda, Türkiye'nin cari açığının önemli bir kısmını teşkil eden enerji ithalatını azaltmanın en önemli yollarından biri yenilenebilir enerji kaynakları olduğu çıkarımında bulunulabilir. Bu kaynakların mevcut potansiyellerini tam anlamıyla kullanabilmek için enerji politikalarına ciddi önem verilmelidir.

Ayrıca kişi başına GSYH ile enerji ithalatı arasında da anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bu durum GSYH arttıkça Türkiye'nin enerji bağımlılığının da artacağı sinyalini vermektedir. Bu düzeyde yüksek enerji bağımlılığı, öncelikli olarak ekonomik büyümeye vurulmuş büyük bir prangayı sembolize etmektedir. Türkiye'nin başta ekonomik büyümesi olmak üzere sosyal ve politik olarak kalkınması için yenilenebilir enerji kaynaklarına gerekli önemin verilmesi, ilgili teknolojinin millileştirilmesi ve enerji politikalarının bu hedeflere uygunluğunun sağlanması gerekmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Stratejik önemi Sanayi Devrimi ile giderek artan enerji, ülkeler arası sıralamanın belirleyici faktörü olmaya başlamıştır. Uluslararası ilişkiler çerçevesinde ekonomik, sosyal ve politik gelişmelerin asli unsuru olmuş ve gelişmişlik düzeyine yön verecek bir konuma ulaşmıştır. Her geçen gün büyüyen dünya ekonomisi beraberinde enerji talebini arttırmakta ve enerji kavramını zenginleştirme yönünde gelişme kaydetmektedir.

İktisat politikasının temel amaçlarından biri olan fiyat istikrarı, üretim girdilerinin istikrarlılığına bağlıdır. Enerji, üretim girdilerinin ana unsurlarındandır. Fiyat istikrarının sağlanması arayışında enerji kaynağının sürdürülebilirliği ve güvenilirliği kavramlarıyla karşılaşılmaktadır. Türkiye enerjideki dışa bağımlılığı sebebiyle güvenilirlik ve sürdürülebilirlik konularında ciddi riskler üstlenmektedir. Bu risklere karşı kendini güvenceye alabilmesi için cari açığın önemli bir kısmını ihtiva eden fosil kaynak tüketiminden yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru bir geçiş arayışındadır.

Çalışma üç bölümden oluşmakta olup birinci bölümde, enerjinin kavramsal çerçevesi ve enerji kaynakları ele alınmıştır. İkinci bölümde enerji politikasına yönelik tanımlamalar ve Türkiye'deki uygulanan enerji politikaları incelenmiştir. Nihai olarak üçüncü bölümde ise yenilenebilir enerji üretimi-enerji ithalatı ilişkisine yönelik ekonometrik analize yer verilmiştir.

Her ne kadar Türkiye petrol ve doğal gaz rezervleri açısından zengin olmasa da biyokütle, jeotermal, hidroelektrik, güneş, rüzgâr gibi ikincil enerji kaynakları açısından güçlü potansiyele sahiptir.

Türkiye'nin elektrik tüketiminde kömür ve doğalgazdan sonra üçüncü sırada yer alan hidroelektrik santralleri toplam elektrik üretiminin %24,58'ini karşılamaktadır. Rüzgâr enerjisi toplam elektrik üretimi içindeki payı %5,69 düzeylerinde iken jeotermal %1,77 seyrederken biyoyakıt ve güneş enerjisinin katkısı ise %1 bile değildir. Bu değerler ülkenin kaynakları atıl kullandığının en açık göstergesidir.

Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre Türkiye de henüz kurulu bir nükleer güç santrali bulunmamakta olup 2028 yılına kadar tamamlanması hedeflenen Akkuyu Nükleer Güç Santrali, yıllık 35 milyar kWh kapasiteli dört ünitesiyle tamamlanması durumunda mevcut elektrik enerjisi tüketiminin fosil kaynaklardan karşılanan payını önemli ölçüde azaltacaktır. Jeotermal enerji açısından Türkiye dünyada en büyük jeotermal doğrudan kullanım kapasitesi sıralamasında 2,9 GW ile Çin'den sonra ikinci sırada yer almaktadır. Biyodizel üretiminde ise Türkiye'nin kayda değer ölçüde bir işleme kapasitesi olmakla birlikte sektörde yaşanan sorunlar nedeniyle, mevcut işleme potansiyelinin 2007 yılı itibariyle atıl kalmaya başladığı ve işleyen firmaların da giderek sektörde kayıt dışı üretime yöneldikleri gözlemlenmektedir. Dalga enerjisi henüz yeni bir enerji kaynağı olması hasebiyle yeterli veri sağlanamamakla birlikte Türkiye'nin öncelikle Kuzey ve Batı kıyılarının dalga enerjisi açısından oldukça zengin olduğu anlaşılmaktadır. Uygun sistemlerin kurulması şartıyla ilgili bölgelerdeki birçok yerleşim birimlerinin elektrik enerjisi gereksinimi sürekli olarak karşılanabileceği tahmin edilmektedir.

Türkiye'nin büyüme değerlerinden daha yüksek düzeyde artan enerji talebi ve dışa bağımlılık oranı göz önünde bulundurulduğunda, yenilenebilir enerji kaynaklarının atıl kapasite kullanımı bu konudaki çalışmaların yeterli olmadığının göstergesidir. Türkiye yenilenebilir enerji potansiyelini ne kadar verimli kullanılırsa o ölçüde siyasi, ekonomik ve sosyal olarak daha güçlü hale gelecektir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının tam kapasite kullanımı için gerekli yasal mevzuat oluşturulmalı ve politika araçlarının amaca uygun olarak hazırlanması gerekmektedir. Yasal zemin hazırlanırken temel bazı kavramlar kullanılmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramı, fosil kaynakların sınırlı olması, enerji talebindeki belirsizlik, üretim maliyetleri, erişim güçlüğü gibi risklerin bertaraf edilmesine yönelik bir sınır olarak tanımlanmaktadır.

Enerji güvenliği kavramı, enerji üretim sürecindeki riskler, çevreye verilen zarar, kurulum ve işletme sürecindeki terörist saldırılarından, yatırım eksikliklerinin meydana getireceği enerji kıtlıklarına, ülkeler arası krizlerden iç savaşlara kadar birçok ihtimalin birlikte değerlendirilmesini gerektiren bir kavramdır.

Bir kaynak olarak da adlandırılan enerji verimliliği ise kaynağın doğru kullanılması ve bunun neticesinde önemli düzeylerde tasarruf sağlayıcı etkilere sahiptir. Kaynakların maksimum fayda sağlanabileceği tüketim alanlarında değerlendirilmesi sürdürülebilirlik ve enerji güvenliği kavramlarıyla da doğrudan ilişkilidir. Türkiye mevcut enerji kaynaklarını verimli, sürdürülebilir ve güvenli bir şekilde kullanabilmesi için bazı kanunlar çıkarmıştır. Bu kanunlar yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik önemli roller üstlenmiştir.

4646 sayılı Doğalgaz Piyasası Kanunu ile doğalgaz piyasasının serbestleşmesi ile güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir doğal gaz piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin sağlanması amaçlanmıştır.

5346 sayılı, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanımına yönelik kanunla elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomiye kazandırılması hedeflenmiştir.

5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu önceki kanunlardan farklı olarak talep odaklı bir kanun vasfı taşımaktadır. Enerji tasarrufunun en az üretimi kadar önemli olduğu, enerjinin verimli kullanımıyla tüketim miktarlarının azalacağı ve bu doğrultuda dışa bağımlılığın azalacağı gerçeğinin anlaşıldığını gösteren bir politika olarak karşımıza çıkmaktadır.

5686 Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralleri Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliğın de ise jeotermal kaynaklarının aranması ve işletilmesine yönelik izin ve sertifikalandırma sınırlarını ihtiva etmektedir.

3096 Sayılı Türkiye Elektrik Kurumu Dışındaki Kuruluşların Elektrik Üretimi, İletimi, Dağıtımını Ve Ticareti İle Görevlendirilmesi Hakkında Kanun’u amaç olarak, yerli ve yabancı şirketlerin elektrik üretimi, ulaştırılması, dağıtımını ve ticareti ile görevlendirilmesini düzenlemeyi konu alan kapsamı itibariyle de görevin verilmesine yönelik sözleşme, geçerlilik süresi ve tarife düzenlemesini gibi unsurları içermektedir.

Çalışmada 1990-2015 yılları itibariyle yenilenebilir enerji üretim miktarı ve GSYH'nin enerji ithalatını ne yönde etkilediği zaman serileri yardımıyla analiz edilmiştir. Zikredilen süre zarfında yenilenebilir enerji üretim miktarı ile enerji ithalatı arasında anlamlı ve negatif, kişi başına düşen GSYH ile enerji ithalatı arasında ise anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu bulgularına ulaşılmıştır.

Türkiye'nin cari açığı ve ekonomik büyüme trendi arasındaki tarihsel ilişkiye bakıldığında yüksek büyüme oranlarının ancak yüksek cari açık vererek sürdürdüğü gözlemlenmektedir. Bu durum Türkiye'nin ithal girdiye bağımlı, düşük katma değerli üretim yapısından kaynaklanmaktadır. Düşük katma değerli üretimdeki enerjinin dahi çok büyük bir oranının ithal edilmesi hem GSYH değerlerini ciddi anlamda sınırlandırmakta hem de yüksek katma değerli üretim düzeyine geçmesine engel oluşturmaktadır. Ayrıca enerji ödemelerinin döviz türünden oluşu kriz dönemlerinde bile cari açığın azalmamasına sebep olmakta ve dalgalanma fiyat istikrarını bozmaktadır. Bu doğrultuda Türkiye aldığı dış borcu büyüme için verimli kullanamamaktadır. Böylelikle enerji bağımlılık oranı arttıkça büyüme oranı cari işlemler açığı ile kapanamaz hale gelmektedir. Bütün bu değerlendirmeleri doğrular yönde ulaşılan ampirik bulgulardan hareketle, yenilenebilir enerji üretimi arttıkça Türkiye'nin enerji ithalatı azalacak ve böylelikle ödemeler bilançosu denkleğinin sağlanmasında iyileşmeler meydana gelecektir. Uzun dönemde bağımlılığın da azalması ile neticelenen bu durum yüksek katma değerli üretim yapısına geçiş için ekonomik altyapının hazırlanması anlamına gelmektedir. Büyüyen bir ekonomi olarak Türkiye'nin fiyat istikrarı, tam istihdam ve sürdürülebilir büyüme gibi hedeflerine ulaşması için enerji konusundaki eksiklerini gidermesi gerekmektedir. Çalışmada ulaşılan sonuçlardan hareketle çözüme dair öneriler şu şekilde ifade edilir:

- Mevcut kaynakların rezerv miktarı doğru tespit edilmelidir.
- Tespit edilen rezervlerin tam kapasite üretime koşulması için gerekli yasal zemin hazırlanmalı ve teşviki için daha etkin kampanyalar üretilmelidir.
- Tüketici davranışları enerjiyi verimli kullanmaya yönelik disipline edilmeli, bu doğrultuda ceza ve ödül mekanizmalarından faydalanılmalıdır.

- Enerji tasarrufu bilinci eğitim sistemine dâhil edilerek tüketiciye aşılmalıdır.
- Türkiye'nin jeopolitik konumunun enerjinin transfer güzergâhında olmasının avantajlarından faydalanılarak enerjide merkez ülke olma yönünde kullanılmalıdır.
- Yenilenebilir enerji üretimi ve enerji tasarrufu konularında yeni teknolojilerin gelişimi sıkı takip edilmelidir.
- Yenilenebilir enerji teknolojilerinin ithal ikamesi sağlanmalı ve bu teknolojilerin yurt içinde üretimi sağlanmalıdır.
- Enerji ithalatında kaynak çeşitlendirilmesine gidilerek rekabet arttırılmalı ve daha düşük maliyetle temin sağlanmalıdır.
- Enerji piyasasında derinleşme sağlanmalı ve Enerji borsası süreci hızlandırılmalıdır.
- Enerji kayıplarının önlenmesi için teknik zemin geliştirilmeli ve politikalarda kayıplarla ilgili tedbirlere gereken önem verilmelidir.
- Nükleer enerji çalışmalarına önem verilerek, teknolojisinin ülkemize getirilmesi sağlanmalıdır.
- Stratejik enerji depolama kapasitesi arttırılmalıdır.
- Elektrik kullanımındaki yüksek orandaki kayıp ve kaçak azaltılmalı, kaçak petrol ürünlerinin piyasaya girmesi önlenmelidir.

Yukarda zikredilen öneriler, Türkiye'nin enerji vizyonu formülizasyonunda göz önünde bulundurması gereken parametrelerdir. Aksi takdirde bu bağımlılık oranlarıyla makroekonomik hedeflere ulaşmak mümkün görünmemektedir.

Çalışma yenilenebilir enerji verilerinin sınırlı olmasından ötürü 1990-2015 verileriyle sınırlandırılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çok çeşitli olması ve kullanım alanı farklılığından dolayı sadece elektrik enerjisi üretimi içindeki yenilenebilir enerji üretim miktarı, çalışmanın diğer bir sınırını ifade etmektedir. Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının türüne göre gerek ayrı ayrı gerekse toplam üretim değerlerine ulaşmada yaşanan güçlükler ve ulaşılan verilerin de aynı

birim türünden olmayışı analizleri güçleştiren başka bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yapılan araştırmalardan hareketle enerji bağımlılığını en aza indiren en etkili yenilenebilir enerji kaynağının tespitine yönelik bir çalışmanın, Türkiye'nin enerji politikalarına önemli katkılar sunacağı çıkarımında bulunmaktadır. Araştırılmasında fayda görülen diğer bir konu, yatırımcıların yenilenebilir enerji üretimine yönelmelerinin önündeki yasal engellerin tespit edilmesi, düzenlenecek enerji politikaları açısından güçlü bir dayanak oluşturabilir. Ayrıca Türkiye'deki tüketicilerin enerji tasarrufu bilincinin ölçülmesine yönelik yapılacak çalışmalar enerji kaynaklarının verimli kullanılıp kullanılmadığını ölçmek açısından önemli görülmektedir.

KAYNAKÇA

- Acaroğlu, Mustafa: **Alternatif Enerji Kaynakları**, 2. Baskı, Ankara, Nobel Yayınevi, 2007.
- Akel, Veli & Sümeyra Gazel: “Döviz Kurları ve BİST Sanayi Endeksi Arasındaki Eşbütünleşme İlişkisi: Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı.” **Erciyes Üniversitesi İİBF Dergisi**, No:2, 2014, s. 23-41.
- Akınerdem, Fikret: “Türkiye’de Biyoyakıtlar ve Hammadde Temini.” Biyoyakıtlar ve Biyoyakıt Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı. TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası.12-13 Aralık, 2007, s. 63-70, Ankara,
- Akova, İsmet: **Enerji Kullanımındaki Değişim**, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, 2016.
- Alma, Özlem & Gürünlü & Özgül Vupa: “Regresyon Analizinde Kullanılan En Küçük Kareler ve En Küçük Medyan Kareler Yöntemlerinin Karşılaştırılması”, **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi)**, Cilt: 3 (2), Isparta, 2008, s. 220.
- Altınay, Galip: “Short-Run And Long-Run Elasticities Of Import Demand For Crude Oil in Turkey”, **Energy Policy**, 2007, 35.11: 5829-5835.
- Aydın, Levent: **Enerji Ekonomisi**, 1. Baskı, Seçkin Yayınları, Ankara, 2014.
- Bağdigen, Muhlis & Emre Demir: “Küresel Isınmayla Mücadelede Türk Vergi Mevzuatı.” **Zonguldak Karaelmas University Journal of Social Sciences**, 6(12). 2010.

- Bayraç, H. Naci: "Küresel rüzgâr enerjisi politikaları ve uygulamaları", **Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt/Vol. XXX, Sayı/No. 1, 2011, pp. 37-57
- Bayraç, H. Naci: "Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye: Petrol ve Doğalgaz Kaynakları Açısından Bir Karşılaştırma." Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10(1), s.115-142, 2009 Haziran. <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/ogusbd/article/viewFile/5000080915/5000075130> (Çevrimiçi) 12.12.17
- Bayraktar, Yüksel & Halil İbrahim Kaya: "Kamu Teşviklerinin Yenilenebilir Enerji Yatırımları Üzerine Etkisi: Türkiye Örneği.", ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies), No:1, 2016
- Bayraktar, Yüksel & Halil İbrahim Kaya & Furkan Yıldız: "Yenilenebilir Enerjinin Yükselen Yıldızı: Çin", ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies), No:3, 2017
- Bayraktar, Yüksel & Halil İbrahim Kaya: "Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Rüzgâr Enerjisi Açısından Bir Karşılaştırma: Çin, Almanya ve Türkiye Örneği.", **Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi**, 2016, 2.4.
- Bilginoğlu, M. Ali & Cüneyt Dumrul: "Türk Ekonomisinin Enerji Bağımlılığı Üzerine Bir Eş-Bütünleşme Analizi", **Journal of Yasar University**, 2012, 7.26.
- BP: **Statistical Review of World Energy**, June 2015, (çevrimiçi), <http://www.bp.com/statisticalreview>, 20 Ocak 2017.
- Canik, Baki & Mehmet Çelik & Zafer Arıgün: "Jeotermal Enerji", Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, Döner Sermaye İşletmesi Yayınları, No:59 Mayıs 2009, s.1.
- Çelikpala, Mitat: "Enerji Güvenliği: NATO'nun Yeni Tehdit Algısı." **International Relations/Uluslararası İlişkiler**, 10(40). 2014

- Çoban, Orhan & Nazan Şahbaz: “AR&GE Harcamaları ve GSMH’nin Enerji İthalatına Etkisi: Türkiye Örneği.”, *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 13 (21):11-19,2011.
- Dişbudak, Cem & Bora Süslü: “Türkiye’de Kişisel Gelir Dağılımını Belirleyen Makroekonomik Faktörler”, *Ekonomik Yaklaşım*, Cilt: 18, Sayı:65, 2007,
- Ediger, Volkan Ş. & İstemi, Berk, “Crude Oil Import Policy of Turkey: Historical Analysis Of Determinants And Implications Since 1968”, *Energy Policy*, 2011, 39.4: 2132-2142.
- Ediger, Volkan Ş.: “Enerji Arz Güvenliği Ve Ulusal Güvenlik Arasındaki İlişki.” *Enerji Arz Güvenliği Sempozyumu*. Ankara. 2007.
- EIA.: Energy Information Administration Data Browser, (çevrimiçi), <https://www.EIA.gov/electricity/data/browser/>, 20 Aralık 2016.
- Enders, Walter *Applied Econometric Time Series*, John Wiley & Sons, 2008, s.239
- Enerji Verimliliği Kanunu: “Kanun no: 5627.” Resmi Gazete, Mayıs 2007.
- EPDK, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu: “Petrol Piyasası 2015 Yılı Sektör Raporu”, (Çevrimiçi), <http://www.epdk.org.tr/TR/Dokuman/6760>, 15 Ocak 2017,
- Erdoğan, Erkan: "On the wind energy in Turkey", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13.6, 2009, 1361-1371
- Erdoğan, Oya Safinaz: “The effects of energy imports: The case of Turkey”, University Library of Munich, Germany, 2007.

- Ertürk, Ferruh & Akkoyunlu, Atilla & Varınca, Kamil B.: “Enerji üretimi ve çevresel etkileri”, **TASAM (Türkiye Stratejik Araştırmalar Merkezi)**, 14, 2006,
- ETKB, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı: “Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü”, 2016, sayı 14, (Çevrimiçi) <https://docplayer.biz.tr/34766912-Dunya-ve-ulkemiz-enerji-ve-tabii-kaynaklar-gorunumu.html> 19 Nisan 2019
- ETKB, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı: “Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü”, 2017, sayı 15, (Çevrimiçi) <https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FEnerji%20ve%20Tabii%20Kaynaklar%20G%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm%C3%BC%2FSay%2015.pdf>, 20 Nisan 2019
- ETKB, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı: “2014 Yılı Genel Enerji Dengesi Enerji”, İşleri Genel Müdürlüğü, 2016b. (Çevrimiçi), <http://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tabloları/Denge-Tabloları>, Erişim tarihi: 15 Ocak 2018.
- ETKB, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı: “Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler”, Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı, (Çevrimiçi), <https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSayfalar%2FN%C3%BCk%20enerji%20ve%20Tabii%20Kaynaklar%20G%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm%C3%BC%2FSay%2015.pdf>, 20 Haziran 2019
- ETKB, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı: **Türkiye’nin Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı**, 2014, Ankara.
- EÜAŞ, Elektrik Üretim A.Ş.: **Yıllık Faaliyet Raporu 2016**
- EÜAŞ, Elektrik Üretim A.Ş.: **Yıllık Faaliyet Raporu 2017**
- EÜAŞ, Elektrik Üretim A.Ş.: **2016 Elektrik Üretim Sektör Raporu**, Mayıs 2017
- Geothermal Energy Association: "Geothermal 101: Basics of Geothermal Energy." 2014. s.7 <http://geo-energy.org/reports/Geo101-Binder1.pdf>

- Gezer, Emrah Hüseyin: “**Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Türkiye**”, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2013
- Ghosh, Sajal: “Import Demand Of Crude Oil And Economic Growth: Evidence From India”, *Energy Policy*, 2009, 37.2: 699-702.
- Ghouri, Salman Saif: “Oil demand in North America: 1980- 2020”, *OPEC Review*, 2001, 25.4: 339-355.
- Giuliano, Francis A.: **Introduction To Oil And Gas Technology**, New Jersey, PrenticeHall, 1989
- Gujarati, N. Damodar: **Temel Ekonometri**, Literatür Yayınları, 1999.
- Güriş, Selahattin & Ebru Çağlayan, **Ekonometri: Temel Kavramlar**, İstanbul, DER Yayınları, Genişletilmiş 4. Basım, 2013.
- Hidrojen Enerjisi hakkında.: (Çevrimiçi), http://www.emo.org.tr/ekler/3f010d6bc392b90_ek.pdf, 22 Haziran 2019
- IBRD-WB (International Bank for Reconstruction and Development/World Bank): “Türkiye Enerji Sektöründe Dönüşüm.” s.19. 2015, (Çevrimiçi) <http://documents.worldbank.org/curated/en/907111468189259524/pdf/ACS14951-REVISED-Box393232B-PUBLIC-EnergyveryFinalTURKISHR.pdf> 12.9.2018
- IEA, International Energy Agency: **Energy Policies of IEA Countries: Turkey**, 2016.
- İder, S. Kemal: “Hidrojen Enerji Sistemi”, **TMMOB Metalürji Mühendisleri Odası Dergisi**, Sayı 134, s.101-105, İstanbul, Temmuz 2003.
- İnan, Demir: “**Geçmişten Bugüne Enerji Kullanımı**”, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, Ankara, 2001,

- Karagöl, Erdal "Dünyada ve Türkiye’de yenilenebilir enerji." **Analiz**, Seta Tanas & İsmail 197, 2017, 18-28
Kavaz:
- Karaosmanoğlu, Filiz: “Biyomotorin ve Türkiye” Enerji, (1), 35-38, 2001. (Çevrim dışı) 8.7.2018 <http://www.biyomotorin-biodiesel.com/biomoto.htm>
- Kaya, Halil İbrahim & Yüksel Bayraktar, “Hukuki Düzenlemeler, Politika Destekleri Ve Mali Teşviklerin Yenilenebilir Enerjinin Gelişimindeki Rolü: Çin Halk Cumhuriyeti Örneği.”, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20.1: 164-180, 2019
- Kaya, İslam Safa: “Uluslararası Enerji Politikalarına Bir Bakış: Türkiye Örneği.” *TBB Dergisi*, S, 102, 269-288. 2012.
- Kennedy, Peter: **Ekonometri Kılavuzu**, Gazi Kitabevi, 2006, Ankara.
- Kılıç, Fatma Çanka & Mehmet Keskin Kılıç: "Jeotermal Enerji ve Türkiye." **Engineer & the Machinery Magazine**, 639, 2013.
- Kılıç, Nurel: “Geleceğin Enerjisi Olarak Adlandırılan Hidrojen Enerjisi”, **Arge Bülten**, İzmir Ticaret Odası, İzmir, Ekim, 2009.
- Kojima, Kazunori & Lisa Ryan: “Transport Energy Efficiency.” Energy Efficiency Series, IEA, 2010, s.10. (Çevrimiçi) <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5km69t42w48w-en.pdf?expires=1560971169&id=id&accname=guest&checksum=58D8D30C252D81E4CE5D81029BBA67A7> 8.10.2018
- Kömür, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur>
- Mutlu, Ayşegül: “Küresel Kamusal Mallar Bağlamında Sağlık Hizmetleri ve Çevre Kirlenmesi: Üretim, Finansman ve Yönetim Sorunları.” **Maliye Dergisi**, 150, 53-78. 2006.
- Nadabo, Suleiman Lawal: Renewable Energy as a Solution to Nigerian Energy Crisis, 2010

- Nkoro, Emeka & Aham Kelvin Uko: "Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Cointegration Technique: Application and Interpretation," **Journal of Statistical and Econometric Methods**, vol.5, no.4, 2016. pp. 63-91
- Özcan, Bilge: "Yenilenebilir Enerjide Mevzuat: Mevzuat Sorularına Yönelik Bir Araştırma", Türk Hava Kurumu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2015, s.90
- Özcan, Emine Sonnur: "Dünyada ve Türkiye’de Güneş Enerjisi", **Tubitak Bilim ve Teknik Dergisi**, 2013.
- Özçuhadar, Tuna: "Eko Tasarım." **Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları-IV**. 16, 2011
- Öztürk Nihat, Mehmet Bilgiç, and Cemali Arslan, "Hidrojen Enerjisi ve Türkiye'deki Hidrojen Potansiyeli", 2005, " http://www.emo.org.tr/ekler/51c5ffd6b62cc21_ek.pdf (Çevrimiçi) 20.8.2017
- Öztürk, H. Hüseyin: **Yenilenebilir enerji kaynakları**, İstanbul, Birsan Yayınevi, 2013,
- Quaschnig, Volker: **Renewable energy and climate change**, John Wiley & Sons, Berlin, 2009. s.197
- REN21.: **Renewables 2016-Global Status Report**, 2016.
- Sabancı Ali & M.N. Ören & B. Yaşar & H.H. Öztürk & M. Atal: "Türkiye’de Biyodizel ve Biyoetanol Üretiminin Tarım Sektörü Açısından Değerlendirilmesi." **Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi**, 2010: 11-15.
- Sağlam, Mustafa & Tanay Sıdkı Uyar: "Dalga Enerjisi ve Türkiye’nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli." **Elektrik Mühendisleri Odası**, Göztepe İstanbul, 2005.
- Sevim, Cenk: "Küresel Enerji Jeopolitiği ve Enerji Güvenliği." **Journal of Yaşar University**, 7(26), 4378-4391. 2012.
- Sevüktekin, Mustafa & Mehmet Nargeleçekenler, "Ekonometrik zaman serileri analizi: EViews uygulamalı." Nobel Yayın Dağıtım, 2010.

- Seydioğulları, Hatice Selcen: "Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji." **Planlama**, 23(1), 19-25. 2013. (Çevrimiçi) http://www.journalagent.com/planlama/pdfs/PLAN_23_1_19_25.pdf 15.2.2018
- Sorensen, Bent: "Renewable Energy: Physics, Engineering, Environmental Impacts." **Economics & Planning, Academic Press**, 2010.
- Şahin, Güven & Taşlıgil, Nuran: "Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)'nin Dünyü Bugünü Yarını," **İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi Kırgız-Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 6, 2013, Sayı:36
- Şenel, Mahmut Can & Koç Erdem: "Dünyada ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Durumu-Genel Değerlendirme", **Mühendis ve Makine**, Cilt: 56, Sayı: 663, 2015, s.46-56.
- Tamzok, Nejat: "Küresel politikalar ve Türkiye madencilik sektörü", **Liberal Reformlar ve Devlet Sempozyumu**, KİGEM, Ankara, 2003,
- Tarı, Recep: **Ekonometri**, Umuttepe Yayınları, 5. Baskı, 2010, Kocaeli.
- Taşman, Cevat Eyüp: "Salt domes of Central Anatolia", **Maden Tetkik ve Arama Dergisi** 9, 1937, 45-47.
- Taşyürek, Mustafa & Acaroğlu M: "Biyoyakıtlarda (Biyomotorinde) Emisyon Azaltımı ve Küresel Isınmaya Etkisi." **Uluslararası Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel Etkileri Konferansı**, Konya, 2007.
- Tatoğlu, Ferda Yerdelen: **Panel Veri Ekonometrisi Stata Uygulamalı**, Beta Yayınları, 2012, İstanbul.
- TEİAŞ, Türkiye Elektrik İletim A.Ş.: Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
- TKİ, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu: 2015 Kömür (Linyit) Sektör Raporu,
- Utkulu, Utku: "Cointegration Analysis: Introductory Survey with Applications to Turkey", **1.Uluslararası Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu**, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir. 1993.

- Ülker, İsmet: “Sağlık Turizmi: Kaynaklar, Planlama, Tanıtım.” TC Turizm Bakanlığı, 1994.
- Veziroğlu, T. Nejat & Ayfer Kale & Ömer Faruk Noyan: **Dünya Barışı İçin Türkiye Dünya Barışı İçin Hidrojen**, Kaynak yayınları, İstanbul, 2004,
- World Energy Council: **World Energy Resources 2013 Survey**, 2013, 7. Bölüm, s.20.
- World Nuclear Association (Çevrimiçi), <http://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/world-nuclear-power-reactors-and-uranium-requireme.aspx>, 2 Mayıs 2017
- World Wind Energy Association: **World Wind Energy Association Half Year Report-2014**, Bonn, Almanya.
- WWF Türkiye: **Yenilenebilir Enerji Geleceği ve Türkiye**, 2011.
http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/wwftr_yenilenebilir_enerji_gelecegi_ve_turkiye.pdf
- Yalkı, İrem: Toplam Enerji Arzı İçerisinde Yenilenebilir Enerjinin Payı ve OECD Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama, **İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Doktora Tezi, 2014.
- Yazar, Yusuf: “Türkiye’nin Enerjideki Durumu ve Geleceği”, **SETA Analiz**, Aralık, 2010, ss. 3-23.
- Yerebakan, Metin: Güneş kollektörü uygulamaları, İstanbul Ticaret Odası Yayınları, 2010.
- Yılmaz, Mehmet: "Türkiye’nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi." **Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi**, 4.2, 2012, s.33-54.
- Yokuş, Turgut: **Enerji Kaynakları Cari Açık: Güneş Enerjisi Yatırım Modeli İle Çözümü (2017-2030)**, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2017
- Yükçü, Süleyman & Gülşah Atağan: “Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karşılık”, **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, 23, S.4, 2009, s.4.

Zhao, Xingjun & Yanrui Wu: “Determinants of China's Energy Imports: An Empirical Analysis”, *Energy Policy*, 2007, 35.8: 4235-4246.

Ziramba, Emmanuel: “Price And Income Elasticities Of Crude Oil Import Demand In South Africa: A Cointegration Analysis”, *Energy Policy*, 2010, 38.12: 7844-7849.



Diğer Kaynaklar / İnternet Kaynakları

- EİGM, (Çevrimiçi) <http://www.eigm.gov.tr/File/?path=ROOT%2f4%2fDocuments%2fKanun%2f3096%20SAYILI%20KANUN.pdf>, 10 Ekim 2018
- EPDK, (Çevrimiçi), <http://epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-78/kanunlar>, 12 Eylül 2018
- ETKB, (Çevrimiçi), <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Gaz> 8 Ağustos 2017
- ETKB, (Çevrimiçi), <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Nukleer-Enerji>, 8 Temmuz 2019
- Sinop NGS hakkında, (Çevrimiçi), <https://www.bloomberght.com/erdogan-sinop-nukleer-santrali-projesinin-durdurulduğunu-acikladi-2227357>, 26 Haziran 2019
- TCMB, (Çevrimiçi), http://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/3941a65e-d6f1-473a-b5a9-78a520a79580/ODRapor_20164.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-3941a65e-d6f1-473a-b5a9-78a520a79580-m5lXFs4 10 Ekim 2018
- <http://www.bayar.edu.tr/besergil/hidrojen.pdf>, (Çevrimdışı), 19 Ağustos 2017
- http://www.emo.org.tr/ekler/f8ec8b0f865e613_ek.pdf, (Çevrimiçi), 10 Kasım 2017
- http://www.jeotermal.com/dokumanlar/dosyalar/JEOTERMAL_ENERJ_1_JEOTERMAL_ENERJNN_KAYNAI.pdf, (Çevrimdışı), 10 Eylül 2017
- <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/01/20110108-3.htm>, (Çevrimiçi), 18 Eylül 2018
- http://www.yegm.gov.tr/document/20180102M1_2018.pdf (Çevrimiçi), 6. Haziran 2018
- <https://www.imf.org/en/Countries/TUR> (Çevrimiçi), 6 Haziran 2019
- https://www.tepav.org.tr/upload/files/1475070941-5.Enerji_Politikalari_ve_Yatirimlar_Uzerindeki_Etkisi.pdf, (Çevrimiçi), 1 Temmuz 2019