

**TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ VE EKONOMİK
BÜYÜMEYE KATKISI**

AYDIN OKUR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
YENİLENEBİLİR ENERJİ ve UYGULAMALARI ANA BİLİM DALI

AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Ergün ŞİMŞEK

TEMMUZ 2018

Aydın OKUR tarafından hazırlanan TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ ve EKONOMİK GELİŞMEYE KATKISI adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile Amasya Üniversitesi Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ergün ŞİMŞEK

Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

Başkan:

Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

Üye:

Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

Üye:

Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

Tez Savunma Tarihi:

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Doç. Dr. Meryem EVECEN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

(İmza)

Aydın OKUR

(Tarih)

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ ve EKONOMİK
GELİŞMEYE KATKISI
(Yüksek Lisans Tezi)

Aydın OKUR

AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEMMUZ 2018

ÖZET

Enerji, nasıl ki insanların yaşamlarını sürdürebilmeleri için temel ihtiyaçlarından birini oluşturuyorsa aynı şekilde ülkeler içinde gelişmişliğin ve refah düzeylerini gösteren önemli bir gösterge haline gelmiştir. Her geçen gün fosil yakıtların azalması, istikrarsız fiyatlanmaları ve çevreye verdiği zararların artmasıyla ülkeler yenilenebilir enerji politikaları oluşturmaya başlamıştır. Türkiye'nin fosil yakıt rezervlerinin kendi enerji ihtiyacını karşılayamaması, ekonomik büyümesine bağlı olarak enerjide dışa bağımlılığını arttırmaktadır. Bu nedenle Uluslararası Sözleşmelere taraf olan Türkiye, fosil yakıtla dayalı kalkınma politikasından, yenilenebilir enerji ile kalkınma politikasına geçme yükümlülüğü altına girmiştir. Bu çalışmamızda dünyadaki ve Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynaklarının rezervleri kullanım durumları detaylı olarak ele alınmış, Türkiye'nin ve yenilenebilir enerji de başat konumunda olan ülkelerin enerji politikaları değerlendirilmiştir. Daha sonra Türkiye'deki ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji üretimi arasındaki nedensellik ilişkisi incelenmiştir.

Sayfa Adedi :90
Anahtar Kelimeler : Enerji, Yenilenebilir Enerji, Enerji Politikaları, Ekonomi
Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Ergün ŞİMŞEK

RENEWABLE ENERGY POTENTIAL AND ITS CONTRIBUTION TO
ECONOMICAL DEVELOPMENT IN TURKEY

(M.Sc. Thesis)

AYDIN OKUR

AMASYA UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE

July 2018

ABSTRACT

Just as energy is one of the basic needs for people to survive, it has also become an important indicator of the progress and prosperity levels within the countries. As each day fossil fuels are decreasing, their prices are unstable, and their damage to environment is increasing, countries are beginning to create renewable energy policies. As fossil fuel reserves of Turkey can not meet its own needs, it increases the dependence on foreign energy related with economic growth. Therefore, Turkey, which is party to International Covenants, has become under the obligation to pass renewable energy development policies from the fossil fuel-based development policy.

In this study, reserves and usage situation of renewable energy sources in Turkey and in the World were discussed in detail, energy policies of Turkey and the country that is the main actor in the position of renewable energy are evaluated. Then the causal relationship between economic growth and renewable energy production in Turkey were examined.

Page Number :90

Key Words : Energy, Renewable Energy, Energy Policies, Economy

Supervisor : Assis. Prof. Ergün ŞİMŞEK

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bilgi ve görüşleriyle yardımlarını benden esirgemeyen değerli hocam ve danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Ergün ŞİMŞEK'e, Yüksek Lisans Eğitimim süresince emeği geçen Doç. Dr. Ünal KURT'a, Dr. Öğr. Üyesi Engin Ufuk ERGÜL'e, Doç. Dr. Burak BİLGİN'e, Dr. Öğr. Üyesi Hatice VURAL'a, Öğr. Gör. Bülent ŞİMŞEKER'e, Hasan SATILMIŞOĞLU'na, mesai arkadaşım SİNAN CEYLAN'a ve ilgili herkese teşekkür ederim.

Yaşantım boyunca desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen tüm aile bireylerime sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
HARİTALAR DİZİNİ	xiii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Enerji Kaynakları ve Çeşitleri	4
2.1.1. Fosil enerji kaynakları	5
2.1.2. Yenilenebilir enerji kaynakları	23
2.2. Yenilenebilir Enerji ve Önemi	45
2.2.1. Yenilenebilir enerjinin tarihçesi	45
2.2.2. Neden yenilenebilir enerji	46
3. TÜRKİYE’DE EKONOMİK BÜYÜME ve YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİ ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİ	51
4. DÜNYADA ve TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI	63
4.1. Çin’de Yenilenebilir Enerji Politikaları	63
4.2. Amerika Birleşik Devletleri’nde Yenilenebilir Enerji Politikaları	65
4.3. Brezilya’da Yenilenebilir Enerji Politikaları.....	67
4.4. Almanya’da Yenilenebilir Enerji Politikaları	68
4.5. Hindistan’da Yenilenebilir Enerji Politikaları.....	70
4.6. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Politikaları	72

5. SONUÇ.....	83
KAYNAKÇA.....	86
ÖZGEÇMİŞ.....	90



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Bölgelere göre kanıtlanmış kömür rezervleri	7
Çizelge 2.2. Bazı ülkelerin kanıtlanmış kömür rezervleri	8
Çizelge 2.3. 2010-2015 yılları arasında Türkiye'nin kömür üretimi, ithalatı, yurtiçi arzı ve son tüketimi.....	8
Çizelge 2.4. 2016 yılı sonu itibarıyla kamuya ait kömür rezervi ve üretim bilgileri.....	9
Çizelge 2.5. Bölgelere göre kanıtlanmış petrol rezervleri	10
Çizelge 2.6. 2006-2015 bölge bazında dünyada göre petrol üretimi	11
Çizelge 2.7. 2006-2015 bölgelere göre dünyada petrol tüketimi.....	13
Çizelge 2.8. Yıllara göre petrol fiyatları	14
Çizelge 2.9. 2006-2015 yılları arasında Türkiye'nin petrol üretimi, ithalatı ve tüketimi....	16
Çizelge 2.10. Bölgelere göre 2015 yılı kanıtlanmış doğalgaz rezervleri	18
Çizelge 2.11. Bölgelere göre 2015 yılı doğal gaz tüketimleri	19
Çizelge 2.12. Türkiye'nin 2002-2016 doğal gaz üretim ve tüketim miktarları	20
Çizelge 2.13. Dünyada 2017 yılında aktif nükleer santrallerin ülkelere göre dağılışı.....	22
Çizelge 2.14. Bazı ülkelerin 2014 yılındaki nükleer enerjinin elektrik üretimindeki payı..	23
Çizelge 2.15. En fazla rüzgâr enerjisi kurulu kapasitesine sahip ülkelerin 2013-2017 yıllarındaki dağılımı.....	30
Çizelge.2.16. Güneş enerjisi dönüşümleri	33
Çizelge 2.17. Türkiye güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı.....	36
Çizelge 2.18. Türkiye bölgesel ortalama dalga yoğunluğu.....	45
Çizelge 2.19. Yenilenebilir enerji kaynaklarının üstünlükleri ve olumsuzlukları	48
Çizelge 3.1. Değişkenlerin düzey değerlerine ait ADF birim kök testi sonuçları	53
Çizelge 3.2. Değişkenlerin düzey değerlerine ait KPSS birim kök testi sonuçları.....	54
Çizelge 3.3. Değişkenlerin birinci farklarına ait ADF birim kök testi sonuçları.....	55
Çizelge 3.4. Değişkenlerin birinci farklarına ait KPSS birim kök testi sonuçları	56
Çizelge 3.5. VAR gecikme uzunluğu kriterleri	56
Çizelge 3.6. En uygun modelin belirlenmesi	58
Çizelge 3.7. Johansen eşbütünleşme testleri	59
Çizelge 3.8. Eşümleştirci katsayılar (Uzun Dönem Elastikiyetleri).....	60
Çizelge 3.9. Engle Granger nedensellik testi	61
Çizelge 3.10. Pairwise Granger Nedensellik Testi	61

(devam) Çizelgeler dizini

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Çin’de 2000-2015 yılları arasında yenilenebilir enerji toplamı.....	64
Çizelge 4.2. ABD’de 2000-2015 yılları arasında yenilenebilir enerji toplamı.....	65
Çizelge 4.3. Brezilya’da 2000-2015 yılları arasında yenilenebilir enerji toplamı.....	67
Çizelge 4.4. Almanya’da 2000-2015 yılları arasında yenilenebilir enerji toplamı.....	69
Çizelge 4.5. Hindistan’da 2000-2015 yılları arasında yenilenebilir enerji toplamı.....	71
Çizelge 4.6. Yenilenebilir enerji için sabit fiyat garantisi (I sayılı cetvel)	74
Çizelge 4.7. Yenilenebilir enerji için imalat desteği (II sayılı cetvel)	75
Çizelge 4.8. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarına uygulanan teşvik miktarları.....	81

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Enerji Kaynakları.....	5
Şekil 2.2. Kömür, doğal gaz ve petrol rezervlerinin kalan ömürleri.....	6
Şekil 2.3. 2010-2015 yılları arasında Türkiye'nin kömür tüketimi	9
Şekil 2.4. Dünyada bölgelere göre petrol üretimi	12
Şekil 2.5. Dünyada bölgelere göre petrol tüketimi	13
Şekil 2.6. 1969-2015 yılları arasında dünya petrol fiyatları	15
Şekil 2.7. Türkiye'de ham petrol üretimi, ham petrol ithalatı ve diğer ürün ithalatı	16
Şekil 2.8. Türkiye'de ham petrol tüketimi	17
Şekil 2.9. Türkiye'nin 2002-2016 doğal gaz üretim ve miktarları	20
Şekil 2.10. Küresel son enerji tüketiminde tahmini yenilenebilir enerji payı.....	24
Şekil 2.11. Türkiye'nin kurulu gücünün birincil enerji kaynaklarına göre dağılımı	25
Şekil 2.12. Dünyada hidroelektrik kapasitesi en yüksek olan ilk 6 ülke	26
Şekil 2.13. Hidroelektrik küresel kapasitede ilk 6 ülkenin payları ve Türkiye.....	27
Şekil 2.14. Türkiye'de yıllar itibariyle hidroelektrik kurulu gücü değişimi	27
Şekil 2.15. Dünyada 2013-2017 yılları arasındaki rüzgâr gücü toplam kurulu kapasitesi ..	29
Şekil 2.16. Türkiye'nin 2007-2017 dönemindeki rüzgâr enerjisi kurulu gücü.....	31
Şekil 2.17. Türkiye'de işletmede olan rüzgâr enerjisi santrallerin bölgelere göre dağılımı	32
Şekil 2.18. Güneş enerjisinin küresel kapasitesi ve yıllık artışları 2006-2016	34
Şekil 2.19. Dünyada güneş enerjisi kapasitesi en fazla olan on ülke ve diğer ülkeler.....	35
Şekil 2.20. Türkiye güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı.....	37
Şekil 2.21. 2014 Yılı sonu itibariyle jeotermal elektrik gücü en yüksek ülkeler.....	38
Şekil 2.22. 2014 Yılı sonu itibariyle elektrik dışı jeotermal enerji kullanımı.....	39
Şekil 2.23. 2000-2017 kasım ayı itibariyle yıllara göre yapılan toplam jeotermal enerji....	39
Şekil 2.24. 2004- 2015 arasında Türkiye'nin jeotermal elektrik kurulu gücü.....	40
Şekil 2.25. Biyokütle enerjisi kaynakları	41
Şekil 2.26. Küresel biyoenerji kapasiteleri 2016	42
Şekil 2.27. Dalga enerjisinde minimum seviyeler	44
Şekil 2.28. Dalga enerjisinde maksimum seviyeler	44
Şekil 3.1. Türkiye de 1984-2016 döneminde GSYH'nın yıllar itibariyle değişimi.....	52

(devam) Şekiller dizini

Şekil	Sayfa
Şekil 3.2. Türkiye’de 1984-2016 döneminde yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimi içerisindeki payı	53
Şekil 4.1. Çin’de toplam enerji arz içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı	64
Şekil 4.2. ABD’de toplam enerji arz içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı	66
Şekil 4.3. Brezilya’da toplam enerji arz içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı	68
Şekil 4.4. Almanya’da toplam enerji arz içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı	69
Şekil 4.5. Hindistan’da toplam enerji arz içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı	71

HARİTALAR DİZİNİ

Harita

Sayfa

Harita 1.1. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyel atlası (GEPA)35



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
CH	Hidrokarbonlar
CO	Karbonmonoksit
CO ₂	Karbondioksit
GW	Giga watt
GWh	Giga watt-saat
kt	Kiloton
kWh	Kilo watt-saat
kWh/m ²	Kilo watt saat/metre kare
m ³	Metre küp
mg/lt	Miligram/litre
MTEP	Milyon ton petrol eşdeğeri
MW	Mega watt
MWt	Mega waat ısı
SO ₂	Kükürtdioksit
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
TWh	Tera watt saat
v/g	Varil/gün
W/m ²	Watt/metre kare

Kısaltmalar	Açıklama
ADF	Augmented Dickey-Fuller
AIC	Akaike Bilgi Kriteri
BYKP	Beş Yıllık Kalkınma Planı
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ETBK	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

(devam) Simgeler ve Kısaltmalar dizini

Kısaltmalar	Açıklama
FPE	FPE Kriteri
GSYH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
HQ	Hannan-Quinn İnförmatıon Criterion
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
IRENA	Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
IAEA	Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı
KDV	Katma Değer Vergisi
KPSS	Kwiatkowski, Phillips, Schmidt , Shin
LM	Breusch-Godfrey (B-G) Testi
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
PP	Phillips-Peron
REN21	21. Yüzyılın Yenilenebilir Enerji Politikası Ağı
SC	Schwarz İnförmatıon Criterion
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TP	Türkiye Petrolleri
TÜREB	Türkiye Rüzgâr Enerji Birliği
YEK	Yenilenebilir Enerji Kanunu
YEKDEM	Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması
WWEA	Dünya Rüzgâr Enerjisi Ajansı

1. GİRİŞ

Enerji, canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan temel ihtiyaçlardan birini oluşturmaktadır. Başlangıçta sadece insanlar için yaşamı idame ettirme aracı olan enerji, teknoloji ve yaşam standartlarının da yükselmesiyle sosyo-ekonomik kalkınmanın önemli faktörlerinden birisi haline gelmiştir. Ayrıca enerji, üretimi ve tüketimi ülkelerin gelişmişlik düzeylerini belirlemede kullanılan geçerli göstergelerden birisidir. Günümüzde bir yandan artan dünya nüfusu, diğer yandan hızlı sanayileşme sonucu enerji, ülkelerin ekonomileri için son derece önemli bir konu haline gelmiştir. Hızlı sanayileşmeyle birlikte artan enerji sorununun fosil yakıtlarla karşılanmaya çalışılması, çevre ve doğal kaynaklar üzerinde baskı oluşturacak düzeylere gelmiştir. Zamanla fosil yakıtların tükenmesi ve fiyatlarının istikrarsız olmasının yanı sıra çevreye verdiği zararlar ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri fosil yakıtların sürdürülebilir bir enerji kaynağı olmadığını göstermektedir.

Tüm dünyada enerjinin her geçen gün artan önemi, ülkelerin iç ve dış politikalarının belirlenmesinde en önemli etkenlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Enerji politikalarının oluşturulmasında, enerji kaynaklarına ulaşım biçimi, kaynakların sürekliliği, güvenli ve kaliteli olması, üretim yöntemleri, son kullanıcıya kadar sorunsuz ulaştırılması çevreye ve ekolojik dengeye olan etkileri ve tüketimde verimlilik ölçütleri gibi konular ayrı ayrı ele alınıp değerlendirilmeler yapılmaktadır.

Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'nin de büyümesinin temel kaynağını enerji oluşturmaktadır. Ancak bilindiği üzere Türkiye mevcut enerji arzına nazaran enerji talebi daha yüksek olan yani net enerji ithal eden bir ülke konumundadır. Bu olgu, Türkiye'nin bir yandan dışa bağımlılığını artırırken diğer yandan cari açığın artmasına neden olmaktadır. Bu yüzden Türkiye'nin fosil yakıtlar dışındaki potansiyel enerji kaynaklarını harekete geçirmesi ekonomik kalkınmaya önemli katkılar sağlayacaktır. Bu alternatif kaynaklara bakıldığında bunların güneş, rüzgâr, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynakları olduğu ortaya çıkacaktır.

Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil enerji kaynaklarına göre doğa ve insana daha az zarar vermektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları hidroelektrik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle ve dalga enerjisinden oluşmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının, yerli

kaynak olması, kolay elde edilebilmesi ve kendini sürekli yenilemesiyle dünyada giderek artan şekilde kullanıldığı görülmektedir.

Bu çalışmamızda öncelikle fosil enerji kaynaklarının dünyadaki ve Türkiye'deki mevcut durumu ve potansiyeli açıklandıktan sonra sırasıyla yenilenebilir enerji çeşitlerinin Türkiye'deki mevcut durumu üzerinde durulmuş, yenilenebilir enerjinin önemi avantaj ve dezavantajları tanımlanmış, Türkiye'de ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji üretimi arasındaki nedensellik ilişkisi incelenmiş ve en son olarak da dünyada ve Türkiye'deki yenilenebilir enerji politikaları hakkında bilgi verilmiştir.

Çalışmada kullanılan veriler IEA, REN21, OECD raporları, konuyla ilgili kitap ve makalelerden toplanmıştır. İlgili veriler çizelge ve şekil haline getirilmiştir. Büyüme ve yenilenebilir enerji üretimi arasındaki ilişki incelenirken Türkiye'de ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji arasındaki ilişki 1984-2016 yılı esas alınmak suretiyle ele alınmıştır. Ekonomik büyüme verisi olarak Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYH) değişkeni kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji serisinin elde edilmesi için Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi'nin hazırladığı (TEİAŞ, 2018) elektrik üretim iletim istatistiklerinden, GSYH verileri de Dünya Bankası (WORLDBANK, 2018) verilerinden alınmıştır. Yenilenebilir enerjinin birimi GWh olarak, GSYH verilenin birimi ise dolar olarak alınmıştır. Gerek yenilenebilir enerji ve gerekse GSYH verilerinin doğal logaritmaları (ln) alınarak analizler yapılmıştır.

Çalışmada ele alınan zaman serileri arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenmesinde Granger Nedensellik Testi uygulanmıştır (Granger, 1969). Bu amaçla öncelikle serilerin durağan olup olmadıkları incelenmiştir. Çünkü zaman serileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunabilir. Durağan olmayan serilerde değişkenler arasında yüksek bir ilişki söz konusu olsa bile bu ilişkinin sahte olabileceği göz önüne alınarak, serilerin durağan hale dönüştürülmesi gerekmektedir. Serilerin durağan olup olmadığı çeşitli testler yapılarak test edilmektedir. Bunlar arasında en çok kullanılanları ADF (1979), (Augmented Dickey-Fuller), PP (1988) (Phillips-Peron) ve KPSS (1992), (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, Shin) birim kök testleridir. Çalışmada ADF ve KPSS birim kök testleri kullanılmıştır.

ADF test istatistiğinde serilerin durağan veya durağan olmadıklarına karar verilirken, ADF test istatistiğinin mutlak değer olarak kritik değerlerden büyük veya küçük olmasına bakılır. Eğer ADF test istatistiğinin mutlak değeri kritik değerden küçük ise, serinin durağan

olmadığı yani birim kök ihtiva ettiği ($H_0: \gamma=0$), ancak elde edilen test istatistiği mutlak değer olarak kritik değerden daha büyük ise, serinin durağan olduğu yani birim kök taşımadığı ($H_0: \gamma \neq 0$) kabul edilmektedir.

KPSS testinde serilerin durağan olup olmadıkları LM-istatistik değerinin çeşitli güven düzeylerinde kritik değerlerle karşılaştırması ile ortaya çıkmaktadır. Eğer LM istatistik değeri kritik değerlerden büyük olursa sıfır hipotezi ret edilir, yani serinin durağan olmadığını gösterir. Tersisi durumunda ise yani LM istatistik değeri, kritik değerlerden küçük olması durumunda ise sıfır hipotezi ret edilemez, yani serinin durağan olmasını ifade eder.

Diğer yandan çalışmada eşbütünleşme ilişkisinin analizinde Johansen Eşbütünleşme Testi kullanılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Enerji Kaynakları ve Çeşitleri

“Enerji, maddelerin yapısında var olan ve çeşitli şekillerde açığa çıkan güçtür. Fiziksel anlamda enerji, nesnelerin hareket ettirici gücü, iş yapabilme kapasitesini ifade eder” (Erdoğan,2016:25). Enerji, maddeler de depolanmış halde bulunmakta ve ısı, ışık, termal, mekanik vd. hallerine dönüşebilmektedir.

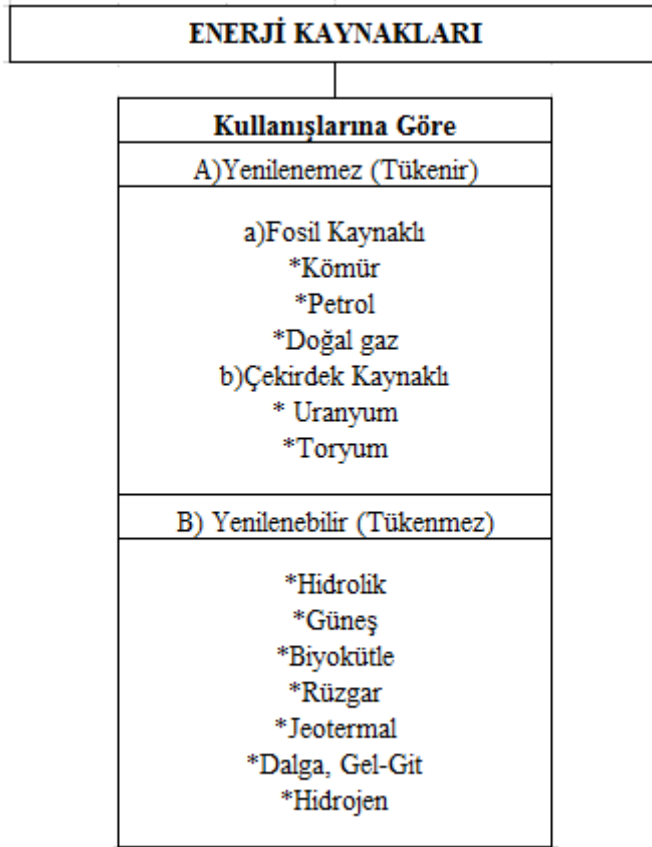
Enerji, ülkelerin gelişmişlik seviyesini gösteren en önemli göstergelerden biridir. Enerjinin zor üretilmesi ve sınırlı miktarda olması nedeniyle enerji talep eden ülkeler bu durumdan sürekli tedirginlik duymaktadır. Bu tedirginlik ülkelerin enerji politikalarını ve dolayısıyla da diğer ekonomi politikalarının değişmesine neden olmaktadır. Dünya’da süren savaşların, barışların, antlaşmaların, ekonomik faaliyetlerin ve terör olaylarının enerjiiyle bir şekilde bağları olduğu düşünülebilir.

Dünyada enerji kaynakları hem üretim olarak hem de tüketim olarak bazı bölgelerde yoğunlaşmıştır. Enerji üretiminde Kuzey ve Orta Amerika, Orta Doğu, Rusya, Kafkasya, Hazar ve Orta Asya da yoğunlaşmış, tüketimde ise Uzak Doğu, Kuzey Amerika, Avrupa ve Japonya da yoğunlaşmış şekilde bulunmaktadır.

Enerji günümüzde insan yaşamında birçok kolaylığı sağlamasına rağmen bazı sorunlarında nedeni olmaktadır. Enerji yüzünden ülkeler kıyasıya rekabete girmiş ve birçok savaşa neden olmuşlardır. Birinci Dünya Savaşı, İkinci Dünya Savaşı, Kore Savaşı, Vietnam Savaşı, Arap-İsrail Savaşı, Afganistan ve Irak Savaşlarının meydana gelmesinin nedenlerinden birisinin de enerji kaynaklarına sahip olmak ve enerji yollarını kontrol edebilmek olduğu söylenebilir.

Dünyada döngünün devam edebilmesi için enerji şarttır. Dünya nüfusunun sürekli artması ve buna paralel olarak yeni mal ve hizmetlerin üretiminin artırılması amacıyla geliştirilen sanayinin ve teknolojinin enerjiye bağımlı olması nedeniyle her geçen gün dünya enerji talebinde artışlar meydana gelmektedir. Bu olgu ülkeleri enerji kaynaklarını ve enerji yollarını kontrol etmeye teşvik etmektedir.

Dünyada enerji kaynakları, oluşumlarına göre fosil ve yenilenebilir kaynaklar olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Enerji Kaynakları

Yenilenebilir ve fosil enerji kaynaklarının üretimi, tüketimi ve ticareti dünya siyasetine yön verecek kadar önemlidir. Fosil enerji kaynakları tükenen enerji rezervlerinden oluştuğundan üretimlerinde ve dolayısı ile de fiyatlarında yaşanacak dalgalanmalar enerji talebi yüksek olan ülkelerin sanayileşmesi ve ekonomik büyümesi açısından ileride yaşanabilecek sıkıntılar nedeniyle onları yenilenebilir enerji kaynaklarında çözüm aramaya zorlamaktadır.

2.1.1. Fosil enerji kaynakları

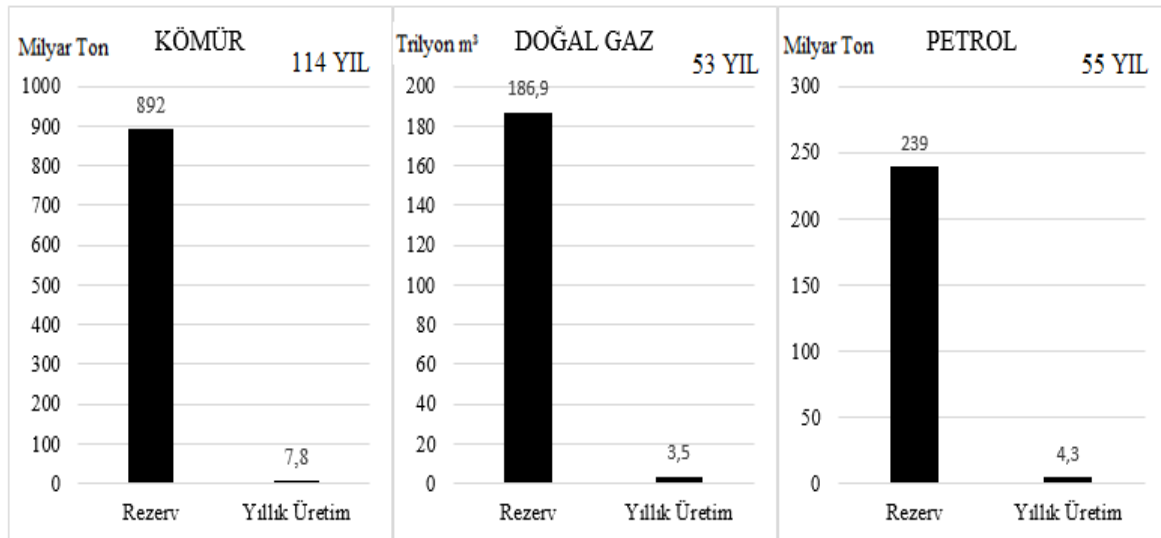
Fosil yakıtlar bitkisel kökenli doğal kaynakların dönüşüm geçirerek, petrol, doğalgaz ve kömürü meydana getirmesiyle oluşmaktadır. Fosil enerji kaynakları, kullanıldıklarında yeniden oluşma imkânları bulunmamaktadır. Fosil yakıtlar dünyada en fazla kullanılan enerji çeşididir. Bu enerji kaynaklarından sıvı ve gaz (petrol ve doğalgaz) yakıtlarının

dağılımı dünyanın belirli bölgelerinde yoğunlaşırken, katı olan kömür düzenli bir dağılım göstermektedir. Fosil enerji kaynakları kendilerini yenileyemediklerinden belirli bir süre sonra tükenenlerdir.

Her geçen gün çoğalan insan sayısı ve büyüyen sanayi sektörüyle kullanılan enerji miktarı artacaktır. Fosil yakıtların tükenebilir olması nedeniyle rezervlerindeki azalışla birlikte fiyatları artacaktır. Bu durum özellikle petrol ithal eden ülkeleri olumsuz etkileyecektir.

Fosil yakıtların zamanla tükenmesinin yanında çevreye verdiği zararlarda bulunmaktadır. Kullanımları sonrasında havaya saldıkları CO, CO₂ ve metan gibi sera etkisi yapan gazların artmasından dolayı atmosfer kirliliği, sera etkisi ve küresel ısınma gibi çevresel sorunlar meydana getireceklerdir.

Fosil enerji yakıtlarından olan kömür, doğal gaz ve petrolün enerji üretilirken kullanılması sonucunda rezervlerinin de hızla bir şekilde azaldığı Şekil 2.2’de görülmektedir.



Şekil 2.2. Kömür, doğal gaz ve petrol rezervlerinin kalan ömürleri (ETKB,2017:4)

Şekil 2.2’ye göre bugün ki teknoloji ile tahmin edilen kömürün bilinen 892 milyar ton rezervinin bulunduğu ve buna bağlı olarak da 114 yıllık bir ömrünün olduğu görülmektedir. Dünya da doğal gazda 186,9 trilyon m³ rezerv miktarının bulunduğu bilinmektedir. Yıllık doğal gaz üretiminin de 3,5 trilyon m³ olduğu bilindiğine göre 53 yıllık ömrü bulunduğu görülmektedir. Petrolde de rezerv miktarı 239 milyar ton olup 55 yıllık ömrü kalmıştır. Her

geçen gün enerji ihtiyacımızın artması ömürlerini kısaltacak ve dünyanın alternatif enerji kaynaklarına geçişini hızlandıracaktır.

Kömür

“Kömür, bitkisel madde ve atıkların bataklık ortamında çökeliş jeolojik zamanlar içinde yeraltında ısı ve basınç etkisi ile fiziksel ve kimyasal değişime uğraması sonucu oluşmuştur” (Erdoğan, 2016:46). Kömür fosil yakıtlar içinde dünyada en fazla ve yaygın olarak bulunan ve odundan sonra da en fazla kullanılan enerji kaynağıdır. Kömür üretimi yeryüzündeki açık madenlerden ve yeraltındaki maden ocaklarından yapılabilmektedir.

Kömürün, bir enerji kaynağı olarak önemi demirin ergitilmesinin sağlanması ve buhar makinesinin icat edilmesiyle anlaşılmıştır. Kömür, sanayi devrimi geçişine yol açan etkenlerden birisidir. Kömürün günümüzde en önemli kullanım alanı elektrik üretimidir. Elektrik üretimi haricinde demir-çelik ve çimento üretiminde kullanımını ekonomik faaliyetler açısından önemlidir.

Dünyanın her yerinde bulunan kömür rezervleri hem kıtalar hem de ülkeler bazında, belirli bölgelerde yoğunlaşmaktadır. Kıtalar arası rezervlerin %34,8'i Avrupa-Avrasya, %32,5'i, Asya- Pasifik ve %27,5'i ise Kuzey Amerika da bulunmaktadır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Bölgelere göre kanıtlanmış kömür rezervleri (milyar ton) (ETKB, 2017:11)

BÖLGE	KANITLANMIŞ REZERVLER (Milyar Ton)	DÜNYA TOPLAMINDAKİ PAYI
Avrupa Avrasya	311	34,8
Asya Pasifik	288	32,5
Kuzey Amerika	245	27,5
Ortadoğu ve Afrika	33	3,7
Güney ve Orta Amerika	15	1,6
Dünya Toplamı	892	100

Ülkeler bazında kömür rezervlerine bakıldığında ise Amerika Birleşik Devletleri'nin %26,7'lik pay ile ilk sırada yer aldığı ortaya çıkmaktadır. Daha sonra sırayla Rusya

Federasyonu %17,6, Çin Halk Cumhuriyeti %12,8 ve Avusturalya %8,6 ile takip etmektedir. Dünyadaki 892 milyar ton kesinleşmiş kömür rezervinin %65,6'sına denk gelen 621,2 milyar ton kömür bu dört ülkede çıkarılmaktadır.

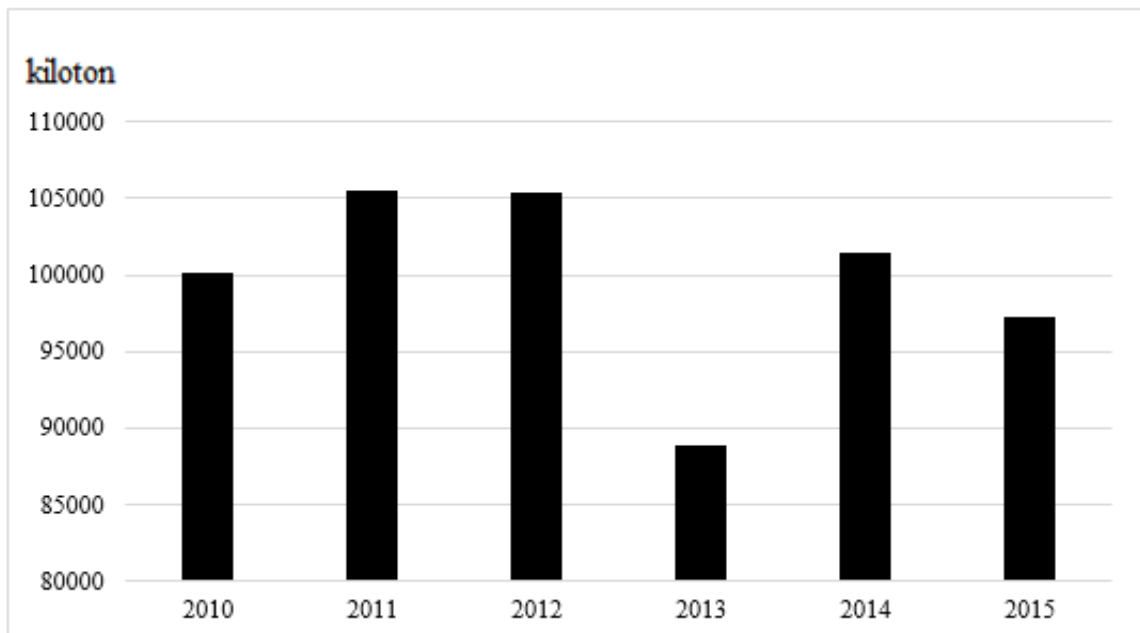
Çizelge 2.2. Bazı ülkelerin kanıtlanmış kömür rezervleri (milyar ton) (ETKB,2017:4)

ÜLKE	MİKTAR (Milyar ton)	DÜNYA TOPLAMINDAKİ PAYI %
ABD	273,3	26,6
Rusya	157	17,6
Çin	114,5	12,8
Avusturya	76,4	8,6
Hindistan	60,6	6,8
Almanya	40,5	4,5
Ukrayna	33,9	3,8
Kazakistan	33,6	3,8
Güney Afrika Cumhuriyeti	30,2	3,4
Endonezya	28	3,1
Dünya Toplamı	892	100

2010-2015 yılları arasında Türkiye'nin kömür üretimi, kömür ithalatı, yurtiçi arzı ve tüketim değişim çizelgesi Çizelge 2.3'de verilmiştir. 2010 yılında 77817 kiloton (kt) olarak kaydedilen kömür üretimi 2015 yılında %18,9 azalarak 63094 kt'a inmiştir. Kömür ithalatımız her geçen yıl artarak 2015 yılında 34547 kt olmuştur ve 2010 yılına göre %60,6 oranında artmıştır. Şekil 2.3'de de görüleceği üzere son tüketim de ise düşüş yaşanmıştır. 2010 yılında 100190 kt olan tüketim 2015 yılında 97296 kt'a düşmüştür. 2010 yılına göre 2,8 oranında azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 2.3. 2010-2015 yılları arasında Türkiye'nin kömür üretimi, ithalatı, yurtiçi arzı ve son tüketimi

YIL	ÜRETİM (kt)	KÖMÜR İTHALATI (kt)	YURTIÇİ ARZ (kt)	TÜKETİM (kt)
2010	77817	21506	100201	100190
2011	80159	23987	105469	105459
2012	75677	29573	105328	105328
2013	64748	27164	88894	88894
2014	69804	30168	101693	101458
2015	63094	34547	97566	97296



Şekil 2.3. 2010-2015 yılları arasında Türkiye'nin kömür tüketimi (İEA,2017)

Türkiye'nin en büyük linyit rezervleri Afşin Elbistan bölgesinde bulunmaktadır. Türkiye linyitlerinin kalori değeri düşüktür. Türkiye'de kömür, öncelikli olarak elektrik enerjisi üretimi, demir-çelik ve diğer sanayide, ısınma amaçlı ve ulaştırma sektöründe kullanılmaktadır. 2016 yılı sonu itibarıyla kamuya ait kömür rezervi ve üretimine ait bilgiler Çizelge 2.4'de verilmiştir. Çizelgeye göre Türkiye'nin linyit rezervinin 12712 milyon ton üretiminin ise 27 milyon ton olduğu, taş kömürünün ise rezervinin 1297 milyon ton üretiminin de 1,5 milyon ton olduğu görülmektedir.

Çizelge 2.4. 2016 yılı sonu itibarıyla kamuya ait kömür rezervi ve üretim bilgileri (ETKB,2017:41)

	KURUM	REZERV (Milyon ton)	ÜRETİM (Milyon ton)
LİNYİT	TKİ	3646	13,7
	EÜAŞ	8502	13,3
	MTA	564	0
	TOPLAM	12712	27
TAŞ KÖMÜRÜ	TTK	1297	1,5

Enerji kaynakları arasında en çok kullanılan kömür, rezerv ömrünün çok olması ve dünyanın her yerinde bulunması nedeniyle önümüzdeki yıllarda da stratejik önemini koruyacağı düşünülmektedir.

Petrol

Petrol dünyada kullanılan en önemli fosil yakıtlardan birisi olup yapısında %80-85 oranında karbon (C), %10-15 oranında hidrojen (H) ve daha az oranlarda diğer organik maddeler bulunan hidrokarbonlardır. Petrol sözcüğünün Latincedeki anlamı taş yağı olarak geçmektedir.

19. yüzyılda kömür en fazla kullanılan enerji kaynağıyken, petrol evlerde aydınlatma amacıyla gazyağı olarak tüketiliyordu. 20. yüzyılda içten yanmalı ve içten patlamalı motorların icat edilmesiyle petrol, önemli bir enerji kaynağı olmuştur. Petrolün kömüre göre daha az yer kaplaması ve daha fazla enerji elde edilmesi gibi avantajları onun kömürün önüne geçmesinde etkili olmuştur.

Dünyada petrol rezervlerinin neredeyse yarısına yakını Orta Doğu bölgesinde bulunmaktadır. Bu yüzden Orta Doğu petrol ithal eden gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkeler için cazibe merkezi haline gelmiştir. Diğer yandan dünya petrol rezervlerinin %19'u Güney ve Orta Amerika bölgesinde, %14'ü de Kuzey Amerika Bölgesinde bulunmaktadır.

Çizelge 2.5. Bölgelere göre kanıtlanmış petrol rezervleri (ETKB, 2017:8)

BÖLGE	MİKTAR (Milyar varil)	DÜNYA TOPLAMINDAJİ PAYI %
Orta Doğu	804	47,3
Güney ve Orta Amerika	329	19,4
Kuzey Amerika	238	14
Avrupa ve Avrasya	155	9,1
Afrika	129	7,6
Asya Pasifik	43	2,5
Dünya Toplamı	1698	100

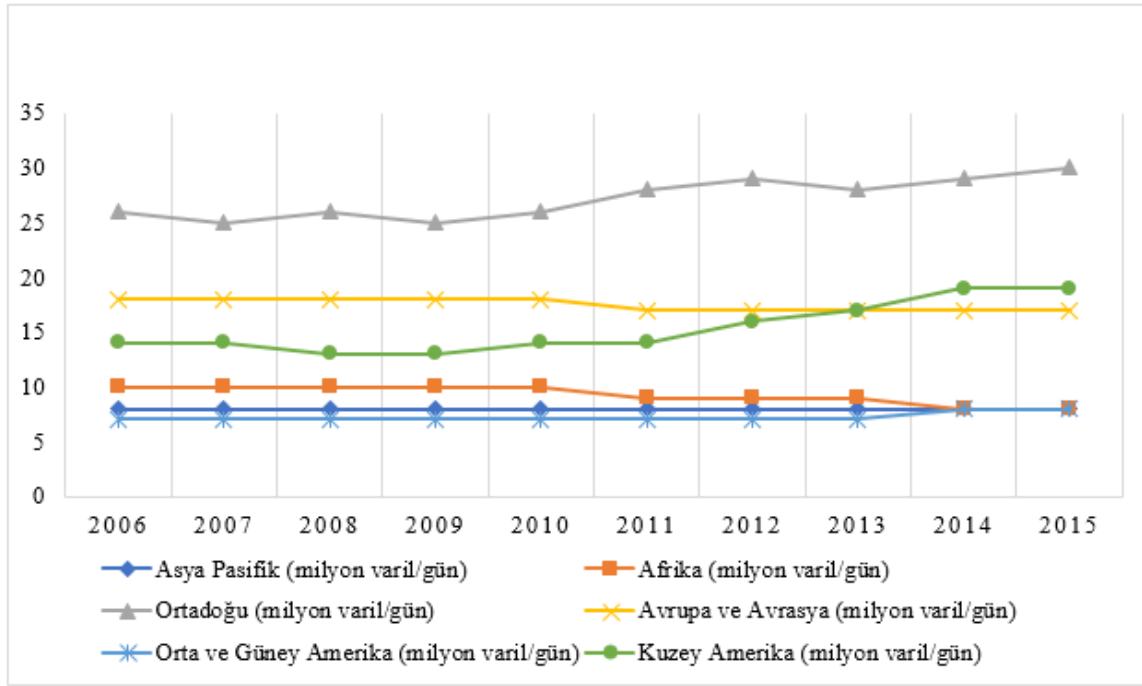
Dünyada petrol üretimini ve fiyatlarını ekonomik ve siyasi krizler, terör, savaş gibi önemli olaylar sert bir şekilde etki etmektedir. Petrol fiyatlarının artması ihraç eden ülkelere bir takım pozitif etkiler yaratırken, petrol ithal eden ülkeler bundan olumsuz olarak etkilenmektedirler. 1973 yılında Arap-İsrail savaşı nedeniyle petrol fiyatlarının varili yaklaşık 3 dolardan 12 dolara çıkarak 4 kat artmıştır. Benzer şekilde 1978-1979 yıllarında İran'da gerçekleştirilen devrim sonrasında petrol üretimi ve ihracı büyük oranda durmuş, böylece petrol fiyatları 1978 yılında 14 dolar iken 1979'da 31 doları görmüştür. 1980'lerde ise bu olgunun tersi meydana gelmiş petrol üretiminin artması sonucu petrol fiyatları 35

dolardan 12 dolara düşmüştür. Yine 1986 yılında Suudi Arabistan önceki yıllara göre üretimini artırarak fiyatların düşmesine neden olmuştur. 2000’li yıllarda başta ABD ve Çin’deki büyüme ve dolayısıyla enerjiye olan ihtiyacının artması dünya petrol fiyatlarının yeniden yükselmesine neden olmuştur. Bunun yanında Arap Baharı, Orta Doğu’yu etkilemiş ihracat dengeleri değişmiştir. 2014 yılında ABD’nin Şeyl gazını devreye sokması ve Rusya’nın ekonomik yönden zayıflaması ve bu nedenle de daha fazla üretim yapması petrol fiyatlarında yeniden düşüslere neden olmuştur.

2006-2015 yılları arasında dünya bölgesel petrol üretimi Çizelge 2.6 ve Şekil 2.4’de verilmiştir. 2006 yılında 83 milyon v/g olarak kaydedilen petrol üretimi 2015 yılında %8,4 oranında artarak 90 milyon v/g ‘e yükselmiştir. Üretimde en büyük payı %30 oranında karşılayan Ortadoğu yer almaktadır.

Çizelge 2.6. 2006-2015 bölge bazında dünyada göre petrol üretimi (TP, 2017:9)

YILLAR	ASYA PASİFİK (Milyon varil/gün)	AFRİKA (Milyon varil/gün)	ORTADOĞU (Milyon varil/gün)	AVRUPA ve AVRASYA (Milyon varil/gün)	ORTA ve GÜNEY AMERİKA (Milyon varil/gün)	KUZEY AMERİKA (Milyon varil/gün)	TOPLAM
2006	8	10	26	18	7	14	83
2007	8	10	25	18	7	14	82
2008	8	10	26	18	7	13	82
2009	8	10	25	18	7	13	81
2010	8	10	26	18	7	14	83
2011	8	9	28	17	7	14	83
2012	8	9	29	17	7	16	83
2013	8	9	28	17	7	17	86
2014	8	8	29	17	8	19	89
2015	8	8	30	17	8	19	90



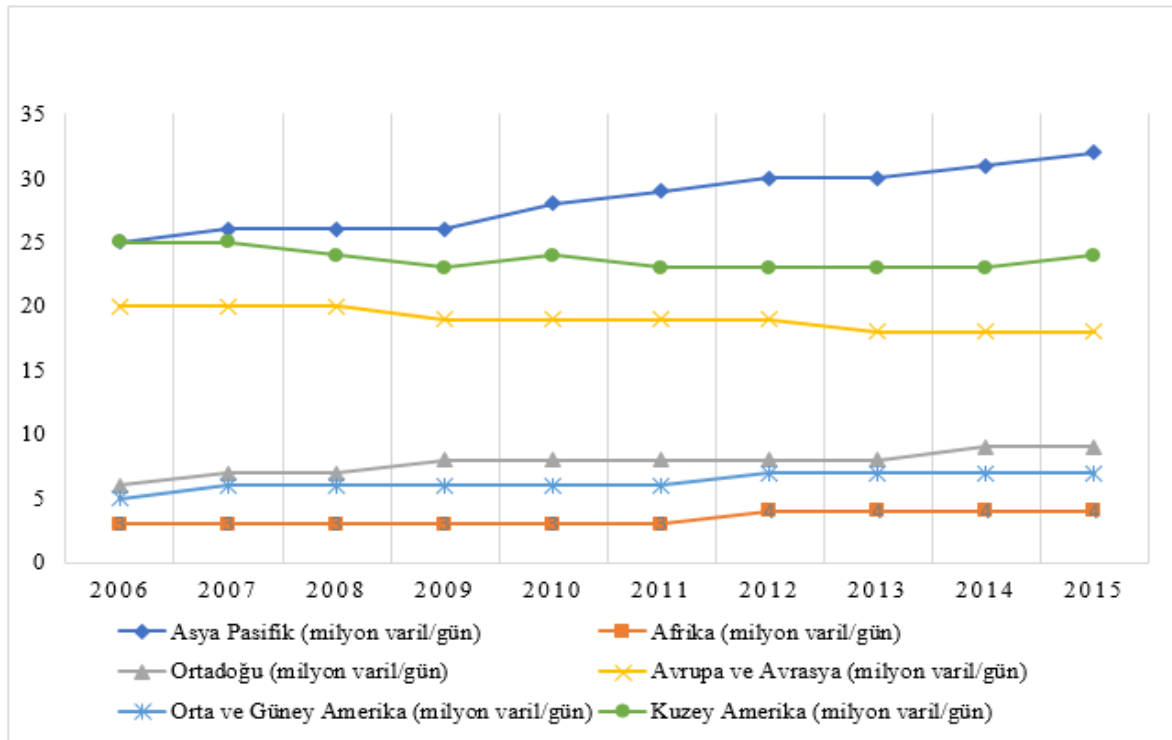
Şekil 2.4. Dünyada bölgelere göre petrol üretimi (2006-2015)

2006-2015 yılları arasında dünya bölgesel petrol tüketimi Çizelge 2.7 ve Şekil 2.5’de verilmiştir. 2006 yılında dünya petrol tüketimi 84 milyon v/g iken 2010 yılında 88 milyon v/g’ e ulaşmış olup %4,7 oranında artış göstermiştir. 2015 yılında ise artış %11,9’a ulaşmıştır. Sonuçta dünya petrol tüketiminin her geçen yıl arttığı bilinmektedir. Petrolün bölgeler arasındaki durumuna bakıldığında 2006 yılında dünya petrolünün %29,8’i Asya Pasifik bölgesinde tüketilirken 2015 yılında bu oran %34’e çıkmıştır. Dolayısıyla on yıllık süreç içerisinde dünya petrol tüketiminde Asya Pasifik bölgesinin payının arttığı görülmektedir. Bu olgu başta Çin olmak üzere Hindistan gibi ülkelerin son yıllarda yakalamış olduğu hızlı büyümeden kaynaklanmaktadır. Ortadoğu bölgesinde aynı dönemdeki dünya petrol tüketimi oranları 2006 yılında %7 iken 2015 yılında %10’a çıkmıştır. Dolayısıyla bu bölgede de %3 civarında petrol tüketiminin arttığı görülmektedir. Avrupa ve Asya bölgesinin ise dünya petrol tüketimi içerisindeki payı 2006 yılında %24 iken 2015 yılında %19’a düşmüştür. Benzer şekilde Orta ve Güney Amerika ile Kuzey Amerika bölgesinin de dünya petrol tüketimi içerisindeki payı yıllar itibariyle azalmaktadır. Bölgeleri genel bir değerlendirmeye tabi tuttuğumuzda dünya petrol tüketimi içerisinde gelişmiş olan bölgelerin payının azaldığı az gelişmiş ve gelişmekte olan bölgelerin payının ise arttığı görülmektedir. Bu olay gelişmiş olan ülkelerin fosil yakıtlardan ziyade alternatif

enerji kaynaklarına yöneldiği ve çevre duyarlılığı ile ilgili bağlayıcı yasaların çıkarılmasıyla açıklanabilir.

Çizelge 2.7. 2006-2015 bölgelere göre dünyada petrol tüketimi (TP,2017:12)

YILLAR	ASYA PASİFİK (Milyon varil/gün)	AFRİKA (Milyon varil/gün)	ORTADOĞU (Milyon varil/gün)	AVRUPA ve AVRASYA (Milyon varil/gün)	ORTA ve GÜNEY AMERİKA (Milyon varil/gün)	KUZHEY AMERİKA (Milyon varil/gün)	TOPLAM
2006	25	3	6	20	5	25	84
2007	26	3	7	20	6	25	87
2008	26	3	7	20	6	24	86
2009	26	3	8	19	6	23	85
2010	28	3	8	19	6	24	88
2011	29	3	8	19	6	23	88
2012	30	4	8	19	7	23	91
2013	30	4	8	18	7	23	90
2014	31	4	9	18	7	23	92
2015	32	4	9	18	7	24	94



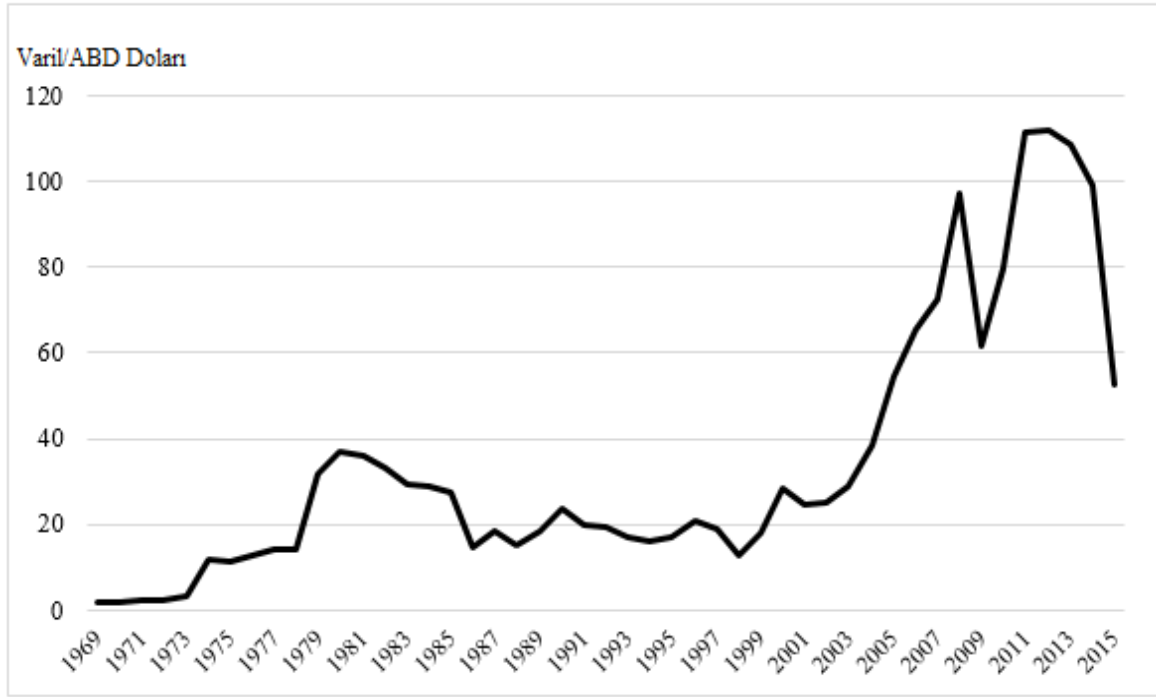
Şekil 2.5. Dünyada bölgelere göre petrol tüketimi (2006-2015)

Dünya petrol arz ve talebine ve hatta petrolün siyasi bir araç olarak kullanımına bağlı olarak petrol fiyatları değişmektedir. 1969- 2015 yıllarındaki dünya petrol fiyatlarındaki değişim Çizelge 2.8 ve Şekil 2.6’da verilmiştir.

Çizelge 2.8. Yıllara göre petrol fiyatları (1969-2015) (Orsam, 2017)

YILLAR	VARİL FİYATI (varil/dolar)	YILLAR	VARİL FİYATI (varil/dolar)	YILLAR	VARİL FİYATI (varil/dolar)	YILLAR	VARİL FİYATI (varil/dolar)	YILLAR	VARİL FİYATI (varil/dolar)
1969	1,80	1979	31,61	1989	18,23	1999	17,97	2009	61,67
1970	1,80	1980	36,83	1990	23,73	2000	28,5	2010	79,50
1971	2,24	1981	35,93	1991	20,00	2001	24,44	2011	111,26
1972	2,48	1982	32,97	1992	19,32	2002	25,02	2012	111,67
1973	3,29	1983	29,55	1993	16,97	2003	28,83	2013	108,66
1974	11,58	1984	28,78	1994	15,82	2004	38,27	2014	98,95
1975	11,53	1985	27,56	1995	17,02	2005	54,52	2015	52,39
1976	12,80	1986	14,43	1996	20,97	2006	65,14		
1977	13,92	1987	18,44	1997	19,09	2007	72,39		
1978	14,02	1988	14,92	1998	12,72	2008	97,26		

Çizelge 2.8 ve Şekil 2.6’da görüldüğü üzere dünyadaki petrol fiyatları inişli çıkışlı bir seyir göstermiştir. Birinci petrol krizinde (1974) petrol fiyatları 3,29 dolardan 11,58 dolara büyük bir artış göstermiş, benzer şekilde ikinci petrol krizinde (1979) 14,02 dolardan 31,61 dolara yükselmiştir. Petrol fiyatlarında aşırı dalgalanma 2008-2009 yıllarında da görülmüştür. Bunun nedeni olarak ABD’de meydana gelen Mortgage Krizinin dünya piyasasına yayılması olduğu söylenebilir. 2013 yılından sonra ki dalgalanmalar Rusya ve Suudi Arabistan ekonomilerindeki krizler, Rusya’nın Ukrayna’yı ilhak etmesi gibi siyasi birtakım nedenlerdendir denilebilir. Petrolün sanayi hammaddesi olması, elektrik enerjisi üretmesi ve ulaşım sistemlerinde kullanılmasıyla bazı dönemlerde görülen sert yükselişler petrol ithal eden ülkelerin ekonomilerine zarar vermektedir.



Şekil 2.6. 1969-2015 yılları arasında dünya petrol fiyatları

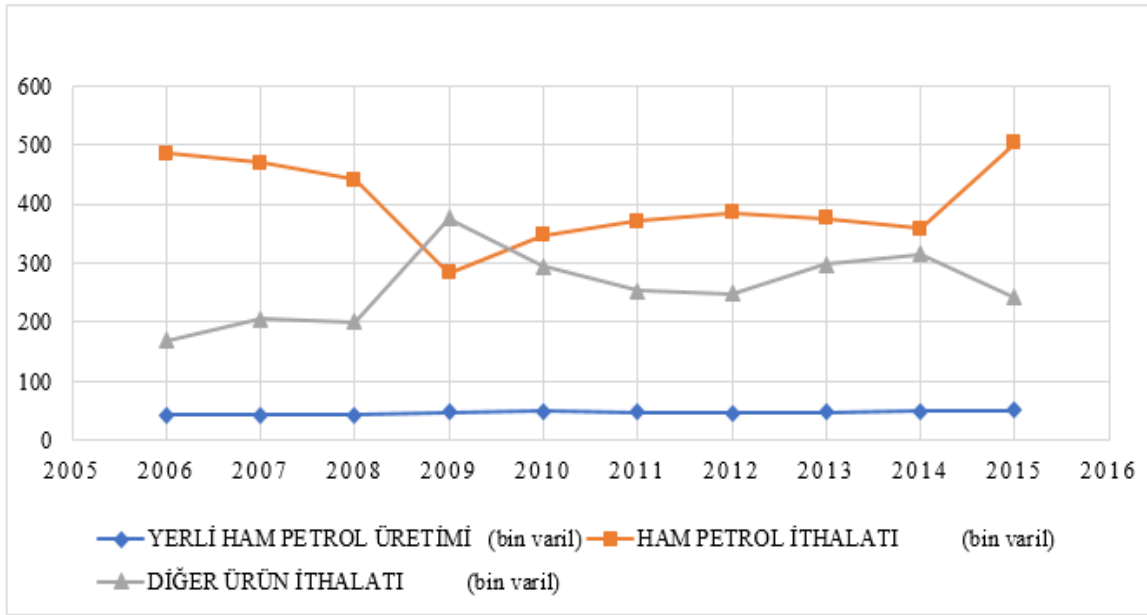
Türkiye'nin petrol de önemli bir oranda dışa bağımlılığı bulunmaktadır. Türkiye'de ilk petrol Raman'da bulunmuş olup Adıyaman ve Batman bölgelerinde çıkarılmaktadır. Türkiye'de petrol tüketiminin sektördeki itibari ile dağılımı incelendiğinde %57'lik payla ilk sırayı ulaşım sektörü almaktadır. Daha sonra sırasıyla sanayi (%26), konut (%11) ve elektrik (%6) izlemektedir.

Türkiye'nin 2006-2015 yılları arasındaki ham petrol tüketimi, ham petrol ithalatı, diğer ürün ithalatı ve petrol tüketimi Çizelge 2.9, Şekil 2.7 ve Şekil 2.8'de verilmiştir. Türkiye'de 2006 yılında 44 bin varil petrol üretimi yapılmıştır. 2015 yılında yapılan üretim ise 51 bin varile ulaşmış olup %16 oranında artış yaşanmıştır. Türkiye'nin 2006 yılında ham petrol ithalatı ve diğer ürün ithalatı 654 bin varil olup 2015 yılında %14 artış göstererek 745 bin varil olmuştur. Türkiye'nin petrol tüketiminde ise 2006-2015 yılları arasında %14 oranında artış gerçekleşmiştir.

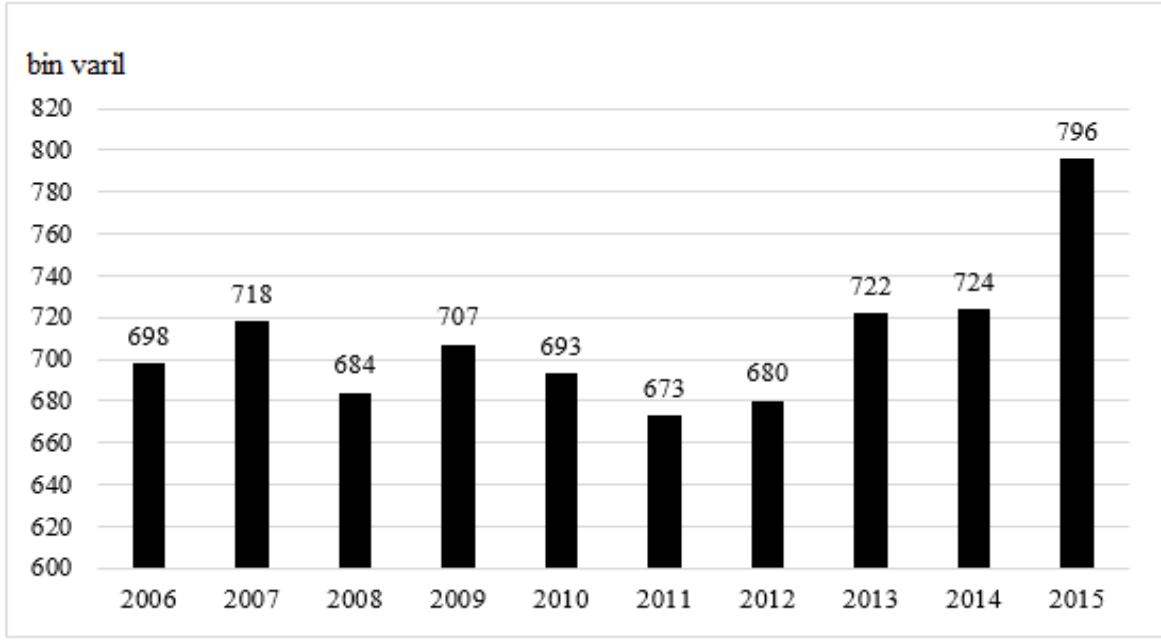
Türkiye 2006 yılında toplam petrol tüketiminin %6,30'unun yerli üretimle karşılarken, 2015 yılında bu oran %6,40'a çıkmış olup on yıllık süreçte önemli bir değişiklik olmamıştır.

Çizelge 2.9. 2006-2015 yılları arasında Türkiye'nin petrol üretimi, ithalatı ve tüketimi (TP,2017:32)

YILLAR	YERLİ HAM PETROL ÜRETİMİ (bin varil)	HAM PETROL İTHALATI (bin varil)	DİĞER ÜRÜN İTHALATI (bin varil)	PETROL TÜKETİMİ (bin varil)
2006	44	485	169	698
2007	43	469	206	718
2008	43	441	200	684
2009	48	283	376	707
2010	50	348	295	693
2011	48	371	254	673
2012	47	385	248	680
2013	48	376	298	722
2014	49	359	316	724
2015	51	503	242	796



Şekil 2.7. Türkiye’de ham petrol üretimi, ham petrol ithalatı ve diğer ürün ithalatı (2005-2015)



Şekil 2.8. Türkiye’de ham petrol tüketimi (2006-2015)

Türkiye önemli petrol sahalarından olan Ortadoğu ve Asya Pasifik bölgelerine coğrafik olarak yakın bulunmaktadır. Bu yüzden petrol taşımacılığında önemli bir konuma sahiptir. Türkiye’de iki tane petrol boru hattı bulunmaktadır. Birincisi Irak-Türkiye ham petrol boru hattı Irak’ta üretilen ham petrolün Türkiye Ceyhan deniz terminaline ulaştırılması amacıyla inşa edilmiştir. İkinci hat olan Bakü-Tiflis-Ceyhan hattı ise Gürcistan’dan gelen petrolü Ceyhan’a taşımaktadır. İki hattında amacı Türkiye üzerinden dünya pazarına petrolün ulaştırılması amaçlanmıştır.

Doğal gaz

Doğal gaz petrolün bir türevidir, yapısında ağırlıklı olarak metan gazı bulunmakta olup yanıcı bir gazdır. Doğal gaz ilk başlarda atık olarak görülmüştür. Yakılarak yok edilmeye çalışılmıştır. Bu hem enerji kaybına yol açmış hem de çevreye zarar vermiştir.1970’li yıllardaki petrol krizinden sonra doğal gaz enerji kaynağı hammaddesi olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Doğal gaz böylece sanayide, evlerde ve ulaşımda kullanılarak, önemli bir ekonomik değer kazanmıştır. “Günümüzde doğal gaz elektrik üretiminde de etkili bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Dünya doğal gaz üretiminin her yıl yaklaşık %50’sinden fazlası bu alanda tüketilmektedir” (Doğanay ve Coşkun, 2017: 183).

Doğal gaz günümüzde fiyatların uygun olması, çevreye diğer fosil yakıtlardan daha az zarar vermesi, taşınmasının kolay olması nedeni ile ülkeler tarafından cazip bir yakıt olarak görülmekte kullanımı her geçen gün artmaktadır.

“Doğal gaz hem üretim merkezinden boru hatlarıyla tüketim alanına götürülmekte hem de sıvılaştırılarak tankerlerle taşınarak ticareti yapılmaktadır. Türkiye dünya doğal gaz rezervlerinin üçte ikisine sahip olan en büyük üreticilerle en büyük tüketicilerin arasında bulunmaktadır” (Erdoğan, 2016:104). Türkiye'nin doğal gaz boru hatlarında geçiş bölgesinde bulunması stratejik olarak önemi artırmaktadır.

Dünya da 2015 yılı itibari ile doğal gaz rezervlerinin 186,9 trilyon m³ olduğu tahmin edilmektedir. Bunun %42,8'i Orta Doğu bölgesinde yer almaktadır. İkinci sırada %30,4'lük oranla Avrupa ve Avrasya bölgesi bulunmaktadır. Gelişen teknolojiyle her geçen gün yeni doğal gaz rezervleri bulunmaktadır. Dünya doğalgaz rezervlerinin bölgesel dağılımları bazı ülkelerin doğalgaz rezervleri ve bölgesel doğalgaz tüketimleri Çizelge 2.10 ve Çizelge 2.11'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.10. Bölgelere göre 2015 yılı kanıtlanmış doğalgaz rezervleri (ETKB,2017:10)

BÖLGE	MİKTAR (Trilyon m³)	DÜNYA TOPLAMINDAKİ PAYI %
Orta Doğu	80	42,8
Avrupa ve Avrasya	56,8	30,4
Asya Pasifik	15,6	8,4
Afrika	14,1	7,5
Kuzey Amerika	12,8	6,8
Güney ve Orta Amerika	7,6	4,1
Dünya Toplamı	186,9	100

Enerji kaynaklarının büyük çoğunluğunu gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler harcamaktadır. Doğal gazda da bu kuralın geçerli olduğunu görmekteyiz. Doğal gaz tüketiminde gelişmiş ülkeleri barındıran Avrupa ve Avrasya %28,8 pay ile ilk sırayı alırken, Kuzey Amerika %28,1 ile ikinci sırayı almaktadır. Daha sonra sırayla Asya Pasifik, Ortadoğu, Güney ve Orta Amerika ve Afrika izlemektedir.

Çizelge 2.11. Bölgelere göre 2015 yılı doğal gaz tüketimleri (ETKB,2017:11)

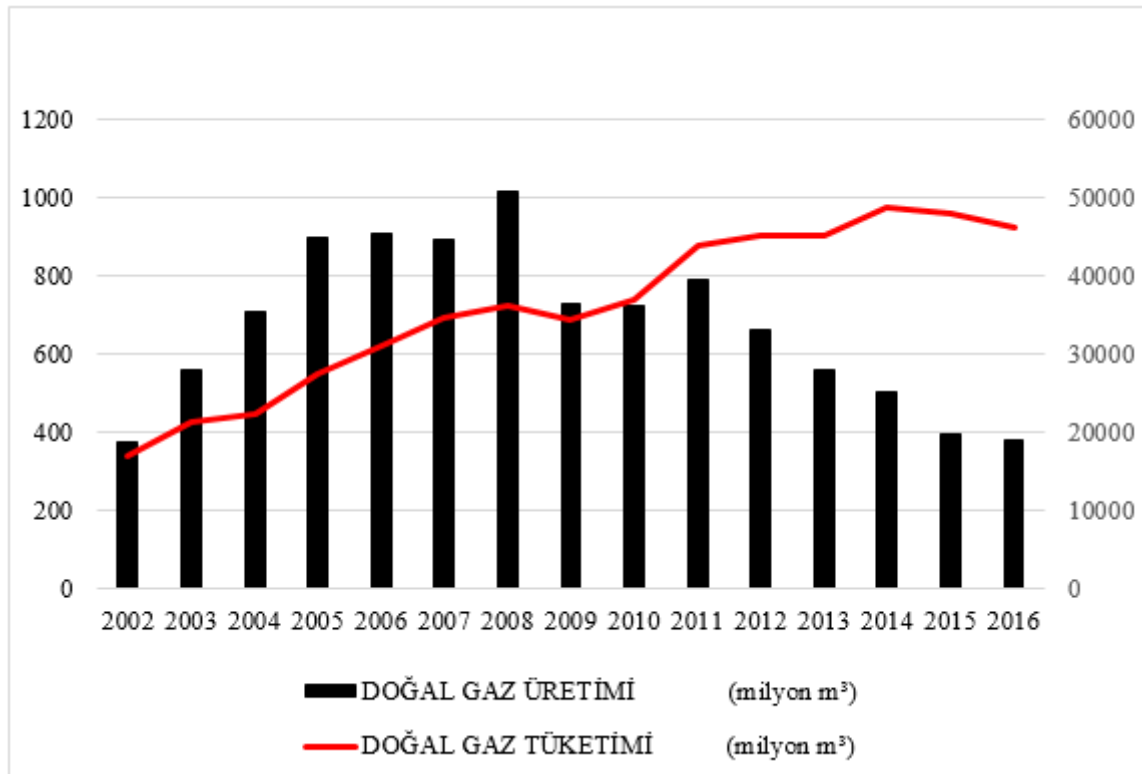
BÖLGE	MİKTAR (Trilyon m³)	DÜNYA TOPLAMINDAKİ PAYI %
Avrupa ve Avrasya	1003,5	28,8
Kuzey Amerika	963,6	28,1
Asya Pasifik	701,1	20,1
Ortadoğu	490,2	14,1
Güney ve Orta Amerika	174,8	5
Afrika	135,5	3,9
Dünya Toplamı	3468,7	100

Türkiye’de doğal gaz ilk olarak 1970’te Trakya bölgesinde (Kırklareli) bulunmuştur. 1976’da Pınarhisar çimento fabrikasında kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonraları Kuzey Marmara doğal gaz sahası bulunmuş olup Güneydoğu Anadolu bölgesinde Siirt ve Batman’da da doğal gaz üretimi yapılmaya başlanmıştır.

“Türkiye’nin 2015 yılı itibari ile doğal gaz üretimi 398,7 milyon m³ iken, doğal gaz ithalatı 48 milyar m³ olmuştur. Doğal gazın %52’si elektrik, %24’ü ısınma ve ulaşımda, %21’i sanayi de kullanılmıştır” (Erdoğan, 2016:58). Türkiye enerji arz güvenliğini sağlamak amacıyla Tuz Gölü doğal gaz depolama alanı açarak kendini güvence altına almak istemektedir. “Tesis, her birinin net fiziksel hacmi 630 bin ile 750 bin m³ arası toplam 12 kavernadan oluşuyor olup bunların tamamlanmasıyla yaklaşık 1,2 milyar m³ çalışma gazı kapasitesine ulaşılacak ve günlük maksimum 1,4 milyon m³ gaz Türkiye doğal gaz şebekesine verilecektir” (<https://enerjienstitusu.org>).

Çizelge 2. 12. Türkiye'nin 2002-2016 doğal gaz üretim ve tüketim miktarları
(ETKB,2017:37-38)

YIL	DOĞAL GAZ ÜRETİMİ (Milyon m ³)	DOĞAL GAZ TÜKETİMİ (Milyon m ³)
2002	378,4	17065
2003	560,6	21384
2004	707	22505
2005	896,4	27467
2006	906,6	31128
2007	893,1	34600
2008	1014,5	36100
2009	729,4	34400
2010	726	36900
2011	793,4	43800
2012	664,4	45242
2013	561,5	45270
2014	502,1	48717
2015	398,7	47999
2016	381,6	46146



Şekil 2.9. Türkiye'nin 2002-2016 doğal gaz üretim ve miktarları

Çizelge 2.12 ve Şekil 2.9'da görüldüğü üzere Türkiye'de 2016 yılı sonu itibariyle 381,6 milyon m³ doğal gaz üretimi, 46146 milyon m³ doğal gaz tüketimi gerçekleştirilmiştir. 2002-

2016 yılları arasında doğal gaz tüketimine baktığımızda 15 yıllık dönemin sonunda 2002 yılına göre 2016 yılında doğal gaz üretimimiz takribi ortalama %1 artarken tüketimimiz yaklaşık %170 artmıştır. 2002 yılında 378,4 milyon m³ üretimimiz, 17065 milyon m³ doğal gaz tüketimimiz varken 2016 yılında 381,6 milyon m³ üretim 46146 milyon m³ tüketimimiz olmuştur. Burada ki veriler Türkiye'nin her geçen gün doğal gaz ihtiyacının arttığını göstermektedir. Çizelge 2.12'deki verilere bakıldığında Türkiye'nin doğal gaz bakımından net ithalatçı konumunda olduğu ve bununla her geçen yıl arttığı görülmektedir.

Türkiye, dünya doğal gaz rezervlerinin büyük çoğunluğunu sahip ülkelerle en büyük tüketiciler arasında yer almaktadır. Türkiye konumu itibarıyla doğal gaz hatları için önemli bir geçiş noktasında bulunmaktadır.

Nükleer enerji

Nükleer enerji, atom reaktörleri veya nükleer santrallerde atom çekirdeklerinin parçalanması ve birleşmesi esnasında açığa çıkan ısı enerjisiyle elde edilmektedir. Isı enerjisi suyu kaynatarak buharı oluşturmakta, oluşan buhar, türbinleri döndürerek elektrik enerjisi sağlamaktadır. Nükleer enerjinin ana yakıt maddeleri uranyum ve toryumdur.

Nükleer enerji, hammaddesinin dünyanın pek çok yerinde çıkması ve uzun süre yetecek kadar depolama imkânına sahip olmasıyla tercih edilebilecek bir enerji kaynağı durumundadır. Uzun depolama imkânıyla enerjinin sürekliliği sağlanır ve enerji fiyatını dalgalanmalardan korur.

“Kazakistan uranyum maddesinin %33’ünü çıkararak dünyada en önemli üretici konumundadır. Uranyum zenginleştirmesinin %60’ını Çin, Fransa, ABD, Almanya, Japonya, Hollanda, Pakistan, Rusya ve Avustralya gerçekleştirmektedir” (Erdoğan, 2016: 59).

Nükleer enerjinin ciddi olumsuzlukları da bulunmaktadır. Nükleer enerji, enerji üretim safhasının öncesinde, üretim esnasında ve üretim sonrasında olmak üzere her süreçte tehlike arz etmektedir. 1986 yılında Ukrayna’da gerçekleşen Çernobil ile 2011 yılında gerçekleşen Tōhoku depremi ve tsunamisi sonrasında Fukuşima nükleer santralinde gerçekleşen

kazaların etkileri hala sürmektedir. Dünya da 449 nükleer santral mevcut olup bunların ülkelere göre dağılımı Çizelge 2.13’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.13. Dünyada 2017 yılında aktif nükleer santrallerin ülkelere göre dağılışı (ETKB,2017:54)

ÜLKE	NÜKLEER SANTRAL	ÜLKE	NÜKLEER SANTRAL
ABD	99	İsviçre	5
Fransa	58	Finlandiya	4
Japonya	42	Macaristan	4
Çin Halk Cum.	37	Slovakya	4
Rusya Federasyonu	35	Pakistan	4
Güney Kore	25	Arjantin	3
Hindistan	22	GAC	2
Kanada	19	Brezilya	2
Ukrayna	15	Bulgaristan	2
Büyük Britanya	15	Meksika	2
İsveç	10	Romanya	2
Almanya	8	Ermenistan	1
İspanya	7	Slovenya	1
Belçika	7	İran	1
Çekya	6	Hollanda	1
TOPLAM			499

Nükleer enerji 1973 krizinden sonra yaygınlaşmaya başlamıştır. Dünya’da şu anda faal 449 nükleer enerji santrali bulunmakta olup bunun 99 adeti ABD’de bulunmaktadır (IAEA) İkinci sırada 58 adet nükleer santral ile Fransa gelmektedir. Daha sonra Japonya, Çin Halk Cumhuriyeti, Rusya, Kore gelmektedir. “Daha önce santrali olmayan ülkelerinde bulunduğu 16 ülke de 60 santral inşaatı sürdürülmektedir” (ETKB,2017:53).

Dünyada birincil enerji tüketiminde nükleer enerjinin payı %5,6 olup elektrik enerjisinde bu pay %11’dir. Nükleer enerjiden elektrik üretmeyi 1950’lerde Amerika Birleşik Devletleri başlatmıştır. 1970’deki petrol krizinden sonra bazı ülkeler enerji güvenliği için nükleer enerjiye büyük bir önem vermiş ve bu alandaki yatırımlarını arttırmışlardır. Nükleer enerji, enerji ithalatını azalttığı için dışa bağımlılığı önlemektedir. Diğer fosil yakıtları uzun yıllar depolamak zorken, nükleer enerjide böyle bir sıkıntı bulunmamaktadır. Nükleer enerji arz güvenliğini ve fiyat istikrarını sağlamaktadır. Nükleer enerjinin elektrik üretimindeki payı ile ilgili ülkelerin mevcut durumları Çizelge 2.14’de verilmiştir. Çizelgede görüleceği gibi Fransa elektrik enerjisi üretiminin %76,9’unu nükleer enerjiden elde etmekte olup bu alanda

dünyada ilk sırada yer almaktadır. Yine Slovakya ve Avusturya elektrik üretiminin %50'sinden fazlasını nükleer enerjiden elde eden ülkeler arasında yer almaktadır.

Çizelge 2.14. Bazı ülkelerin 2014 yılındaki nükleer enerjinin elektrik üretimindeki payı (Erdoğan, 2016: 60)

ÜLKE	ELEKTRİK ÜRETİM PAYI %	ÜLKE	ELEKTRİK ÜRETİM PAYI %
Fransa	76,9	Bulgaristan	30,7
Slovakya	56,8	İspanya	20,4
Avusturya	53,6	ABD	19,4
Ukrayna	49,4	Rusya	18,6
Belçika	47,5	Romanya	18,5
İsveç	41,5	Tayvan	19,0
İsviçre	37,9	Kanada	16,8
Slovenya	37,2	İngiltere	17,2
Çekya	35,8	Almanya	15,8
Finlandiya	34,6	Hindistan	3,5
Ermenistan	30,7	Çin	2,4
Kore	30,4	Dünya	11,0

Türkiye nükleer enerji kaynağı yönünden zengin rezervlere sahip bir ülkedir. Türkiye 5300 ton uranyum, 380 bin ton toryum rezervine sahiptir. Türkiye IAEA'ya 1956 yılında üye olmuş olup 2010'da Rusya ile Akkuyu Nükleer Santrali ve 2013'de ikinci nükleer santral için Japonya ile anlaşma imzalamıştır. Bu santrallerin kurulmasındaki amaç elektrik talebindeki artışı karşılamak ve ithalat bağımlılığından kaynaklı riskleri azaltmaktır.

Nükleer enerji, enerji ithalatını azaltan ve dışa bağımlılığı önleyen bir özelliğe sahiptir. Bu özelliği sayesinde fiyat istikrarı korunabilmektedir. Diğer fosil yakıtlar uzun süre saklama imkânı olmazken nükleer enerjide böyle bir sorun bulunmamaktadır. Bu da nükleer enerjinin fosil kaynaklı enerjiye nazaran önemli bir avantajını göstermektedir.

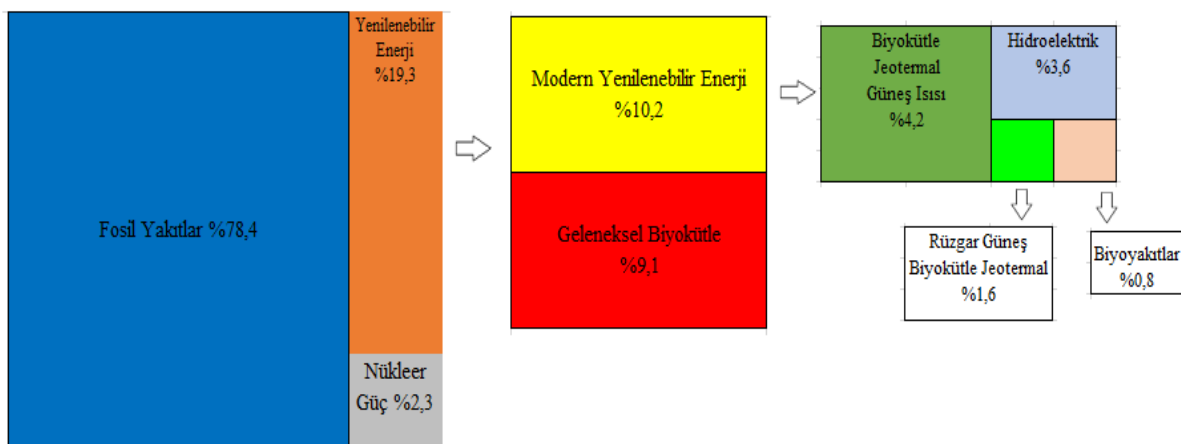
2.1.2. Yenilenebilir enerji kaynakları

Yenilenebilir enerjide, ülkeler enerji gereksinimlerini yerli kaynakları kullanarak temin ederler. Böylece enerji ithal eden ülkelerin dışa bağımlılıkları azalır, aynı zaman da enerji kaynaklarını çeşitlendirerek sürdürülebilir enerji kullanımı sağlanır ve çevreye verilen zarar da fosil yakıtlara göre daha az gerçekleşir. Yenilenebilir enerjinin, fosil enerji kaynaklarına göre en önemli özelliği kendini yenileyebilmesidir.

Yenilenebilir enerji kaynakları, yeryüzünde genellikle herhangi bir üretim sürecine ihtiyaç duymadan temin edilebilen, fosil kaynaklı olmayan, elektrik enerjisi üretirken CO₂ emisyonu az bir seviyede gerçekleşen, çevreye zararı diğer enerji kaynaklarına göre daha düşük olan, sürekli bir devinimle yenilenebilen, güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik, biyokütle, dalga ve hidrojen gibi enerji kaynaklarını ifade etmektedir. (Yeşil, 2015:11)

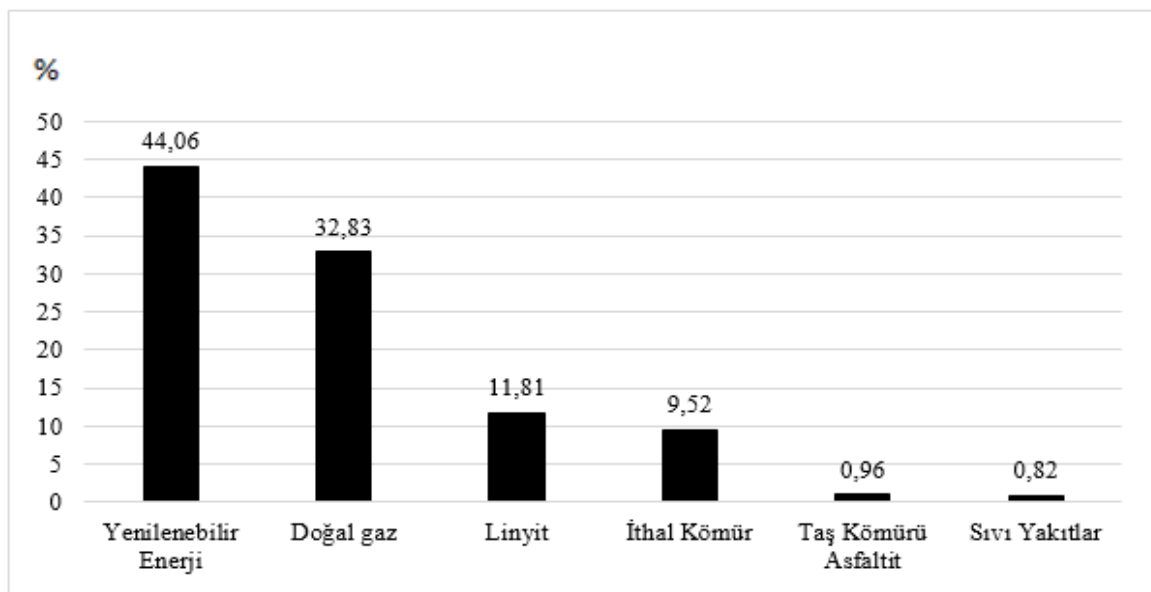
Yenilenebilir enerjinin fosil yakıtlara nazaran sahip olmuş olduğu avantajlar bu kaynaklara yönelimi zorunlu hale getirmiş ve bu kaynakların kullanımını her geçen yıl daha fazla artırmıştır. Şekil 2.10'da dünya fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarının dağılımı verilmiştir.

Şekil 2.10'da görüldüğü gibi 2015 yılı itibariyle dünyada fosil yakıt diye tabir ettiğimiz petrol, doğal gaz ve kömürün kullanım oranı %78,4, yenilenebilir enerji kaynaklarının oranı %19,3 ve nükleer güç oranı %2,3 olarak gerçekleşmiştir. Yenilenebilir enerjinin %10,2'sini modern yenilenebilir enerji (biyokütle, jeotermal, güneş ısı, hidroelektrik, rüzgâr gibi) oluştururken %9,1'ini de geleneksel biyokütle enerjisi oluşturmaktadır. “Modern yenilenebilir enerjinin de %4,2'sini biyokütle, jeotermal ve güneş ısı, %3,6'sını hidroelektrik oluşturmaktadır. Geleneksel biyokütle enerjisini ise ülkelerin kırsal alanlarındaki yerlerde gerek ısınma gerekse yemek pişirme amaçlı kullandıkları enerji oluşturmaktadır” (Karalı, 2017:39).



Şekil 2.10. Küresel son enerji tüketiminde tahmini yenilenebilir enerji payı 2015 (Ren21,2017:30)

Şekil 2.11’de Türkiye’de 2016 yılındaki kurulu gücün birincil enerji kaynaklarına göre dağılımı verilmiştir. Türkiye’deki kurulu gücün en büyük bölümünü 34582,2 MW ile yenilenebilir enerji (rüzgâr, güneş, baraj, doğal göl ve akarsu, jeotermal, yenilenebilir atık-atık ısı) oluştururken yenilenemeyen enerji kaynakları 43915,2 MW’lık bir kurulu güce sahiptir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının kendi içerisindeki dağılımlarına baktığımız zaman toplam kurulu gücün %32,83’nü doğal gaz alırken, linyit %11,81 ile ikinci sırayı almaktadır. Daha sonra sırayla ithal kömür %9,52, taş kömürü+asfaltit %0,96, sıvı yakıtlar %0,82’lik paya sahiptir.



Şekil 2.11. Türkiye’nin kurulu gücünün birincil enerji kaynaklarına göre dağılımı, 2016 (TEİAŞ,2018)

Hidroelektrik enerji

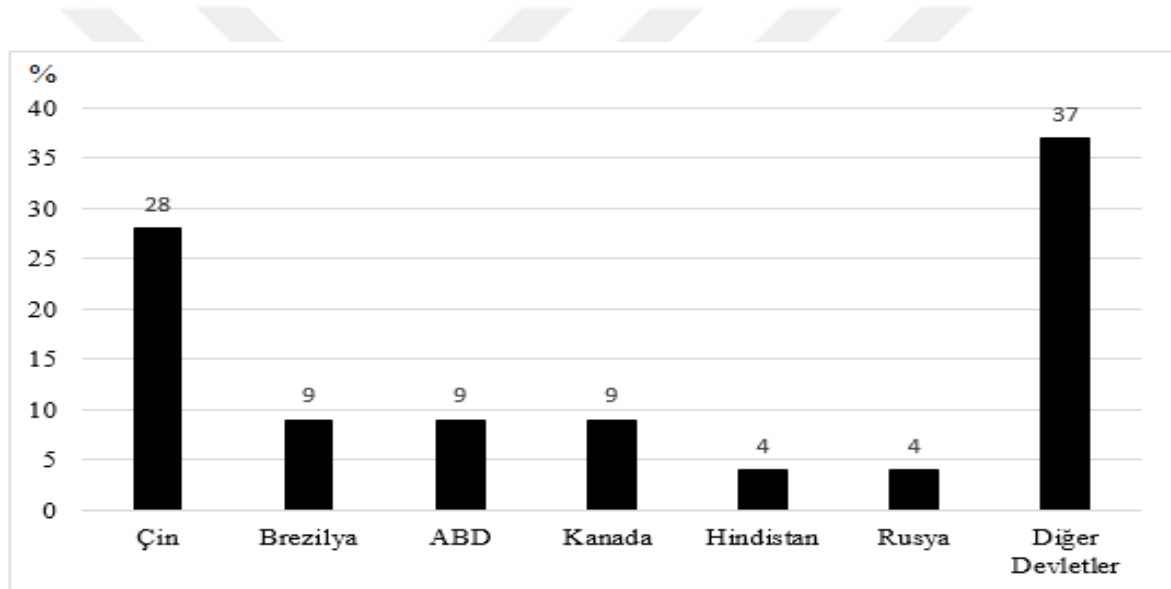
Hidroelektrik enerji, durgun suyun potansiyel enerjisini, yüksekten aşağıya doğru ileterek (yerçekimini kullanarak) kinetik enerjiye dönüştürülmesi, sonrasında da jeneratörler vasıtasıyla elektrik enerjisi elde edilmesidir. Günümüzde hidroelektrik enerjinin yenilenebilir enerji kaynakları içinde en yaygın olarak kullanılan enerji olduğu söylenebilir.

Yeryüzünde bulunan sular güneş enerjisi yardımıyla buharlaşmaktadır. Buharlaşan sular rüzgârın yardımıyla sürüklenerek dağların yamaçlarında kar ve yağmur halinde tekrar yeryüzüne düşmekte, nehirler ve ırmakları beslemektedir. Böylece hidrolik enerji kendini yenileyebilen bir enerji kaynağına dönüşmektedir.

“Hidroelektrik santraller de santralin yakıt gideri yoktur, kayıpları azdır, birim maliyeti düşüktür, yapısı basit ve sağlamdır, enerji iletimi kolaydır, çevre için olumsuz etkileri yoktur, uzun ömürlü ve dışa bağımlı olmayan yerli bir kaynaktır” (Öztürk, 2013: 257).

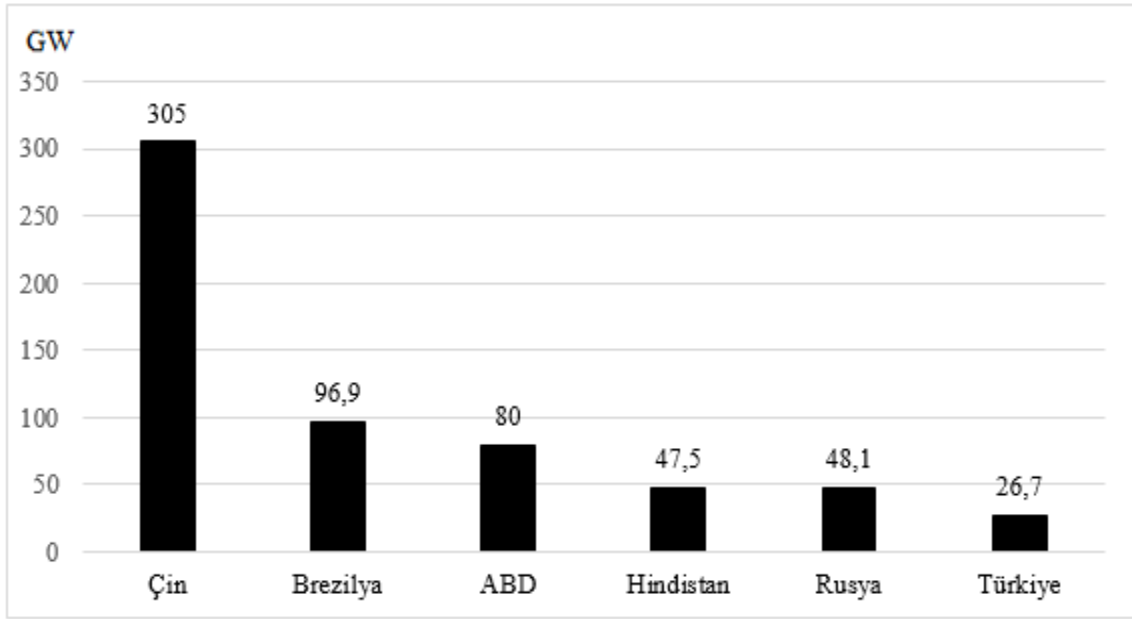
Dünyada 2016 yılında ilave edilen yaklaşık 25 GW’lık yeni hidroelektrik kapasite ile birlikte toplam 1096 GW hidroelektrik gücü bulunmaktadır.

Şekil 2.12’de görüleceği üzere hidroelektrik kapasitesi en yüksek ülkeler, 2016 sonunda kurulu kapasitenin yaklaşık %63’ünü oluşturan Çin, Brezilya, ABD, Kanada, Rusya Federasyonu, Hindistan ve Norveç’tir.



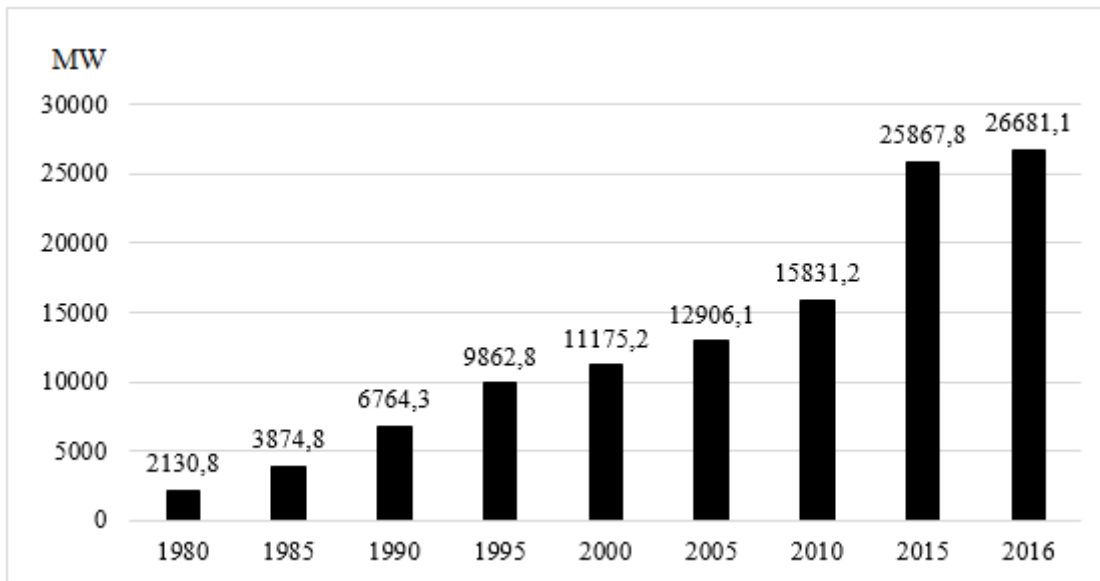
Şekil 2.12. Dünyada hidroelektrik kapasitesi en yüksek olan ilk 6 ülke (2016) (Ren21,2017:58)

Dünya da 2016 yılı sonu itibariyle 1096 MW hidroelektrik kurulu gücü bulunmaktadır. Şekil 2.13’de görüldüğü üzere Çin 305 GW ile ilk sırada yer almaktadır. Çin’i sırasıyla Brezilya 96,9 GW, ABD 80 GW, Hindistan 47,5 GW ve Rusya 48,1 GW ile izlemektedir. “Türkiye’nin 2016 yılı hidroelektrik kurulu gücü 26,7 GW gözükmektedir” (Ren21,2017:57)



Şekil 2.13. Hidroelektrik küresel kapasitede ilk 6 ülkenin payları ve Türkiye,2016

Türkiye'nin Şekil 2.14'de görüldüğü üzere 2016 yılı sonunda hidroelektrik enerji gücü 26681,1 MW'dır. Türkiye'deki toplam enerji içinde hidrolik enerjinin payı %33,99'la en yüksek orana sahiptir. Türkiye'nin 1980 yılında hidroelektrik enerjisi 2130,8 MW iken 2016 yılı sonu itibariyle %1152 oranında artış sağlanmış olup dönem boyunca yılda ortalama %33 oranında artış gerçekleşmiştir.



Şekil 2.14. Türkiye'de yıllar itibariyle hidroelektrik kurulu gücü değişimi (MW) (TEİAŞ,2018)

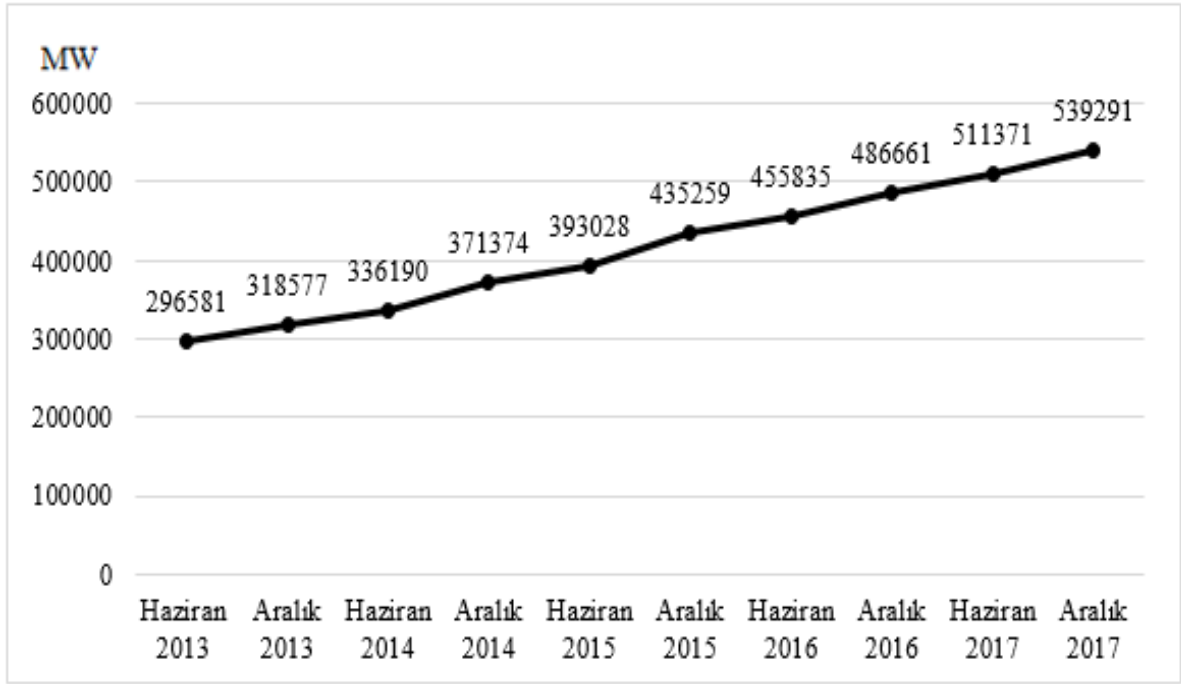
“Türkiye’de 2016 yılı sonunda 597 adet hidroelektrik santrali bulunmakta olup 26681 MW’lık kurulu enerjiye sahiptir. Türkiye’nin teorik olarak hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh’dir” <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik>).

Rüzgâr enerjisi

Rüzgâr, güneş enerjisinin dönüşümünden oluşmaktadır. Aslında rüzgâr enerjisine hız enerjisine dönüşmüş güneş enerjisi de diyebiliriz. Atmosferdeki sıcaklık değişimleri sonucunda hava hareketlerinde oluşan yüksek ve alçak basıncın etkisiyle rüzgâr oluşmaktadır. Rüzgârın oluşturduğu kinetik enerji, rüzgâr türbini aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülmektedir.

“Rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi hem karasal ortamdan hem de denizlerden elde edilmektedir. Denizlerde rüzgârı engelleyecek ortamlar bulunmadığından, rüzgâr potansiyeli daha fazla bulunmaktadır. Ancak deniz üzerine kurulan enerji santrallerinin maliyeti, kara üzerinde kurulan rüzgâr enerji santrallerine göre, üç kat daha fazladır” (Sevim,2015:220).

Dünyada rüzgâr türbinlerinin toplam kapasitesi 2017 yılı sonunda Şekil 2.15’de görüleceği üzere 539291 MW’a ulaşmıştır. 2013 yılının haziran ayı itibariyle 296581 MW olan rüzgâr türbini kapasitesi 2017 yılı aralık ayı verilerine göre %81,8 oranında artış göstermiştir. Bu sonuçlara göre rüzgâr enerjisi kapasitesi her 6 ayda yıllık ortalama %6,16 oranında artış göstermiştir. “2017 yılı sonuna kadar kurulan tüm rüzgâr türbinleri, küresel elektrik talebinin %5’inden fazlasını karşılayacak orandadır” (<http://www.wwindea.org/2017-statistics/>).



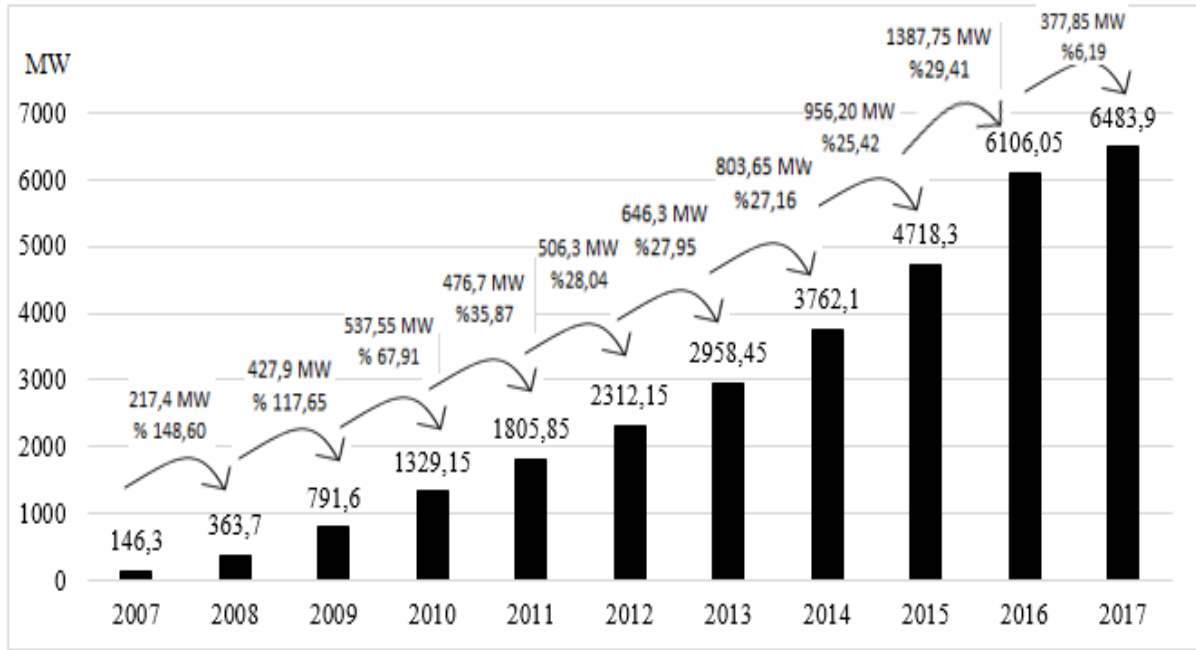
Şekil 2.15. Dünyada 2013-2017 yılları arasındaki rüzgâr gücü toplam kurulu kapasitesi (MW) <http://www.wwindea.org/2017-statistics/>

Dünya kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesinde Çin 187730 MW'lık (%34,81) payıyla ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada %16,49'luk payla ABD yer alırken %10,41 ile Almanya %6,10 ile Hindistan izlemektedir. Türkiye bu sıralamada %1,29'luk payla on birinci sırada yer almaktadır. Dünya rüzgâr enerjisi kurulu kapasitesinin %61,71'ini Çin, ABD ve Almanya oluşturmaktadır (Çizelge 2.15).

Çizelge 2. 15. En fazla rüzgâr enerjisi kurulu kapasitesine sahip ülkelerin 2013-2017 yıllarındaki dağılımı (MW) (<http://www.wwindea.org/2017-statistics/>)

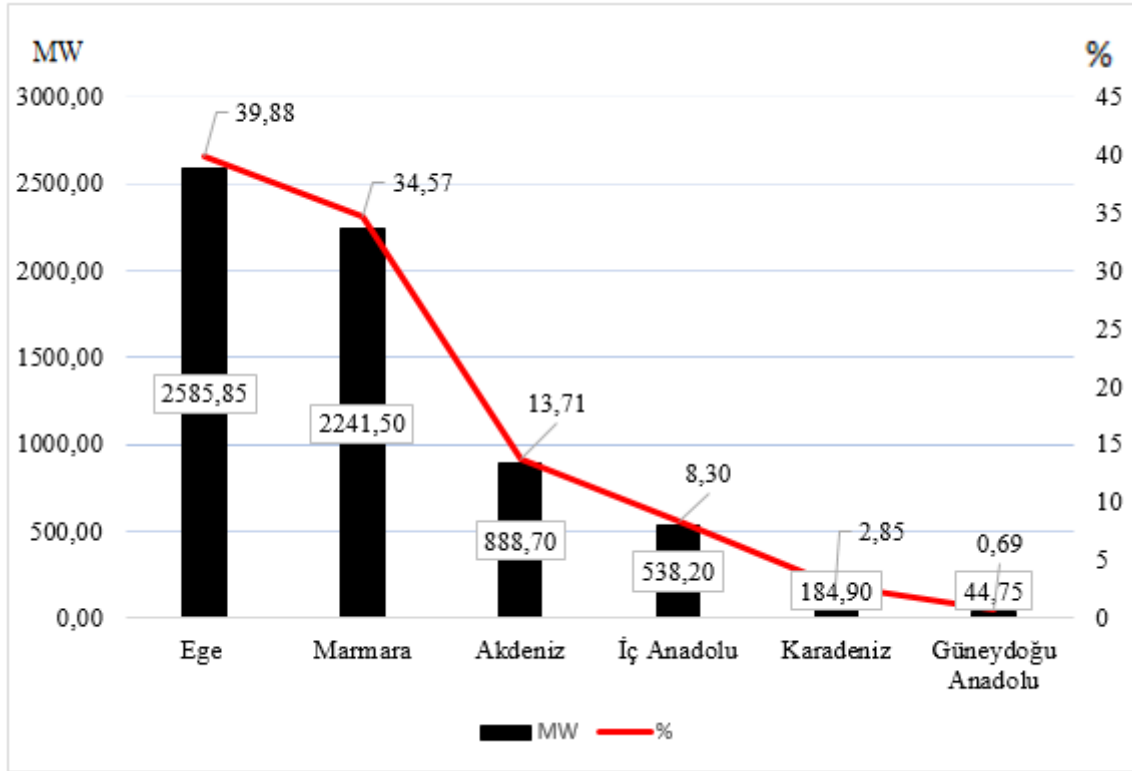
ÜLKELER	TOPLAM KAPASİTE 2017	TOPLAM KAPASİTE 2016	TOPLAM KAPASİTE 2015	TOPLAM KAPASİTE 2014	TOPLAM KAPASİTE 2013	2017 ORANI
Çin	187730	168730	148000	114763	91413	34,81
ABD	88927	82033	73867	65754	61108	16,49
Almanya	56164	50019	45192	40468	34658	10,41
Hindistan	32879	28279	24759	22465	20150	6,10
İspanya	23026	23020	22987	22987	22959	4,27
İngiltere	17852	14512	13614	12440	10631	3,31
Fransa	13760	12065	10293	9296	8254	2,55
Brezilya	12763	10800	8715	5962	3399	2,37
Kanada	12239	11898	11205	9694	7698	2,27
İtalya	9700	9257	8958	8663	8551	1,80
Türkiye	6981	6081	4718	3763	2958	1,29
İsveç	6721	6493	6029	5425	4470	1,25
Polonya	6534	5782	5100	3834	3390	1,21
Danimarka	5320	5227	5064	4883	4772	0,99
Portekiz	5316	5316	5050	4953	4724	0,99
Avusturya	4879	4326	4186	3806	3049	0,90
Diğer Ülkeler	48500	42822	37522	32219	26493	8,99
Toplam	539291	486660	435259	371375	318577	100

Türkiye de 2017 yılı itibariyle rüzgâr enerjisi santrali kümülatif kurulumu 6483,9 MW'dır. Şekil 2.16 görüldüğü üzere 2007 -2017 yılları arasında en fazla kümülatif artış 2015 yılında 1387,75 MW olmuştur. En fazla yüzdeler dilim artışı 2007 yılında %148,60 oranında gerçekleşmiştir. 2007 yılında 146,3 MW olan kurulu rüzgâr enerjisi santrali 2017 yılında 6266,5 MW yükselerek %4283,3 oranında yüksek bir artış göstermiştir. 2007-2017 yılları arasında ortalama olarak yıllık %46 oranında artış göstermiştir.



Şekil 2.16. Türkiye'nin 2007-2017 dönemindeki rüzgâr enerjisi kurulu gücü, (TÜREB,2017:4)

Türkiye'de işletmede olan rüzgâr enerjisi santrallerinin bölgelere göre dağılımı Şekil 2.17'de gösterilmiştir. Ege bölgesi toplam rüzgâr enerjisi kurulu gücün %39,88'ine (2585,85 MW) sahip olup ilk sırada yer almaktadır. Ege bölgesindeki rüzgâr enerjisinin büyük çoğunluğunu İzmir ve Balıkesir illerindeki rüzgâr enerjisi oluşturmaktadır. İzmir ili 1333,65 MW rüzgâr enerjisi üreterek Türkiye'de ilk sırada yer almaktadır. "Balıkesir ili 1069,05 MW ile Türkiye'de ikinci sırada yer almaktadır" (TÜREB,2017:17). Ege bölgesinden sonra %34,57'lik payla Marmara bölgesi (2241,50 MW) ikinci sırada gelmektedir. Marmara bölgesini sırayla Akdeniz bölgesi %13,71 (888,70 MW), İç Anadolu %8,30 (538,20 MW), Karadeniz %2,85 (184,90 MW) ve Güneydoğu Anadolu %0,69 (44,75 MW) payla izlemektedir. Türkiye'de 2017 yılı itibariyle 155 lisanslı, 38 lisanssız olmak üzere toplam 193 rüzgâr enerjisi santrali bulunmaktadır.



Şekil 2.17. Türkiye’de işletmede olan rüzgâr enerjisi santrallerin bölgelere göre dağılımı (TÜREB,2017:16)

Güneş enerjisi

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan hidrojeninin füzyon süreci sonucu helyuma dönüşmesi ile ortaya çıkmaktadır. “Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin radyasyon şiddeti, yaklaşık olarak sabittir ve bu değer 1353 W/m^2 değerindedir, ancak dünyamıza ulaşan radyasyon şiddeti $100\text{-}1000 \text{ W/m}^2$ değerleri arasında değişim göstermekte olup bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden oldukça fazladır” (Sevim, 2015:217). Güneşin ısınım enerjisi, yer ve atmosfer sistemindeki fiziksel oluşumları etkilemekte ve güneş enerjisinden, doğal ve yapay dönüşümler ile yararlanılmaktadır. Güneş enerjisi dönüşümleri Çizelge 2.16’da gösterilmiştir.

Çizelge 2.16. Güneş enerjisi dönüşümleri (Öztürk, 2013: 44)

Güneş Enerjisi Dönüşümleri	
Doğal Dönüşümler	Yapay Dönüşümler
-Toprak ve suyun ısınması	-Güneş ışıınımı \implies ısı (toplaçlar)
-Fotosentez	-Güneş ışıınımı \implies elektrik (güneş pilleri)
-Su döngüsü	-Su gücü \implies mekanik \implies elektrik (barajlar)
-Rüzgâr ve dalga oluşumu	-Rüzgâr \implies elektrik-mekanik (türbinler)
-Doğal yangınlar	-Biokütle \implies ısı-gaz ve sıvı yakıt (biyolojik, kimyasal ve ısıl-kimyasal dönüşüm)
	-Fosil yakıt \implies ısı-elektrik (elektrik ve ısı üretim merkezleri)
	-Güneş mimarlığı uygulamaları

Dünyaya ulaşan güneş enerjisi hem doğal hem de yapay dönüşümlere uğramaktadır. Dönüşümlerinden birisi olan su döngüsü, suların buharlaştırılarak tekrar dünyaya dönmesiyle sağlanmaktadır. Hem insanlar hem de canlılar için önemlidir. Fotosentez ise bitkilerin güneş enerjisini kullanarak organik bileşikleri oluşturma şeklidir. Fotosentez canlılar için yaşam demektir. Rüzgârlar ve dalgalar güneş enerjisinin dönüşümlerinden olup rüzgârların oluşmasında atmosferdeki bazı bölgelerin sıcak ve soğuk olmasından kaynaklanan basınç farklılıkları etki etmektedir. Sıcaklık farklılıklarında güneş etkin rol oynamaktadır. Dalgalar da temel de rüzgârın etkisiyle ortaya çıkmaktadır. Hem rüzgâr hem de dalgalar aslında güneş enerjisinin farklı formlarıdır.

İnsanların güneş enerjisini kullanarak değişik amaçlarla yararlanmak için geliştirdikleri dönüşümlere yapay dönüşümler denilmektedir. “Günümüzde güneş enerjisi sistemleri, teknoloji, maliyet ve çevresel etkiler bakımından yaygın bir şekilde kullanım olanağı bulmaktadır” (Öztürk, 2013:44).

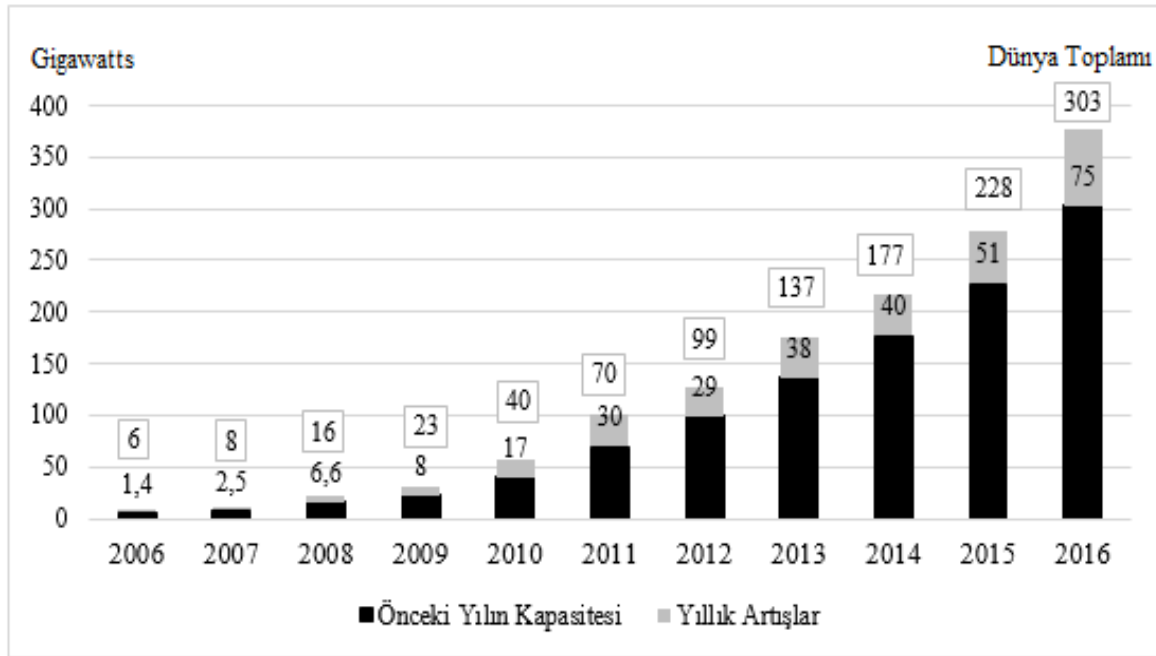
Elon Musk’un dediği gibi;

“Çoğu insanın bildiği ama bildiğinin farkında olmadığı şey, dünyanın halihazırda tamamen güneş enerjisinden yararlanmakta olduğu. Eğer güneş olmasaydı, eksi 270 derecede donmuş

bir buz kütlesi olurduk. Yağış sistemini güneş yönetiyor. Tüm ekosistem güneş enerjisinden faydalanıyor.” (Musk. 2017-2017:123).

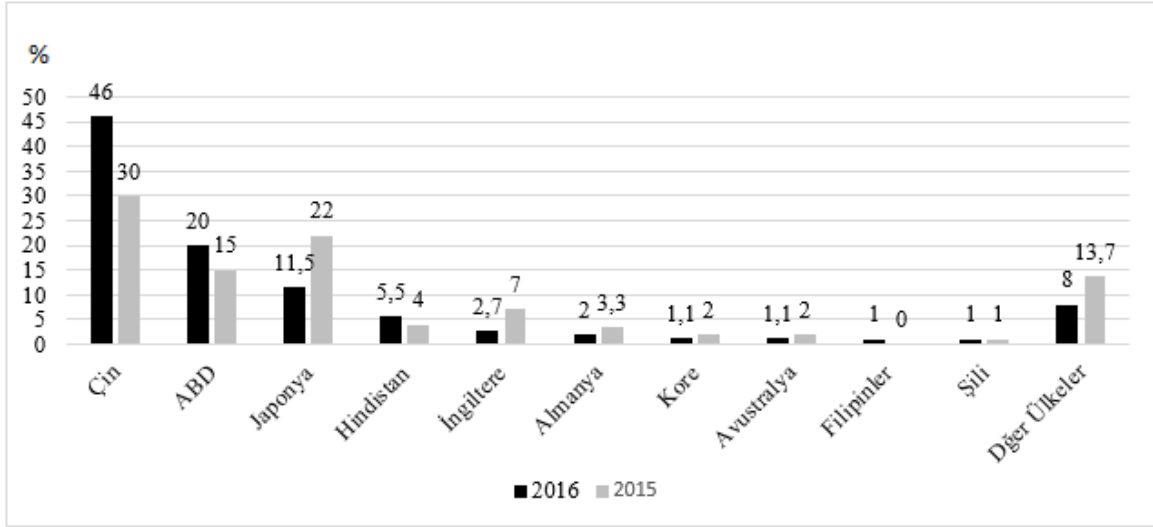
Güneş enerjisi, güneş ışınlarından elde edilen enerjinin hem elektrik hem de ısı enerjisine dönüştürülerek kullanılmasıdır. “Güneş enerjisinden iki türlü elektrik enerjisi üretilmektedir. Birincisi ısı teknolojileri, ikincisi ise fotovoltaik sistemlerdir” (Erdoğan, 2016:74).

Dünyanın toplam güneş enerjisi kapasitesi Şekil 2.18’de görüldüğü üzere 2006 yılında 6 GW iken 2016 yılında %4950 artışla 303 GW’a yükselmiştir. 2006 -2016 periyodunda dünyanın güneş enerjisi kapasitesi yıllık ortalama olarak %48 oranında artış göstermiştir.



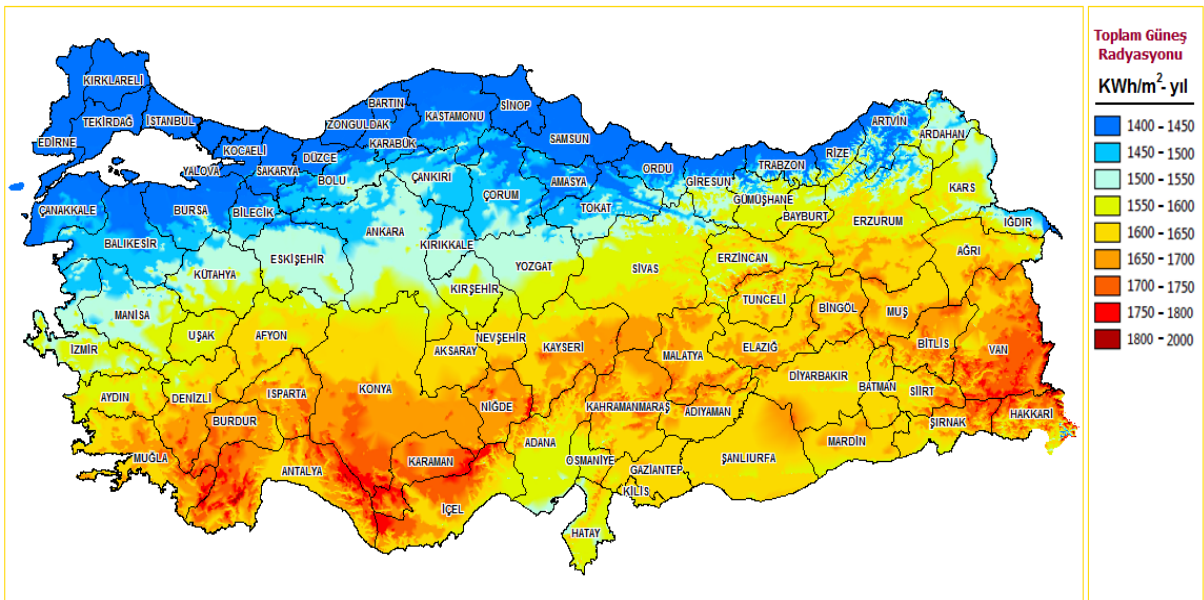
Şekil 2.18. Güneş enerjisinin küresel kapasitesi ve yıllık artışları 2006-2016 (Ren21,2017:66)

Dünyada güneş enerjisi kullanımında en yüksek paya sahip olan ilk on ülkenin güneş enerjisi payları Şekil 2.19’da verilmiştir. Dünyada en fazla güneş enerjisinden yararlanan ülke 2016 yılı itibariyle %46 payla Çin olmuştur. Daha sonra sırayla ABD, Japonya, Hindistan ve İngiltere gelmektedir. 2015 yılında da güneş enerjisinde lider olan Çin büyük yatırımlar yaparak 2016 yılında da güneş enerjisinde ilk sırasını pekiştirmiştir. 2015 yılında üçüncü sırada bulunan ABD 2016 yılında güneş enerjisinde ikinci sıraya yükselmiştir. 2016 yılı itibariyle dünya güneş enerjisi kapasitesi bakımından ilk üç sırayı alan Çin, ABD ve Japonya’nın toplam kapasitesi %77,5 olmuştur.



Şekil 2.19. Dünyada güneş enerjisi kapasitesi en fazla olan on ülke ve diğer ülkeler, 2015-2016 (Ren21,2017:67)

Türkiye coğrafi olarak güneş enerjisi potansiyeli yönünden avantajlı ülkelerden biridir. Güneş enerjisi potansiyeli itibariyle bölgelerin durumu Şekil 2.20’de verilmiştir. “Türkiye güneş enerjisi kuşağı içinde yer almakta, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgesi en fazla güneşlenme süresine sahip olup, Karadeniz ve Marmara bölgeleri diğer bölgelere göre daha düşük güneşlenme süresine sahiptir” (Erdoğan, 2016:76).



Harita 1.1. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyel atlası (GEPA)

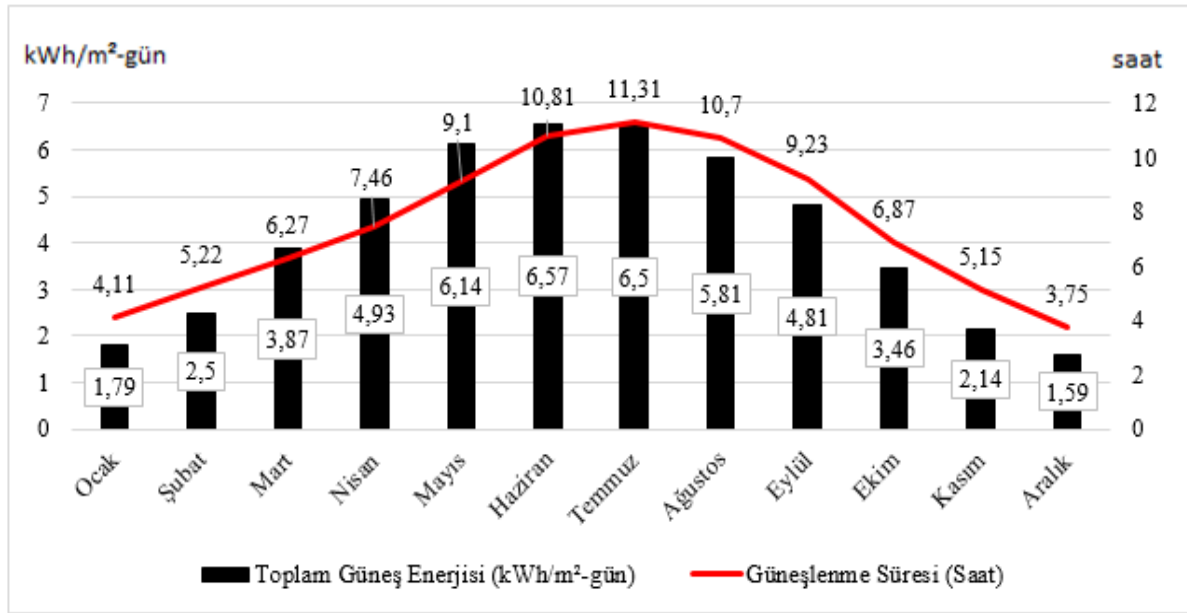
<http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>

Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı Çizelge 2.17 ve Şekil 2.20'de verilmiştir. Çizelgeye göre güneşlenme süresi 11,31 saat ile temmuz ayı ilk sırada yer almakta en düşük güneşlenme süresi ise 3,75 saat ile aralık ayına aittir. Türkiye'de ortalama güneşlenme süresi 7,2 saat olmuştur. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli en fazla 6,57 kWh/m²-gün ile haziran ayında en az potansiyeli ise 1,59 kWh/m²-gün ile aralık ayında görülmektedir. Güneş enerjisi potansiyeli ortalama 4,17 kWh/m²-gün olarak gerçekleşmektedir.

Çizelge 2.17. Türkiye güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı.

<http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>)

AYLAR	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kWh/m²-gün)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat)
Ocak	1,79	4,11
Şubat	2,5	5,22
Mart	3,87	6,27
Nisan	4,93	7,46
Mayıs	6,14	9,1
Haziran	6,57	10,81
Temmuz	6,5	11,31
Ağustos	5,81	10,7
Eylül	4,81	9,23
Ekim	3,46	6,87
Kasım	2,14	5,15
Aralık	1,59	3,75
Türkiye Ortalaması	4,17	7,2



Şekil 2.20. Türkiye güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı

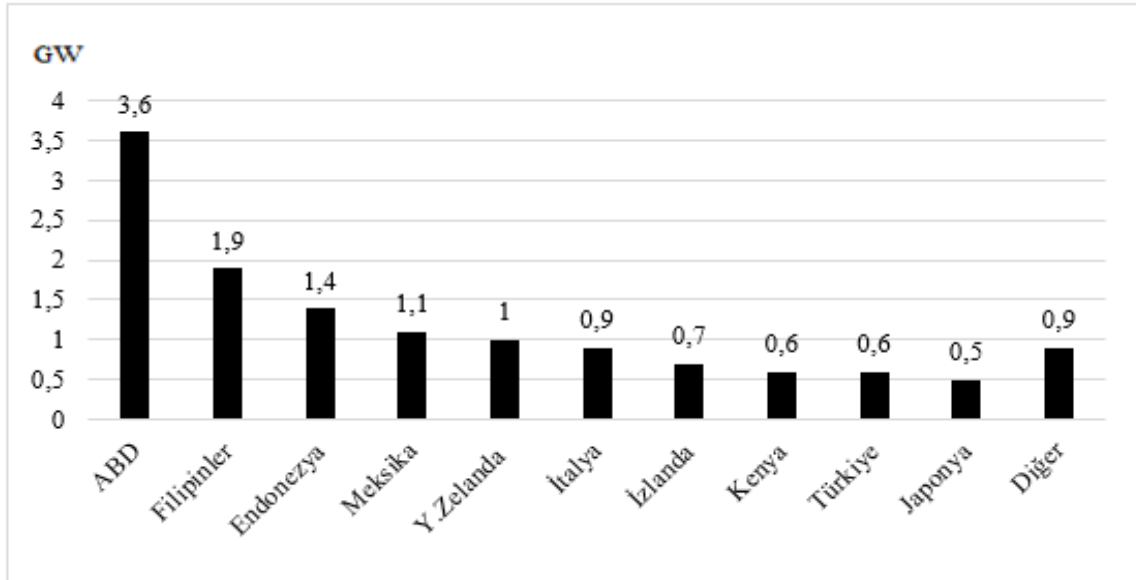
Türkiye, TEİAŞ'ın 2016 yılı verilerine göre güneş enerjisinden elektrik üretmeye ilk olarak 2014 yılında başlamış olup 40,2 MW elektrik enerjisi üretmiştir. 2015 yılında 248,8 MW ve 2016 yılında 832,5 MW yükselmiştir. Güneş enerjisinden elektrik üretimi 2014-2016 döneminde %1970 oranında artış göstermiştir. Türkiye'de 2016 yılı itibariyle toplam enerjide güneş enerjisinin payı %1,06 olup, toplam yenilenebilir enerji de payı ise %2,4'dür.

Jeotermal enerji

Jeotermal enerji, yer kabuğunun derinliklerindeki magmanın ve yer sıcaklığının etkisiyle oluşan sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisidir. Jeotermal enerji, yeryüzüne çıkan suların sıcaklığına göre ısıtma amaçlı veya elektrik üretiminde kullanılır. Jeotermal enerjide kullanılan sıcak suyun bir kısmı doğrudan kullanılırken geri kalan önemli bir kısmı jeotermal ısıtma sistemlerinde ısı alınıldıktan sonra atık su olarak tekrardan yer altına verildiğinden yenilenebilir enerjiler arasında sayılmaktadır.

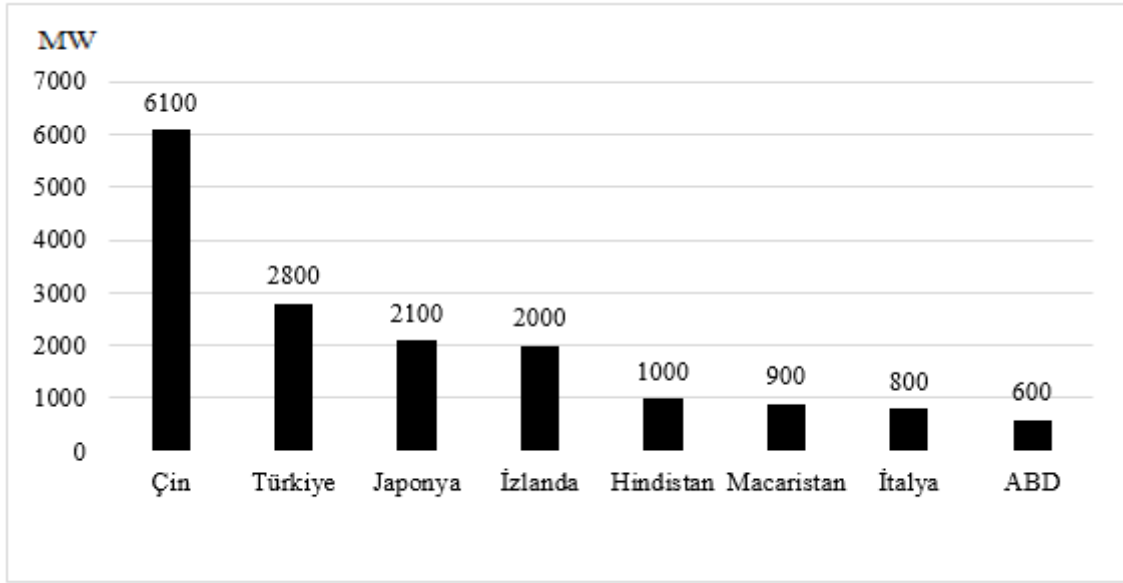
“Türkiye, jeotermal kaynaklar bakımından önemli bir bölge olan Alp-Himalaya organik kuşağında bulunması nedeniyle jeotermal kaynak zenginliği bakımından dünyadaki ilk yedi ülke arasında yer alır” (Öztrük,2013:332).

Dünyada 2014 yılı sonunda en fazla jeotermalden elektrik gücü üreten ülke 3,6 GW ile ABD olmuştur. İkinci sırayı 1,9 GW ile Filipinler ve üçüncü sırayı 1,4 GW ile Endonezya almaktadır. Türkiye Şekil 2.21’de görüleceği üzere 0,6 GW ile dokuzuncu sırada yer almaktadır.



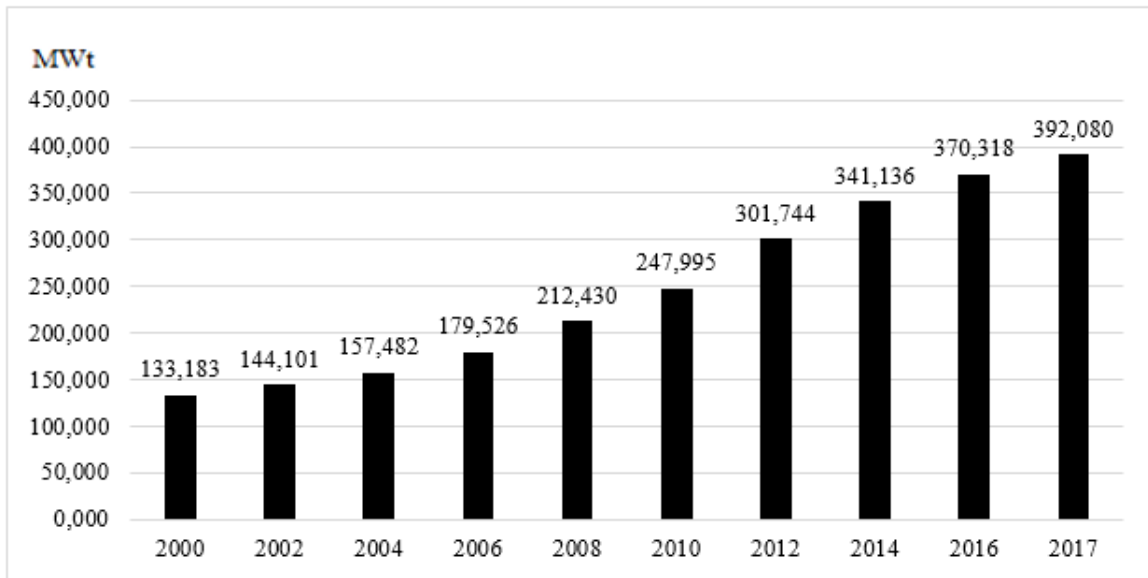
Şekil 2.21. 2014 Yılı sonu itibariyle jeotermal elektrik gücü en yüksek ülkeler (GW)

Dünyada 2014 yılı sonu itibariyle en fazla elektrik dışı jeotermal enerji kullanımını 6100 MW ile Çin gerçekleştirmiştir. Türkiye 2800 MW ile ikinci sırada yer almaktadır. “Mevcut kurulu gücün %80’ini Çin, Türkiye, Japonya, İzlanda, Hindistan, Macaristan, İtalya ve ABD oluşturmaktadır” (Selvi, 2017:28).



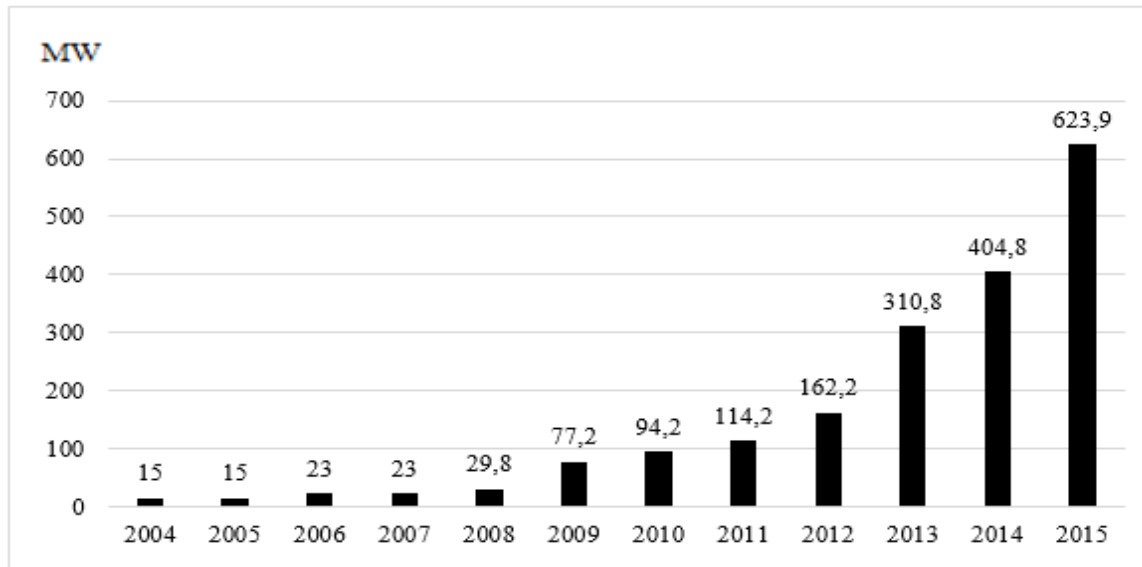
Şekil 2.22. 2014 Yılı sonu itibariyle elektrik dışı jeotermal enerji kullanımı (MW)

Türkiye’de 2000-2017 yılları arasında jeotermal enerji toplamı Şekil 2.23’de verilmiştir. Türkiye’de MTA verilerine göre 2000 yılından itibaren jeotermal enerji sürekli artış göstermekte olup 2000 yılında 133,183 MWt üretilen enerji 2017 yılında %194 oranında artış göstermiş ve 392,080 MWt enerji üretilmiştir.



Şekil 2.23. 2000-2017 kasım ayı itibariyle yıllara göre yapılan toplam jeotermal enerji. (MWt) <http://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>

Türkiye’de son yıllarda jeotermal enerjide büyük bir artış meydana gelmiştir. Şekil 2.24’de görüleceği üzere 2004 yılında 15 MW olan jeotermal enerji 2015 yılında 623,9 MW’a çıkmış olup, 2014 yılına nazaran 2015 yılında artış %4059 oranında gerçekleşmiştir.2004-2015 periyodunda Türkiye’nin jeotermal enerjiden elektrik kurulu gücü yıllık ortalama %59 oranında artış göstermiştir.



Şekil 2.24. 2004- 2015 arasında Türkiye'nin jeotermal elektrik kurulu gücü (MW)

“Türkiye’nin jeotermal potansiyeli 31,500 MWt olup bunun %78’i Batı Anadolu’da bulunmaktadır “(MTA,2018).

“Türkiye’de 2016 yılı sonu itibariyle 820,9 MW jeotermal enerji üretilmiştir. Türkiye’nin toplam üretilen enerjisi 78497,4 MW olduğu görüldüğüne göre toplam enerjideki jeotermal enerjinin payı %1,05 ve yenilenebilir enerji içinde ki payı da %2,38 ‘tir” (TEİAŞ,2018).

Biyokütle enerjisi

“Bitkilerin ve canlı organizmaların kökeni olarak ortaya çıkan biyokütle, genel olarak güneş enerjisini fotosentez yardımıyla depolayan bitkisel organizmalar olarak adlandırılır”
http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_enerjisi.aspx

Biyokütle enerjisi ise tarımsal bitkiler ve ağaçların oluşturduğu organik yapıların tümünü kapsayan bir enerji türüdür. Biyokütle enerjisi kullanımı klasik ve modern olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Şekil 2.25’de görüldüğü üzere klasik biyokütle enerjisi odun ve bitkisel

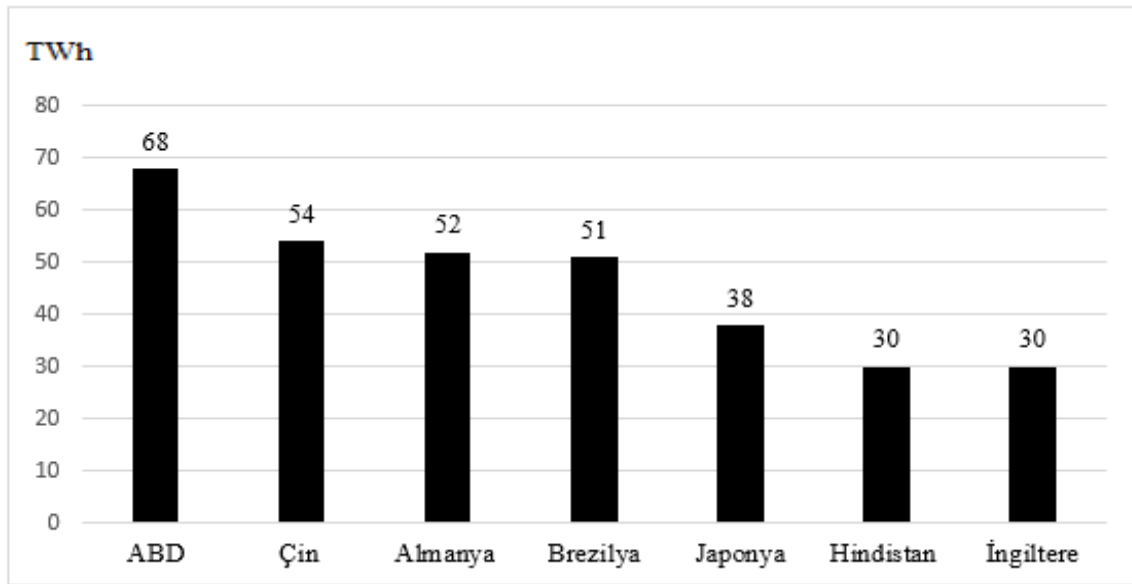
atıklar ve hayvansal atıklardan oluşmaktadır. Modern biyokütle enerjisi ise orman endüstri atıkları, ağaç endüstrisi atıkları, bitkisel ve hayvansal atıklar ve kentsel atıklar gibi atıklardan oluşmaktadır.

BİYOKÜTLE ENERJİSİ	
KLASİK BİYOKÜTLE	MODERN BİYOKÜTLE
Odun	Enerji Ormancılığı
Bitkisel Atıklar	Orman Endüstrisi Atıkları
Hayvansal Atıklar	Ağaç Endüstrisi Atıkları
	Enerji Tarım Ürünleri
	Tarımsal Bitkisel Atıklar
	Tarımsal Hayvansal Atıklar
	Tarımdal Endüstri Atıklar
	Kentsel Atıklar

Şekil 2.25. Biyokütle enerjisi kaynakları (Öztürk, 2013:366)

Klasik biyokütle enerjinin kullanımının temel özelliği, ilkelden gelişmişine kadar çeşitli yakma araçları ile biyokütle materyalden enerjinin direkt yanma tekniği kullanılarak elde edilmesidir. Sanayileşmemiş kırsal toplumlarda kullanımı yaygındır. Biyokütle enerjisinin her alanda bulunabilmesinden dolayı kırsal yerleşim yerleri için sosyo ekonomik olarak katkı sağlayabilmektedir.

Küresel biyo-güç kapasitesi 2016 yılında tahmini olarak %6 artarak 112 GW olmuştur. (Ren21,2017:21). 2016 yılında biyokütleden elektrik üretimi bakımından ilk sırayı Amerika Birleşik Devletleri (68 TWh) alırken, ardından Çin (54 TWh), Almanya (52 TWh), Brezilya (51 TWh), Japonya (38 TWh), Hindistan (30 TWh) ve Birleşik Krallık (30 TWh) gelmektedir.



Şekil 2.26. Küresel biyoenerji kapasiteleri 2016 (Ren21, 2017:46).

Biyoyakıt üretimi biyoyakıt talebine bağlı olarak bir gelişme göstermiş olup 2016 yılında küresel biyoyakıt üretimi 2015 yılına göre %2 civarında bir artış göstererek 135 milyar litreye ulaşmıştır. Bu artışın temel nedeni biyodizel talebindeki artıştır. Biyoyakıt üretiminde küresel biyoyakıt üretiminin %70'ini karşılayan ABD ve Brezilya ilk sıralarda yer almaktadır. Bunu Almanya, Arjantin, Çin ve Endonezya takip etmektedir. “Küresel olarak biyoyakıt üretiminin tahmini olarak %72'si (enerji cinsinden) yakıt etanolu, %23'ü biyodizel ve %4'ü hidro-işlenmiş bitkisel yağ (HVO) dan oluşmaktadır” (Ren21,2017:48).

Türkiye'nin orman kaynaklı biyokütle potansiyeli orman kaynaklı atıkların miktarı 4 800 000 Ton (1,5 MTEP) olup kurulacak gazlaştırma tesisi kapasitesi 600 MW olacaktır.

“Türkiye'nin tarımsal biyokütle potansiyeli ise tarla ürünleri için toplam kullanılabilir atık miktarı 11 766 995 ton toplam ısı değeri 228,4 PJ, bahçe ürünleri toplam kullanılabilir atık miktarı 3 569 040 ton ısı değeri 74,8 PJ olup toplamda 15 336 035 Ton atık 303,2 PJ ısı değeri bulunmaktadır” <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle.aspx>.

Dalga enerjisi

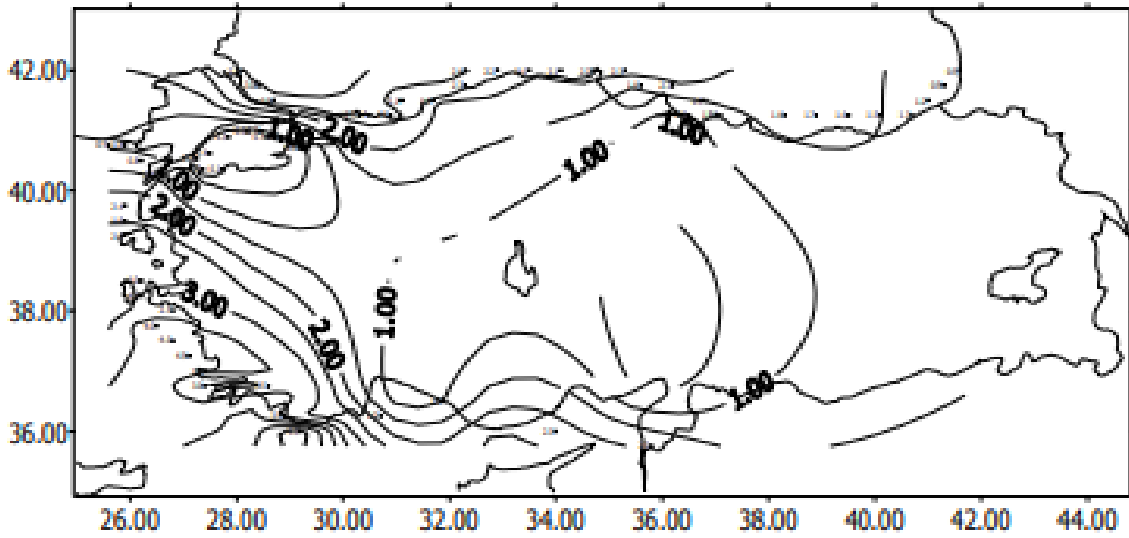
Dalga enerjisi, okyanuslardaki akıntıların yer değiştirmesi sonucu su kütlelerinin sahip olduğu potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesidir. Dalga enerjisi oluşumuna neden olan sebepler rüzgârlar, gel-git olayı ve deniz diplerinde meydana gelen çökmeler ile depremler olup teknik olarak enerji üretimine imkân veren rüzgârların sebep olduğu dalgalardır.

Okyanus enerjisi, okyanus dalgaları, gel-git aralığı (yükselme ve düşme), gel-git akıntıları, okyanus (sürekli) akımları, sıcaklık gradyanları ve tuzluluk gradyanları aracılığıyla okyanustan harcanan herhangi bir enerjiyi ifade eder. Çok az ticari okyanus enerjisi tesisi inşa edilmiştir. 2016 yılındaki yaklaşık 536 MW'lık işletme kapasitesinin %90'undan fazlası iki gelgitli baraj tesisi tarafından temsil edilmiştir: “Kore Cumhuriyeti'ndeki 254 MW'lık Sihwa tesisi (2011'de tamamlanmıştır) ve 240 MW'lık La Rance deprem güç istasyonu Fransa'da 1966 yılında inşa edilmiştir” (Ren21,2017:61).

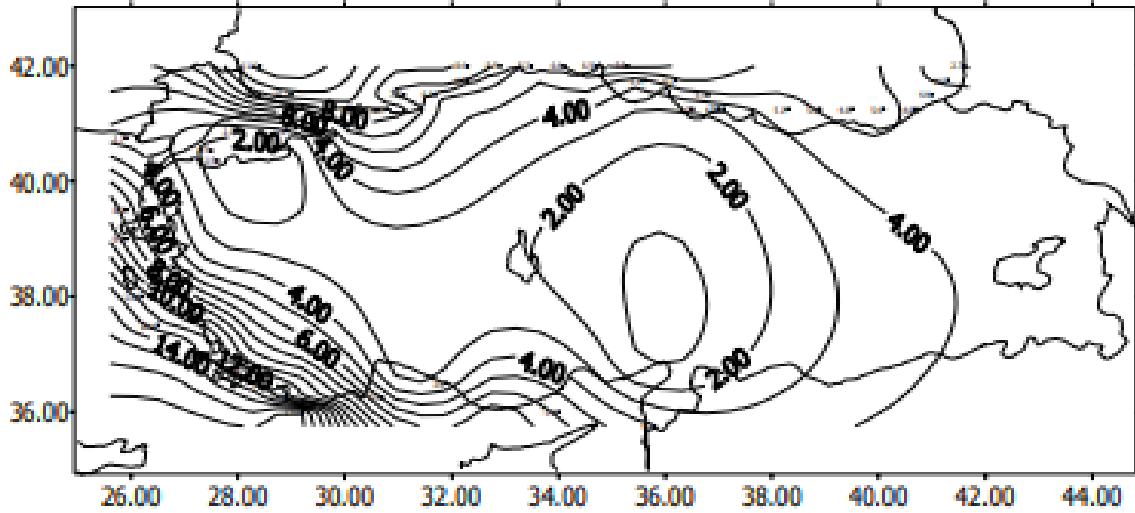
“Türkiye'nin kıyılarının 1/5'den yararlanarak sağlanabilecek dalga enerjisi teknik potansiyeli, 18,5 milyar kWh olarak tahmin edilmektedir” (Savrul, 2016: 127).

“Türkiye'de dalga enerjisi ile ilgili ilk çalışma 2004 yılında başlamış dalga enerjisi prototipin de ilk parça denize 2005 yılında indirilmiş olup teknik özelliklerin istenildiği seviye olmaması nedeniyle yeterli araştırma geliştirme yapılması mümkün olmamıştır” (Gedik, 2015:83).

Türkiye'nin Karadeniz ve diğer kıyılarındaki dalga potansiyellerini de bulmak amacıyla 1994-2001 döneminde NATO TU-WAVES projesi kapsamında oluşturulan “Türk Kıyı Rüzgârları ve Derin Dalga Atlası” verilerinden yararlanarak yaklaşık belirgin dalga yüksekliği (H) ve dalga periyodu (T) değerleri ile minimum enerji akışı için aylık ortalama, maksimum enerji akışı için aylık ortalamaların matematik ortalaması ve en büyük değerlerin en düşük olan değerleri kullanılarak hesaplanan Türk sularının kullanıma hazır yaklaşık azami ve asgari Dalga enerji seviyeleri Şekil 2.27 ve 2.28'de verilmiştir (Sağlam ve Uyar 2005).



Şekil 2.27. Dalga enerjisinde minimum seviyeler (Sağlam ve Uyar, 2005).



Şekil 2.28. Dalga enerjisinde maksimum seviyeler (Sağlam ve Uyar, 2005).

“Türkiye’de güneybatı Anadolu yönünden hâkim olan Ege Deniz ve Akdeniz üzerindeki rüzgâr potansiyeli 4-17 kW/m’lik yıllık ortalama dalga gücünde bir yoğunlaşmaya neden olur” (Sağla ve Uyar, 2005). Türkiye’nin dalga enerjisinden faydalanabilmesi için en uygun yerler Çizelge 2.18’de de görüleceği üzere Ege Denizi ve Akdeniz’dir. İzmir ve Antalya arasındaki bölge de Türkiye’nin en fazla dalga yoğunluğu olan yerleridir.

Çizelge 2. 18. Türkiye bölgesel ortalama dalga yoğunluğu. (Sağlam ve Uyar, 2005).

BÖLGE	GÜÇ
Karadeniz	1,96-4,22 kWh/m
Marmara Denizi	0,31-0,69 kWh/m
Ege Denizi	2,86-8,75 kWh/m
Akdeniz	2,59-8,26 kWh/m
İzmir-Antalya	3,91-12,05 kWh/m

2.2. Yenilenebilir Enerji ve Önemi

Enerji, insanlığın varoluşundan itibaren ortaya çıkmış en önemli ihtiyaçlardan birisidir. Aynı zamanda enerji, ülkelerin ekonomik gelişme düzeylerini belirleyen önemli bir değişkendir. Enerji bütün dünya ülkelerinin ekonomik ve sosyal kalkınmalarını sağlayan temel girdilerden bir tanesidir. Ancak ülkelerin bu katkıyı elde edebilmeleri için dünya piyasalarından veya kendi yerli kaynaklarından ucuz, temiz ve güvenilir bir şekilde bu kaynağı temin edebilmeleri gerekmektedir. “Fosil yakıtların, çevresel sorunlara yol açarak, suyun ve havanın kirlenmesine sebebiyet vermesinin belirginleşmesiyle, ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarına vermiş olduğu önem daha da artmıştır” (Savrul,2016:1).

2.2.1. Yenilenebilir enerjinin tarihçesi

Dünya var olduğundan itibaren yenilenebilen enerji de her zaman bulunmaktaydı. Yenilenebilir enerjinin keşfedilmesi ve nasıl kullanılacağına bilinmemesi ülkeleri farklı kaynaklara yöneltmiştir. Fosil kaynakların tükenecek olması, ülkelerin enerji konusunda dışa bağımlılığı azaltma istekleri, bu kaynakların fiyatlarındaki istikrarsızlıklar ve çevreye verdiği zarar sonrasında yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmaya başlandı. Teknolojinin gelişmesiyle ve yeni buluşlarla her geçen gün yeni enerji kaynakları bulunabilecektir.

Güneş enerjisinden ilk defa Sokrat (M.Ö. 400) evlerin güney yönüne fazladan açıklık bırakarak güneş ışınlarının daha çok girmesini sağlayarak yararlanmıştır. Arşimet (M.Ö. 250) içbükey aynalarla güneş ışınını odaklayarak kuşatma altındaki gemileri yakmıştır. Esas çalışmalar Galile'nin 1600'lü yıllarda bulduğu merceklerin gelişmeye başlamasıyla ortaya çıkmıştır. Daha sonraları güneş enerjisiyle çalışan su pompası geliştirilmiştir. Zamanla güneş enerjisiyle buhar makineleri çalıştırmıştır. Günümüzde ağırlıklı olarak evlerde su ısıtılması için kullanılmaktadır. Fosil yakıtların zamanla ömürlerinin azalmasıyla elektrik enerjisi

içinde yenilenebilir enerji cazip olmaya başlamıştır. Jeotermal enerji de M.Ö. 1500’li yıllarda Romalılar ve Çinlilerin banyo, ısınma ve pişirme amaçlı kullandıkları tespit edilmiştir. 1200’lü yıllarda Avrupalılar yaşam alanlarının su ile ısıtabileceklerini keşfetmişlerdir. Fransa’nın birçok köyünde evleri sıcak su ile ısıtmışlardır. Günümüzde jeotermal enerji evlerin, seraların ısıtılması ve elektrik üretmek için kullanılmaktadır. Rüzgâr enerjisinden faydalanma çok eski dönemlere rastlamaktadır. Rüzgâr enerjisinden yel değirmenlerini döndürmek ve yelkenli gemileri yürütmek için yararlanılmıştır. Modern anlamda rüzgâr güç endüstrisi 1979’da Danimarkalı şirketlerin rüzgâr türbinleri üretmesiyle başlamıştır.

Dalga enerjisinden elektrik elde etme 1973 petrol krizinden sonra alternatif enerji kaynakları araştırılırken İngiliz bilim adamı Salter tarafından 1974 yılında “Salter Ördeği” olarak adlandırılan dalga enerjisini elektrik enerjisine çeviren alet icat edilmiştir. Petrol krizinin bitmesiyle bu proje İngiltere tarafından askıya alınmıştır. 2008 yılında Portekiz de kurulan dünyanın ilk dalga enerji çiftliği sorunlar nedeniyle kısa süreli olmuştur. İngiltere de 2010 yılında araştırma projesi olarak yapılan “Wave Hub” adlı dalga enerjisi çiftliği günümüzde hala faal olup 10 MW kurulu gücü bulunmaktadır.

Hidrojen enerjisi 16. yüzyılda İsviçreli Simyacı Paracelsus asitlerin bazı metaller üzerindeki etkisini araştırırken elde etmiştir. Hidrojen çevre de en çok bulunan elementtir. Hidrojen renksiz, kokusuz, tatsız ve yanıcı bir gazdır.

2.2.2. Neden yenilenebilir enerji

Enerji insan yaşamını kolaylaştıran teknolojilerin yaratılmasını ve geliştirilmesini sağlayan bu nedenle de uygarlığın temel taşlarından birisi olarak kabul edilmektedir. Gelişmiş ülkelerde daha fazla olmak üzere tüm dünya ülkelerinde enerji en önemli ihtiyaçların başında gelmektedir. Enerji tüketimi sürekli artış göstermektedir. Şu an sahip olduğumuz teknolojik gelişmeler enerji tüketimini zorunlu kılmaktadır. Kullanılan enerjinin büyük bir çoğunluğu fosil yakıtlardan elde edilirken bir kısmı da her geçen gün artan yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır.

Fosil yakıtlardaki hammadde sıkıntısı ve enerji ihtiyacının her geçen gün gelişen teknoloji ile sürekli ve hızlı bir biçimde artması dünyayı yeni kaynaklar bulmaya zorlamaktadır.

Petrol, kömür, nükleer enerji vb. fosil kaynaklar gelişen teknoloji ve artan nüfus karşısında hızlı bir şekilde tükenmektedir. Bu nedenle yerel ve yenilenebilir doğal zenginlikler konumunda olan yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmanın hem Türkiye’de hem de diğer dünya ülkelerinde enerji gereksiniminin tekabül etmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Bundan dolayı yenilenebilir enerjiye bakış açısı değişmiş bu kaynaklardan üretilen enerjilere doğru bir yönelme olmuştur. Bu bağlamda enerji çeşitlendirilmesi, enerji güvenliği ve sürekliliğini sağlamak açısından elzem hale gelmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının giderek daha fazla kullanılması sadece fosil kaynakların tükenmesinden değil aynı zamanda fosil enerji kaynaklarının neden olduğu ve her geçen gün de artan çevre sorunlarının insanlığa getirmiş olduğu zararlar ve bunun ortaya çıkardığı kaygılardandır. Fosil yakıtlardan elde edilen enerji sonrasında açığa çıkan CO₂ (Karbondiyoksit), CO (Karbonmonoksit), SO₂ (Kükürtdiyoksit) ve CH (Hidrokarbonlar) gibi gazlar sera etkisi yaratarak yer kürenin ısınmasına, atmosferin kirlenmesine neden olmaktadır. Oluşan bu gazlar sera etkisi yaratarak enerjinin dünya yüzeyinden kaçışına engel olmakta ve böylece dünyanın hızla ısınmasına dolayısıyla iklimlerin değişmesine neden olmaktadır. Doğal çevrenin bozulması insanların, hayvanların ve bitkilerin yaşam alanlarının daralmasına hatta yok olmasına neden olmaktadır. Bütün bu olumsuzluklar yenilenebilir enerji kullanımını insanlığın sürdürülmesi açısından zorunluluk arz etmektedir.

“1979 yılında ilk dünya iklim konferansı 12-23 Şubat 1979’da Cenevre’de BM’ye bağlı Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından organize edilmiş olup bu konferansta insan kaynaklı küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliği masaya yatırılmıştır” (Sevim, 2015:156). 1992 yılında Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı Rio Zirvesini düzenlemiştir. Rio zirvesindeki temel amaç küresel ölçekte çevre sorunlarını ele almak, çözümler bulmak ve sürdürülebilirlik olgusu arasındaki bağları kuvvetlendirmektir. Zirve de üç sözleşme imzaya sunulmuştur. Bu sözleşmelerden biri olan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesindeki temel amaç insanlar tarafından salınan sera gazlarının kontrolünü sağlamak ve iklim üzerindeki etkilerini önleyecek düzeyde tutmaktır. 1998 yılında Japonya’nın Kyoto kentinde düzenlenmiş olan Kyoto Protokolü, sera gazı etkisine neden olan gaz emisyonlarını sınırlamayı ve azaltmayı amaçlayan uluslararası bir anlaşmadır. “Ancak atmosfere en fazla sera gazı salan ABD, Hindistan ve Çin gibi yüksek gelişme oranlarına sahip ülkelerin sera gazı salınımlarını azaltma yönünde sayısal yükümlülük içermemesini gerekçe göstererek 1998 yılında imzaladığı protokolden 2001 yılında çekilmiştir” (Erdoğan, 2016:215).

Yenilenebilir enerji dünyanın her ülkesinde ve hatta ülke içerisindeki her bölgede elde edilebilme imkânına sahiptir. Diğer yandan bu avantajı elektrik hat yapımının ekonomik olmadığı bölgelerde de enerji üretmek için kullanılabilirdiğinden ayrıca bir üstünlüğü söz konusudur. Yenilenebilir enerjinin elde edilmesinin sağlamış olduğu ekonomik katkının yanında enerji tesisinin kurulması, bakımı, onarımı gibi üretimden kaynaklı olarak ortaya çıkan faaliyetler istihdamı da artırıp yeni bir ekonomik katkı yaratabilecektir.

Sürdürülebilir enerji, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri için gerekli olan kaynakları tehlikeye atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılayabilen enerji biçimini ifade eden bir terimdir. Sürdürülebilirliğin temel amaçları için şöyle diyebiliriz, insanlığın geleceğini ele alıyor ve kullandığı kaynakların gelecek için korunmasını içeriyor. “Sürdürülebilirliğin oluşabilmesi için yenilenebilir enerji kaynak kullanımının artırılması, çevre kirliliğinin azaltılması, enerji kaynaklarının verimli kullanılması gerekmektedir” (Seydioğulları, 2013). Enerji de sürdürülebilirliğin sağlanması yenilenebilir enerji kaynaklarının artırılmasıyla mümkün olabilecektir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıyla fosil ve ithal edilen yakıtlara bağımlılık azalacak, yerli kaynakların önemi artacak, yerli üretim sonucu istihdamı etkileyecek, sürdürülebilir ekonomik büyüme oluşacak, enerji arz güvenliği sağlanacak ve sosyal ekonomik hayatta refah ve istikrar da artacaktır.

2.2.3. Yenilenebilir enerjinin avantaj ve dezavantajları

Çizelge 2. 19. Yenilenebilir enerji kaynaklarının üstünlükleri ve olumsuzlukları (Öztürk, 2013:15)

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI	ÜSTÜNLÜKLERİ	OLUMSUZLUKLARI
HİDROLİK ENERJİ	<ul style="list-style-type: none"> -Çevre kirliliği yaratmaz. - Aşırı enerji ihtiyacında çok hızlı devreye girer. - Acil durumlarda hızla devreden çıkabilir. - Doğal bir kaynaktır, dışa bağımlılığı değildir. -Yapılan yatırım sadece enerji için değil sulama-taşkın kontrolü amacıyla kullanılabilir. 	<ul style="list-style-type: none"> -Yatırım maliyetleri yüksektir. -Toplam inşaat süresi uzundur. -Yağış miktarına bağlıdır. -Barajlar çevresindeki bölgenin ekolojisini değiştirir. - Yerleşim bölgeleri ve antik bölgelerin su altında kalma olasılığı vardır.

JEOTERMAL ENERJİ	<ul style="list-style-type: none"> -Çevre dostudur. Elektrik üretimi için, suyun ısıtılması ve buharlaştırılması için fosil enerjiye gereksinim duyulmaz. -Doğal bir kaynaktır ve dışa bağımlı değildir. -Verimi çok yüksektir. -Doğrudan elde edilebildiği için maliyeti düşüktür. 	<ul style="list-style-type: none"> -Yapılarında bulunan bazı zararlı kimyasal maddeler nedeniyle re-enjeksiyon gereklidir. -Tüketilen kısmın, aynı oranda ve kısa sürede tekrar oluşması olanaklı değildir. -Jeotermal kaynaklardan çıkan akışkan, genellikle aşındırıcı ve kirlilik yaratıcı mineraller de içerir. -Ön araştırma ve hazırlık maliyeti yüksektir. -Sondaj ve makineler için yeterli boş alan gerekir. -Enerji iletimi verimli olmayabilir. -Sistem yerleşim bölgelerine yakın olmalıdır.
GÜNEŞ ENERJİSİ	<ul style="list-style-type: none"> -Yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. -Doğal malzemeler kullanılır. -Ekonomiktir. -Dışa bağımlı değildir. -Çevre açısından temiz bir enerji kaynağıdır. 	<ul style="list-style-type: none"> -Verimi düşüktür. -Mevsimsel ve günlük kesiklik gösterir. -Başlangıç maliyeti yüksektir. -Tüketiciler için maliyeti yüksektir. -Depolanması gerekebilir. -Gölge alan kısımlarda kapasite düşer.
RÜZGAR ENERJİSİ	<ul style="list-style-type: none"> -Kararlı, güvenilir ve sürekli bir kaynaktır. -Dışa bağımlı değildir. -Gelişen teknoloji ile birlikte üretilen enerjinin birim maliyeti düşmektedir. -Kirlilik yaratmayan ve çevreye çok az zarar veren yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. -Yeryüzünde %95 gibi bir alanda rüzgâr enerjisi elde edilebilir. Bu alanlarda aynı zamanda diğer faaliyetler de sürdürülebilir. 	<ul style="list-style-type: none"> -Türbinler için geniş alanlar gereklidir. -Türbinler, görsel ve estetik olarak olumsuzdur. Gürültülü çalışırlar. Kuş ölümlerine neden olabilirler. Radyo ve TV alıcılarında parazitlenme yaparlar. -Türbinlerin sesli çalışmaları, yakın çevrelerinde yaşayan insanlar için rahatsız edicidir. Yerleşim merkezlerinden ve hassas kırsal yaşam alanlarından uzakta kurulmaları gerekmektedir. -Bölgesel olarak değişmekle birlikte, verim (%30) genel olarak düşüktür. -Kent merkezlerinde ve vadilerde istenilen verim elde edilmez.
BİYOKÜTLE	<ul style="list-style-type: none"> -Hemen her yerde yetişebilirler. -Üretim ve çevrim teknolojileri iyi bilinmektedir. -Düşük ışık şiddeti yeterlidir. 	<ul style="list-style-type: none"> -Çevrim verimleri düşüktür. -Tarım alanları için rekabet oluşturur. -Su içeriği fazladır. -Sadece geniş yerleşim bölgeleri için uygulanabilir.

	<ul style="list-style-type: none"> -Her ölçekte enerji verimi için uygundur. -5-35°C arasında sıcaklık gerektirir. -Sosyo-ekonomik önemi vardır. 	
DENİZ AKIMLARI ENERJİSİ	<ul style="list-style-type: none"> -Güç kaynağı sonsuz ve boldur. -Fosil yakıtlara bağımlılığı azaltır. -Çevreyi kirlilemez. -İş olanakları yaratır. -Elektrik şebekesi olmayan uzak bölgelere elektrik sağlar. -Deniz ortamında yapılacak diğer çalışmalarda, potansiyel teknolojinin kullanımına olanak tanır. -Tuzlu su, tatlı suya dönüştürülür ve gereksinim duyulan bölgelere pompalanır. 	<ul style="list-style-type: none"> -Sistemler yerleşim bölgelerine yakın olmaz. -Sistemler kötü hava koşullarında zarar görebilir. -Yeni bir teknoloji olduğundan, yeterli teknik eleman bulunması zordur.

Çizelge 2.19'da görüleceği üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının da üstünlükleri ve olumsuzlukları bulunmaktadır.

3. TÜRKİYE'DE EKONOMİK BÜYÜME VE YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİ ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİ

Bu çalışmada ekonomik büyüme ile elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerjinin payı arasındaki ilişki ele alınmıştır. Bu amaçla Türkiye'de 1984-2016 yılları arasında elektrik enerjisi üretiminin ne kadarının yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edildiği ve Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYH) verileri yıllık olarak ele alınıp incelenmiştir.

Çalışmada kullanılan verilerden yenilenebilir enerji serisinin elde edilmesi için Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ, 2018) tarafından hazırlanan elektrik üretim- iletim istatistiklerinden, GSYH verileri de Dünya Bankası (WORLDBANK, 2018) verilerinden alınmıştır. Yenilenebilir enerjinin birimi GWh olarak, GSYH verilenin birimi ise dolar olarak alınmıştır. Gerek yenilenebilir enerji ve gerekse GSYH verilerinin doğal logaritmaları (ln) alınarak analizler yapılmıştır.

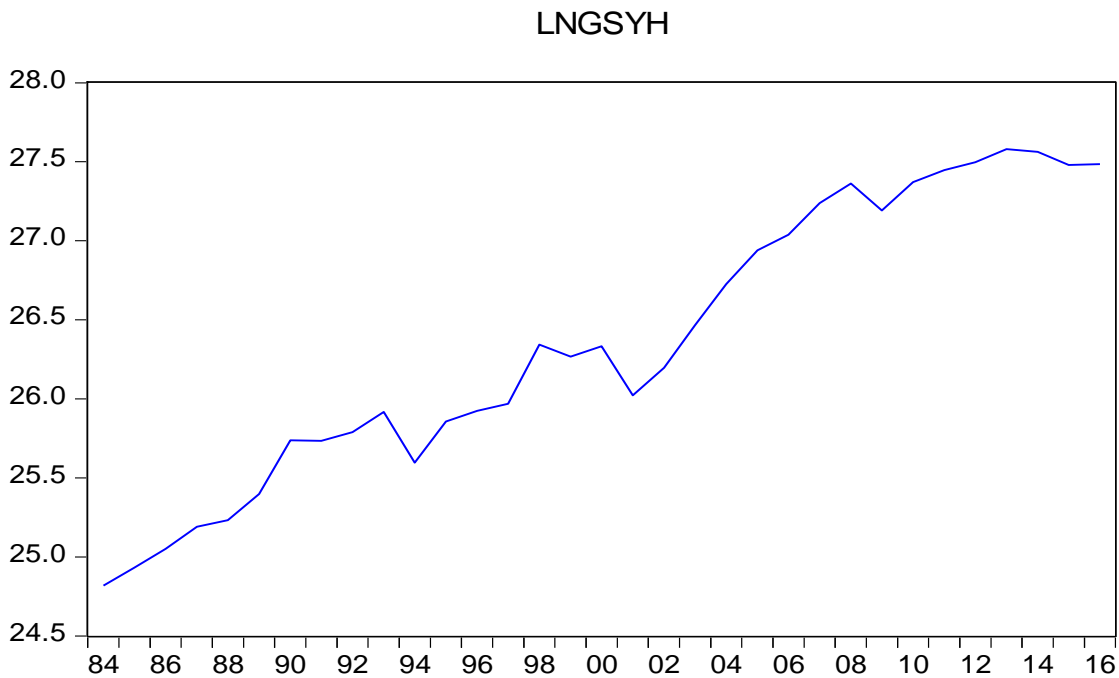
Çalışmada ele alınan zaman serileri arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenmesinde Granger Nedensellik Testi uygulanmıştır (Granger, 1969). Bu amaçla öncelikle serilerin durağan olup olmadıkları incelenmiştir. Çünkü zaman serileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunabilir. Durağan olmayan serilerde değişkenler arasında yüksek bir ilişki söz konusu olsa bile bu ilişkinin sahte olabileceği göz önüne alınarak, serilerin durağan hale dönüştürülmesi gerekmektedir. Serilerin durağan olup olmadığı çeşitli testler yapılarak test edilmektedir. Bunlar arasında en çok kullanılanları ADF (1979), (Augmented Dickey-Fuller), PP (1988) (Phillips-Peron) ve KPSS (1992), (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, Shin) birim kök testleridir. Çalışmada ADF ve KPSS birim kök testleri kullanılacaktır.

ADF test istatistiğinde serilerin durağan veya durağan olmadıklarına karar verilirken, ADF test istatistiğinin mutlak değer olarak kritik değerlerden büyük veya küçük olmasına bakılır. Eğer ADF test istatistiğinin mutlak değeri kritik değerden küçük ise, serinin durağan olmadığı yani birim kök ihtiva ettiği ($H_0: \gamma=0$), ancak elde edilen test istatistiği mutlak değer olarak kritik değerden daha büyük ise, serinin durağan olduğu yani birim kök taşımadığı ($H_0: \gamma \neq 0$) kabul edilmektedir.

KPSS testinde serilerin durağan olup olmadıkları LM-istatistik değerinin çeşitli güven düzeylerinde kritik değerlerle karşılaştırması ile ortaya çıkmaktadır. Eğer LM istatistik değeri kritik değerlerden büyük olursa sıfır hipotezi ret edilir, yani serinin durağan olmadığını gösterir. Ters durumda ise yani LM istatistik değeri, kritik değerlerden küçük olması durumunda ise sıfır hipotezi ret edilmez, yani serinin durağan olmasını ifade eder.

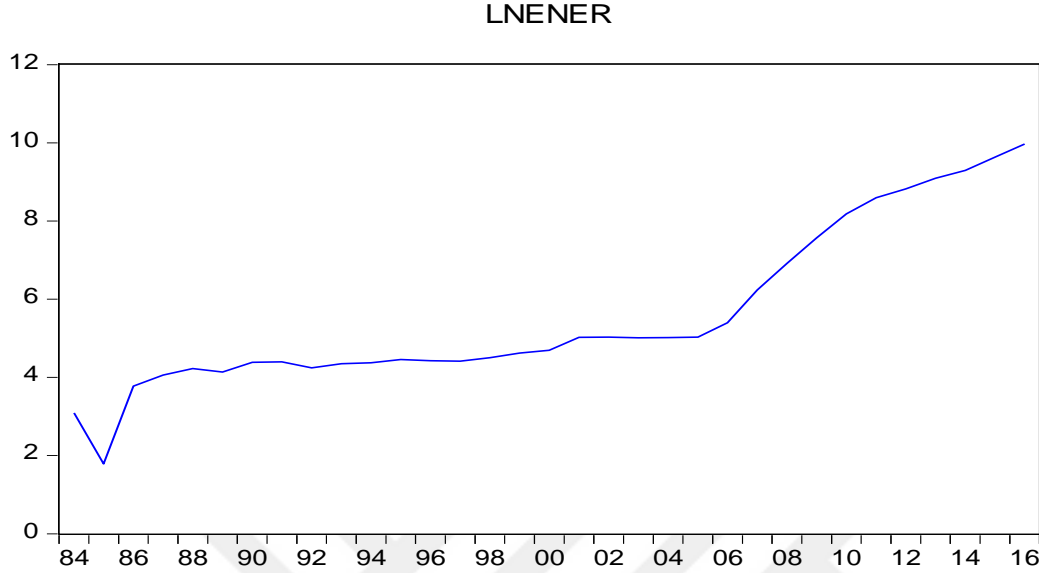
Diğer yandan çalışmada eşbütünleşme ilişkisinin analizinde Johansen Eşbütünleşme Testi kullanılmıştır. Çalışmada LNENER (Yenilenebilir enerjinin toplam elektrik üretimi içindeki payının doğal logaritması) ve LNGSYH (GSYH'nın doğal logaritması) zaman serileri için ayrı ayrı uygulanan ADF ve KPSS birim kök testi sonuçları serilerin birinci farklarında durağan hale geldiğini göstermiştir. Dolayısıyla serilerin birinci dereceden bütünleşik oldukları ortaya çıkmıştır.

Çalışmada Türkiye'deki büyüme değişkeni olarak GSYH'deki yıllık yüzde değişim alınmıştır. GSYH değişkeninin yıllar itibarı ile değişimine bakıldığında genel bir artış eğiliminde olduğu ve bu yüzden belirli bir ortalamaya sahip olmadığı, varyansının da büyük saçılımlar gösterdiği görülmektedir (Şekil 3.1 lngsyh). Yani seri durağan-dışı bir yapıya sahiptir.



Şekil 3.1. Türkiye de 1984-2016 döneminde GSYH'nın yıllar itibariyle değişimi (%)

İkinci değişken olarak alınan yenilenebilir enerji değişkenine bakıldığında burada da GSYH değişkenindeki gibi serinin durağan bir yapıda olmadığı ortaya çıkmıştır.



Şekil 3.2. Türkiye'de 1984-2016 döneminde yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimi içerisindeki payı (%)

Çalışmadaki serilerin durağan olup olmadıklarını test etmek amacıyla uygulanan ADF birim kök testi sonuçları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Değişkenlerin düzey değerlerine ait ADF birim kök testi sonuçları

	DEĞİŞKEN	TEST İSTATİSTİĞİ	GECİKME UZUNLUĞU	ÖNEM DÜZEYİ	KRİTİK DEĞERLER**	PROB***
Sabit Terimli	LNENER	0,274338	1	% 1	-3,66166	0,973
				% 5	-2,96041	
				% 10	-2,61916	
	LNGSYH	-1,24975	0	% 1	-3,65373	0,6402
				% 5	-2,95711	
				% 10	-2,61743	
Sabit ve Trendli	LNENER	-0,61719	1	% 1	-4,28458	0,9707
				% 5	-3,56288	
				% 10	-3,21527	
	LNGSYH	-2,4501	0	% 1	-4,27328	0,3488
				% 5	-3,55776	
				% 10	-3,21236	

* SIC kriterine göre seçilen gecikme uzunluklarını göstermektedir.

** ADF testi için çeşitli güven aralıklarında Mac Kinnon (1996), değerleridir.

*** (0.05) in üzerindeki değerler birim kökün varlığını ifade eden H_0 hipotezinin ret edilemeyeceğini gösterir.

LNENER ve LNGSYH serileri için yapılmış olan ADF birim kök testi sonuçlarına göre her iki seride de kritik değerlerin %1, %5 ve %10 önem düzeyinde mutlak değer olarak ADF test istatistiği değerlerinden daha büyük olması veya prob değerlerinin 0.05’den daha büyük olması nedeniyle ikisinin de düzey değerinde I(0) birim kök taşıdıkları ortaya çıkmıştır.

Çalışmada kullanılan LNENER ve LNGSYH serileri için düzeyde KPSS birim kök testi sonuçları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Değişkenlerin düzey değerlerine ait KPSS birim kök testi sonuçları

	DEĞİŞKEN	LM STAT	BANT GENİŞLİĞİ	ÖNEM DÜZEYİ	ASYMPTOTİK KRİTİK DEĞERLER
Sabit Terimli	LNENER	0,683948	4	% 1	0,739000*
				% 5	0,463
				% 10	0,347
	LNGSYH	0,652922	5	% 1	0,739000*
				% 5	0,463
				% 10	0,347
Sabit ve Trendli	LNENER	0,168562	4	% 1	0,216000*
				% 5	0,146
				% 10	0,119
	LNGSYH	0,06835	2	% 1	0,216000*
				% 5	0,146000*
				% 10	0,119000*

* Durağan olduğunu gösterir.

Çizelgeye göre LNENER serisi sabit terimlide %5 ve %10 önem düzeyinde durağan bulunmamıştır. Aynı seri %1 önem düzeyinde ise durağan bulunmuştur. LNENER serisi sabit ve trendli modelde de %1 önem düzeyinde durağan olup diğer önem düzeylerinde durağan bulunmamıştır.

LNGSYH serisi incelendiğinde sabit terimlide sadece %1 önem düzeyinde durağan iken, sabit ve trendli modelde ise her üç önem düzeyinde de durağan bulunmuştur.

Çalışmada ele alınan serilerin düzey değerlerinde durağan olmaması nedeniyle aynı işlemler birinci farkları alınmak suretiyle tekrarlanmıştır. Değişkenlerin birinci farklarına ait ADF birim kök testi sonuçları Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Değişkenlerin birinci farklarına ait ADF birim kök testi sonuçları

	DEĞİŞKEN	TEST İSTATİSTİĞİ	GECİKME UZUNLUĞU	ÖNEM DÜZEYİ	KRİTİK DEĞERLER**	PROB***
Sabit Terimli	LNENER	-8,00349	0	% 1	-3,661661	0,000
				% 5	-2,960411	
				% 10	-2,61916	
	LNGSYH	-6,12615	0	% 1	-3,661661	0,000
				% 5	-2,960411	
				% 10	-2,61916	
Sabit ve Trendli	LNENER	-7,86909	0	% 1	-4,28458	0,000
				% 5	-3,562882	
				% 10	-3,215267	
	LNGSYH	-6,15896	0	% 1	-4,28458	0,001
				% 5	-3,562882	
				% 10	-3,215267	

* SIC kriterine göre seçilen gecikme uzunluklarını göstermektedir.

** ADF testi için çeşitli güven aralıklarında Mac Kinnon (1996), değerleridir.

*** (0.05) in üzerindeki değerler birim kökün varlığını ifade eden H_0 hipotezinin red edilemeyeceğini gösterir.

Çizelgedeki sonuçlara göre gerek LNENER ve gerekse LNGSYH zaman serilerinin birinci farkları alındığında sabit terimli ve sabit terimli ve trendli modellerde %1, %5 ve %10 önem düzeylerinde ADF test istatistiğinin mutlak değerinin kritik değerlerden daha büyük olması nedeniyle durağan hale gelmiştir.

LNENER ve LNGSYH zaman serilerinin birinci farklarına ait KPSS durağanlık testi sonuçları da Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4'de görüleceği üzere LNENER ve LNGSYH serilerinin birinci farklarına ait LM istatistik değerleri gerek sabit terimli ve gerekse sabit terimli ve trendli modelleri için %1, %5 ve %10 önem seviyelerinde kritik değerlerden daha küçük olduğundan serilerin durağan olduğu ortaya çıkmıştır.

Çizelge 3.1, Çizelge 3.2, Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4 beraber incelendiğinde ela alınan LNENER ve LNGSYH serileri birinci dereceden bütünleşik olduğu tespit edilmiştir. Seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin analizinde Johansen Eşbütünleşme Testi kullanılacaktır. Ancak öncelikle bir VAR modeli oluşturularak modelin gecikme sayısının belirlenmesi ve veri seti için hangi modelin uygun olduğunun tespit edilmesi gerekmektedir.

Çizelge 3.4. Değişkenlerin birinci farklarına ait KPSS birim kök testi sonuçları

	DEĞİŞKEN	LM STAT	BANT GENİŞLİĞİ	ÖNEM DÜZEYİ	ASYMPTOTİK KRİTİK DEĞERLER
Sabit Terimli	LNENER	0,233293		% 1	0,739000*
				% 5	0,463000*
				% 10	0,347000*
	LNGSYH	0,112819		% 1	0,739000*
				% 5	0,463000*
				% 10	0,347000*
Sabit ve Trendli	LNENER	0,081849		% 1	0,216000*
				% 5	0,146000*
				% 10	0,119000*
	LNGSYH	0,06389		% 1	0,216000*
				% 5	0,146000*
				% 10	0,119000*

* Durağan olduğunu gösterir.

Ele alınan seriler için iyi bir model oluşturmanın en önemli kriterlerinden birisi seriler için optimum gecikme uzunluğunun belirlenmesidir. Bu amaçla kullanılan birçok kriter bulunmaktadır. Bunlar Final Prediction Error (FPE), Akaike İnförmasiyon Kriteri (AIC), Schwarz İnförmasiyon Kriteri (SC) ve Hannan-Quinn İnförmasiyon Kriteri (HQ) olarak yazılabilir.

Maksimum 8 gecikme uzunluğu üzerinden çeşitli kriterlere göre optimum gecikme uzunlukları belirlenmiş olup elde edilen veriler Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3. 5. VAR gecikme uzunluğu kriterleri

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-5,847,685	NA	0,432782	4,838148	4,935658	4,865193
1	20,07338	138,2484	0,001115	-1,125,870	-0,83334	-1,044,735
2	28,09762	12,83878*	0,000815*	-1,447,809	-0,960258*	-1,312584*
3	30,41417	3,335834	0,000951	-1,313,133	-0,630563	-1,123,817
4	32,96301	3,262513	0,001108	-1,197,040	-0,31945	-0,953634
5	40,63866	8,566728	0,000878	-1,491,092	-0,418482	-1,193,596
6	46,10114	5,243985	0,000860	-1,608,091	-0,34046	-1,256,504
7	49,18594	2,467841	0,0001072	-1,534,875	-0,072224	-1,129,198
8	54,72987	3,548113	0,001185	-1,658389	0,000718	-1,198,622

* ölçüt tarafından seçilen gecikme uzunluğunu gösterir.

LR: Sıralı değiştirilmiş LR test istatistiği (her test % 5 seviyesinde)

FPE: FPE kriteri

AIC: Akaike bilgi kriteri

SC: Schwarz bilgi kriteri

HQ: Hannan-Quinn bilgi kriteri

Çizelge 3.5’de görüleceği üzere LR, FPE, SC ve HQ bilgi kriterleri en uygun gecikmenin 2’de sağlandığını gösterirken, AIC kriteri ise en uygun gecikmenin 8 olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla 5 kriterden 3’ü en uygun gecikmenin 2 olduğunu gösterdiğinden en uygun gecikme 2 olarak alınmıştır. Bu gecikme uzunluğu için otokorelasyonun olmadığı görülmüştür (DW=2,05). Benzer şekilde yapılan Breusch-Godfrey Serial Correlation LM testi sonuçları şu şekilde olmuştur.

F-istatistiği =1,09102

P= 0,3049

Bu iki değerde 0,05’den büyük olduğundan birinci sıra otokorelasyon yoktur denilebilir. Benzer şekilde ikinci sıra otokorelasyon incelenmiş ve yine otokorelasyonun olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmadaki DLNENER (Enerji değişkeninin birinci farkı) değişkeni ve DLNGSYH (GSYH değişkeninin birinci farkı) serileri I(1) düzeyinde durağan oldukları için seriler arasındaki eşbütünleşme Johansen Eşbütünleşme yöntemi ile tespit edilebilir. Eşbütünleşme testi için modelin sabit terim ve deterministik trendin içerip içermediğini belirlemek önemlidir. Bunun için her bir modeldeki AIC ve SC değerlerine bakılır. Bunların en düşük olduğu model uygun model olarak seçilir. Çizelge 3.6’da görüleceği üzere en küçük değerler AIC’de -1,299054 ve SC de -0,598455 olup her ikisi de sabit terimli ve trendli modelde gerçekleşmiştir. O halde bizim için en uygun model 4 numaralı model olmuştur.

Çizelge 3. 6. En uygun modelin belirlenmesi

VERİ TRENDİ Test Tipi	Sabitsiz ve Trendsiz	Sabitli ve Trendsiz	Doğrusal Sabitli Trendsiz	Doğrusal Sabitli ve Trendli	İkinci Dereceden Sabitli ve Trendli
Trace İstatistiği	0	1	1	1	1
Max-Eig İstatistiği	0	1	1	1	1

* MacKinnon-Haug-Michelis Kritik Değerler (1999)

Modele Göre Bilgi Kriterleri

VERİ TRENDİ Satır ve Sütun No	Sabitsiz ve Trendsiz	Sabitli ve Trendsiz	Doğrusal Sabitli Trendsiz	Doğrusal Sabitli ve Trendli	İkinci Dereceden Sabitli ve Trendli
Modellere Göre Olasılık Bilgi Kriterleri					
0	14,94390	14,94390	18,50082	18,50082	24,14016
1	18,62553	27,08961	30,02238	34,48581	34,79334
2	21,00367	30,35672	30,35672	36,54983	36,54983
Akaike Bilgi Kriterleri					
0	-0,462927	-0,462927	-0,566721	-0,566721	-0,809344
1	-0,441702	-0,939307	-1,068158	-1,299054*	-1,252889
2	-0,333578	-0,823782	-0,823782	-1,103322	-1,103322
Schwarz Bilgi Kriterleri					
0	-0,089274	-0,089274	-0,099655	-0,099655	-0,248865
1	0,118777	-0,332122	-0,414266	-0,598455*	-0,505584
2	0,4133727	0,016937	0,016937	-0,169191	0,169191

Belirlenen uygun modelimiz için artık serilerimiz arasında eşbütünlük ilişkisi Johansen Eşbütünlük yöntemi yardımı ile araştırılabilir. Ele alınan serilerle ilgili Johansen Eşbütünlük test sonuçları Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3. 7. Johansen eşbütünlük testleri

Boş Hipotez (H ₀)	Alternatif Hipotez (H ₁)	λ_{traciz} Değeri	%5 Kritik Değer	Olasılık Değeri**
λ_{trace} test				
$r = 0$	$r \geq 0$	36,09804*	25,87211	0,0019
$r \leq 1$	$r < 1$	4,12850	12,51798	0,7235
Boş Hipotez (H ₀)	Alternatif Hipotez (H ₁)	λ_{max} Değeri	%5 Kritik Değer	Olasılık Değeri**
λ_{max} Değeri				
$r = 0$	$r = 1$	31,96999*	19,3874	0,0005
$r = 1$	$r = 2$	4,128050	12,51798	0,7235

Not: r, eşbütünlük sayısını gösterir.

(*) %5 önem düzeyinde sıfır hipotezinin reddedildiğini göstermektedir

(**) MacKinnon olasılık değerlerini gösterir.

Çizelge 3.7’de görüleceği üzere iz testine göre H₀ hipotezine ait test istatistiği 36,09804 bulunmuştur. Bu değer %5 önem düzeyindeki kritik değer olan 25,87211’den daha büyüktür. Bu durumda, H₀ hipotezi reddedilmektedir. H₀ hipotezi değişkenler arasında eşbütünlüğün olmadığını ifade etmektedir. Yani DLNENER ve DLNGSYH değişkenleri arasında bir eşbütünlük mevcuttur. İz istatistiğindeki $r \leq 1$ hipotezi ise aynı önem seviyesinde reddedilememektedir. Benzer şekilde maksimum öz değer testine bakıldığında H₀ hipotezine ait test istatistiği 31,96999 bulunmuş olup bu değer %5 önem düzeyindeki kritik değere olan 19,3874’den daha büyük olduğundan H₀ hipotezi reddedilmektedir. Dolayısıyla her iki sonuca göre çalışmada ele alınan DLNENER ve DLNGSYH değişkenleri arasında bir eşbütünlük ilişkisinin olduğu ve değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin bulunduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.7’de DLNENER ve DLNGSYH arasında uzun dönemli ilişki olduğu ve bu ilişkinin tek bir eşbütünlük vektörü ile sunulabileceği bulunmuştur. Bu uzun dönem ilişkisi normalleştirilmiş eşbütünlük vektörü tahminleri yardımıyla daha kolay yorumlanabilir. Tahmin edilen vektör, ilgili endojen değişkenin katsayısının ters işaretiyle çarpılması sonucunda normalleştirilir. Böylece normalleştirilen katsayılar uzun dönemli ilişkiyi

yansıtmasının yanında, aynı zamanda uzun dönem esneklikleri de ifade ederler. Çalışmamızdaki değişkenlerimiz ile ilgili normalleştirilmiş ve normalleştirilmemiş katsayılar Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3. 8. Eştümlleştirici katsayılar (Uzun Dönem Elastikiyetleri)

	DLNGSYH	DLNENER	TREND
NORMALLEŞTİRİLMEMİŞ KATSAYILAR	-5,844,051	0,565377	0,348084
DLN GSYH MODELİ			
NORMALLEŞTİRİLMİŞ KATSAYILAR	1,0000	-0,09674	-0,05956
STANDART HATA		0,03414	0,00675
DLNENER MODELİ			
NORMALLEŞTİRİLMİŞ KATSAYILAR	-10,3366	1,0000	0,615666
STANDART HATA	2,11669		0,19433

Çizelge 3.8’den yararlanmak suretiyle DLNGSYH ve DLNENER değişkenleri endojen değişkenler olduğu için, normalleştirilmiş katsayılar kullanılarak uzun dönem ilişkisini gösteren eştümlleştirici modeller aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$DLNGSYH_t = 0,05956_t + 0,09674 DLNENER_t$$

$$DLNENER_t = -0,615666_t + 10,3366 DLNGSYH_t$$

Denklemlerden görüleceği üzere DLNENER değişkenindeki %1’lik değişim DLNGSYH değişkeninin %1’den daha az değiştirmektedir. Diğer yandan DLNGSYH değişkenindeki %1’lik değişim DLNENER değişkenini %1’den daha fazla değiştirmektedir. Diğer yandan hem DLNGSYH modelinde ve hem de DLNENER modelinde, DLNGSYH ve DLNENER değişkenleri arasında pozitif yönlü bir ilişki mevcuttur. Ancak bu ilişkinin nedensellik yönünün de belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla Granger Nedensellik testi yapılmıştır. Yapılan nedensellik testi sonuçları Çizelge 3.9’da verilmiştir.

Çizelge 3. 9. Engle Granger nedensellik testi

Bağımlı Değişken: DLNENER			
Dışsal Faktör	Ki-Kare Değeri	Değişkenlik Katsayısı	Olasılık
DLNGSYH	0,060225	2	0,9703
Bağımlı Değişken: FARKLNGSYH			
DLNENER	0,504394	2	0,7771

Çizelge 3.9'daki sonuçlara göre GSYH ve Yenilenebilir Enerji arasında bir ilişki bulunamamıştır. Çünkü her iki değişken için olasılık değerleri 0,05'den büyük çıkmıştır. Verilerin bir kez daha farklı bir yöntemle testi (**Pairwise Granger Causality Tests**) yapılmış olup elde edilen sonuçlar Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.9'da ki verilere göre, nedensellik ilişkisi özetlenerek Çizelge 3.10'da hazırlanmıştır.

Çizelge 3. 10. Pairwise Granger Nedensellik Testi

Null Hipotezi	Değişken	F- İstatistiği	Olasılık
	Sayısı		
DLNENRJI, DLNGDP'nin nedeni değildir.	43	2,51878	0,0545
DGD, DLNENRJ'nin nedeni değildir.		2,05113	0,1426

Pairwise Granger nedensellik testi sonuçlarına göre de GSYH ile yenilenebilir enerji kullanımı arasında bir nedensellik ilişkisi bulunmamıştır.

O halde sonuç olarak;

1. GSYH ile Yenilenebilir enerji arasında bir nedensellik bulunmamıştır. Yani GSYH yenilenebilir enerjinin bir nedeni değildir.
2. Yenilenebilir enerji ile GSYH arasında bir nedensellik bulunmamıştır. Yani yenilenebilir enerji GSYH'nın bir nedeni değildir.

Çalışmada GSYH ve Yenilenebilir enerji arasında incelenen ilişkinin bulunmaması doğal olarak karşılanabilir. Öncelikle Türkiye için yenilenebilir enerji henüz yeni bir konu olup, insanların bu konu ile ilgili bilgileri henüz tam olarak oluşmamıştır. Diğer yandan ekonomik ve teknik açıdan değerlendirildiğinde bireysel kullanıcılar açısından bazı soru işaretleri yenilenebilir enerji kullanımının önündeki bir engel olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak özellikle son 5 yıldan beri gerek yasal düzenlemeler ve gerekse teknolojik açıdan sağlanan gelişmeler yakın bir süre içerisinde ve hızla artacak şekilde yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasına ve bu enerji kaynağının da daha ekonomik olarak birçok alanda kullanımını arttıracığı düşünülmektedir.



4. DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI

Enerji, üretim için en önemli girdilerden birini oluşturduğundan ülkelerin ekonomik gelişmelerinde olmazsa olmaz olan faktörlerden birisidir. Endüstriden sağlığa, ulaşımdan tarıma ve birçok alanda enerji kullanımı yapılmaktadır. Her geçen gün artan enerjinin ihtiyacı, enerji politikalarını da önemli hale getirmektedir. “Enerji politikası, belirli bir varlığın, genellikle hükümetin enerji üretimi, dağıtımını ve tüketimi dâhil olmak üzere enerjinin gelişimi konularının hangi şekilde ele alacağına karar verme biçim ya da yöntemidir” (Aydın, 2014:523). Enerji politikaları için gelinen noktada; dış politikasını, ekonomi politikası, sanayi politikası ve savunma politikasından bağımsız düşünmek mümkün değildir. “Enerjiyi dikkate almadan bu politikaları belirlemek imkânsız hale gelmiştir” (İlbaş,2014:16). Ancak enerji politikalarının oluşturulmasında enerji, kalkınma ve çevrenin sürdürülebilirliği ilkeleri de öncelikli konulardan olup birbirleri arasında denge gözetilmelidir.

Enerji politikalarının oluşturulmasında temel amaç enerji güvenliğinin sağlanmasıdır. Yani enerjinin istenilen zamanda, istenilen miktarda, kesintisiz bir şekilde, temiz, çevreye uyumlu ve ekonomik olarak ihtiyaç duyulan bölgeye ulaştırılmasıdır. Yenilenebilir enerji konusunda dünyada başat durumda bulunan ülkelerin yenilenebilir enerji politikalarıyla ilgili özet bilgiler aşağıda verilmiştir.

4.1. Çin’de Yenilenebilir Enerji Politikaları

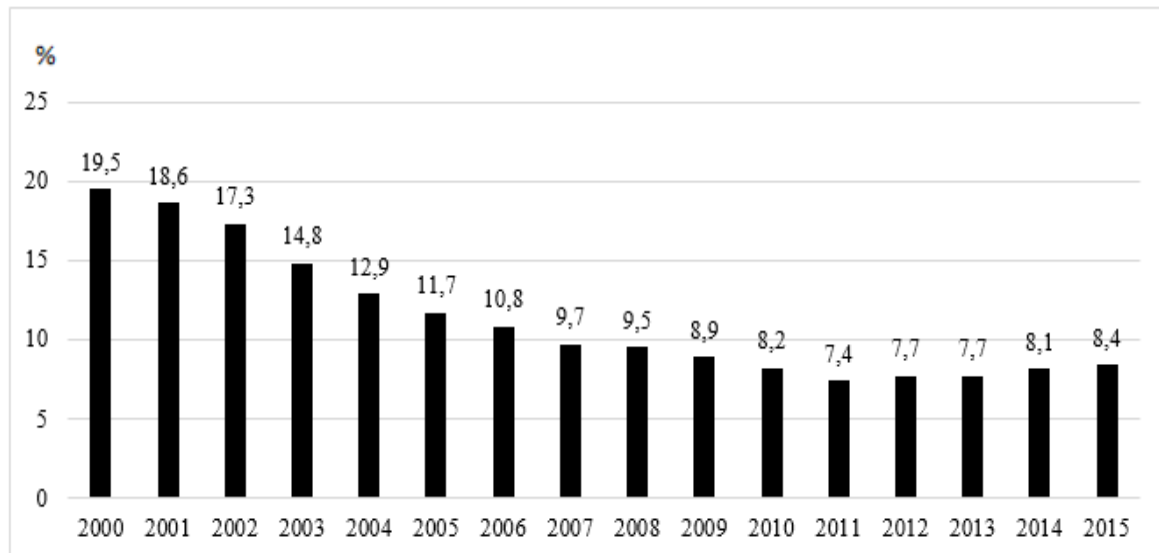
“Çin 2015 yılı itibariyle enerji ihtiyacının %8,4’ünü yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlamakta olup 2020 yılına kadar bu oranı %15’e çıkarmayı hedeflemektedir. Yenilenebilir enerji de dünya da lider olmak istemektedir” <http://www.dw.com/tr/%C3%A7inden-yenilenebilir-enerji-ata%C4%9F%C4%B1/a-15160343>. 2014 yılı içerisinde dünyada yenilenebilir enerji için yapılan yatırımların üçte biri Çin’e gitmiştir. Çin, yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlar ve kurulan tesislerde dünyada lider konuma gelmiştir. “Çin’de yenilenebilir enerji alanındaki yatırımlar 80 milyar doları bulurken bu kaynağına yüzde 90’ı şebeke ölçeğindeki varlık finansmanına ayrılmıştır” (Bayraç, Çelikay ve Çildir 2018:74).

Çin’de Çizelge 4.1’de görüleceği üzere 2000 yılında 219910 bin tep olan yenilenebilir enerji 2015 yılında 250796 bin tep’e çıkmıştır. 2000 yılına nazaran 2015 yılında yenilenebilir enerji de %14’lük bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4. 1. Çin’de 2000-2015 yılları arasında yenilenebilir enerji toplamı (OECD Verileri,2018)

YIL	MİKTAR (Bin tep)	YIL	MİKTAR (Bin tep)	YIL	MİKTAR (Bin tep)	YIL	MİKTAR (Bin tep)
2000	219910	2004	208285	2008	204366	2012	215516
2001	217049	2005	207790	2009	204814	2013	223878
2002	215931	2006	210279	2010	206683	2014	239105
2003	209630	2007	204405	2011	202417	2015	250796

Çin’de yenilenebilir enerji de yıllar itibariyle artış meydana gelmesine rağmen toplam enerji içerisindeki payı aynı oranda artış gösterememiştir. Şekil 4.1’de görüleceği üzere 2000 yılında toplam enerji arzı içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı %19,5 iken bu oran 2011 yılına kadar azalma trendi göstermiş ve 2011 yılında %7,4 ile minimuma ulaştıktan sonra yeniden artmaya başlamıştır.



Şekil 4.1. Çin’de toplam enerji arz içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı (%) (2000-2015)

Çin’in yenilenebilir enerji politikaları kapsamında; yatırımlar ve diğer sübvansiyonlar kurumlar vergisi, KDV, tarife garantisi, finansal fonlar/ödenekler ve yenilenebilir enerjiyi geliştirmeye yönelik devlet para yardımları bulunmaktadır.

Çin, yenilenebilir enerji için yeni teknolojik işletmelerde %15 oranında azaltılmış kurumlar vergisine olanak sağlamaktadır. Bu kurumlar vergisi rüzgâr, güneş, biyotermal ve jeotermal alanları için geçerlidir. Temiz enerji geliştirme mekanizması projelerini yürüten işletmeler, hükümet ile paylaşılan karbon azaltma gelirleri için kurumlar vergisi indiriminden faydalanır. Yenilenebilir enerji kapsamında araştırma ve geliştirme harcamaları için %150 oranında kurumlar vergisi indirimini sağlar. Rüzgâr enerjisinden üretilen elektrik enerjisi satışlarında %50, hayvansal ve bitkisel yağlardan üretilmiş biyodizel yağının satışı için %100 KDV iadesi yapılmaktadır. “Yenilenebilir enerjiyi kolaylaştırmak için, araştırma geliştirmeye, kırsal yerleşim yerlerinde yenilenebilir enerji projelerine ve yenilenebilir enerji sektöründe yararlanılan malzemelerin üretim tesislerinin yerleştirilmesi gibi faaliyetlere bazı özel fonlar sağlanması hedeflenmiştir” (KPMG Türkiye, 2016: 22).

4.2. Amerika Birleşik Devletleri’nde Yenilenebilir Enerji Politikaları

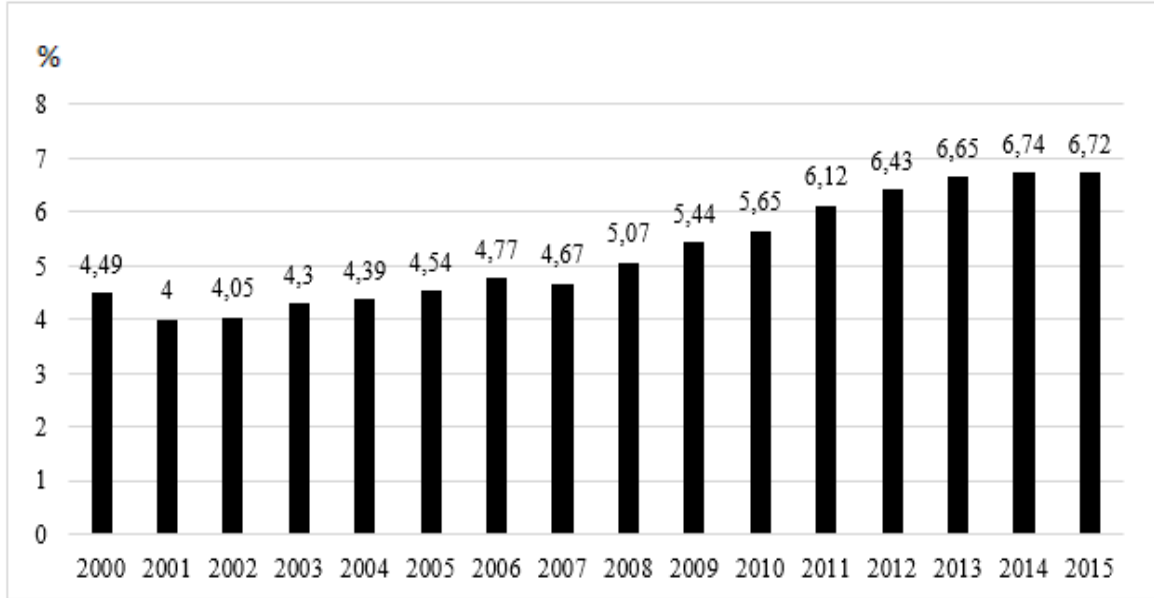
Amerika Birleşik Devletleri’nde 2015 yılı itibariyle yenilenebilir enerjinin toplam enerji arz içerisindeki payı %6,72’dir. Yine aynı dönemde üretilen elektriğin %13,44’nü ve toplam enerji üretiminin %11,1’ni karşılamıştır. “ABD’nin birçok eyaletinde çift taraflı sayaç sistemi kullanılmaktadır. ABD 2016 yılı sonu itibariyle yenilenebilir enerji toplam kapasite veya üretim olarak dünyada ikinci sırada yer almaktadır” (Ren 21 2017 :25).

Çizelge 4.2’de 2000-2015 yılları arasında ABD’de toplam yenilenebilir enerji üretimi verilmiştir. Yenilenebilir enerji üretimi 2000 yılında 101963 bin tep iken 2015 yılında 147048 bin tep’e çıkmıştır. 2000 -2015 periyodunda yıllık ortalama enerji üretimi %0,06 artmış olup dönem başı ve dönem sonu dikkate alındığında artış %44 oranında gerçekleşmiştir.

Çizelge 4. 2. ABD’de 2000-2015 yılları arasında yenilenebilir enerji toplamı (OECD Verileri, 2018)

YIL	MİKTAR (Bin tep)	YIL	MİKTAR (Bin tep)	YIL	MİKTAR (Bin tep)	YIL	MİKTAR (Bin tep)
2000	101963	2004	101401	2008	115476	2012	138667
2001	89213	2005	105186	2009	117729	2013	144876
2002	91329	2006	109616	2010	125256	2014	149517
2003	97257	2007	109085	2011	133973	2015	147048

ABD'nin 2000-2015 yılları itibariyle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım düzeyi Şekil 4.2'de verilmiştir. 2000-2015 periyodunda ABD'de yenilenebilir enerjinin toplam enerji içerisindeki payı yavaşta olsa artış trendi göstermiştir. En düşük düzey 2001 yılında %4 olarak, en yüksek düzeyi de 2014 yılında %6,74 oranıyla görülmüştür.



Şekil 4.2. ABD'de toplam enerji arz içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı (%) (2000-2015)

ABD'de yenilenebilir enerji teşvik programları şöyledir. Destek programları yatırım ve diğer devlet para yardımları, üretim vergisi indirimi, yatırım vergisi indirimi ve hibe programları.

ABD'de üretim vergisi indirimi, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi ve bu elektriğin bağlı olmayan taraflara satışı konusunda bir vergi indirimi sağlamaktadır. İndirim tutarları, rüzgâr, kapalı devre biyokütle ve jeotermal enerji kaynakları için 2,3 sent/kWh, diğer yenilenebilir enerji kaynakları için 1,2 sent/kWh'dir. Bu avantajlar üretim vergisi indirimine hak kazanan ve inşasına 2014'ten önce başlanmış olan tesisler için sunulmaktadır. "Yatırım vergisi indirimi, uygun bulunan enerji tesisi mülküne bir indirim sağlamaktadır. İndirim tutarı, mülkün uygun maliyet tabanının %30'nu bulmaktadır" (KPMG Türkiye, 2016: 73).

4.3. Brezilya’da Yenilenebilir Enerji Politikaları

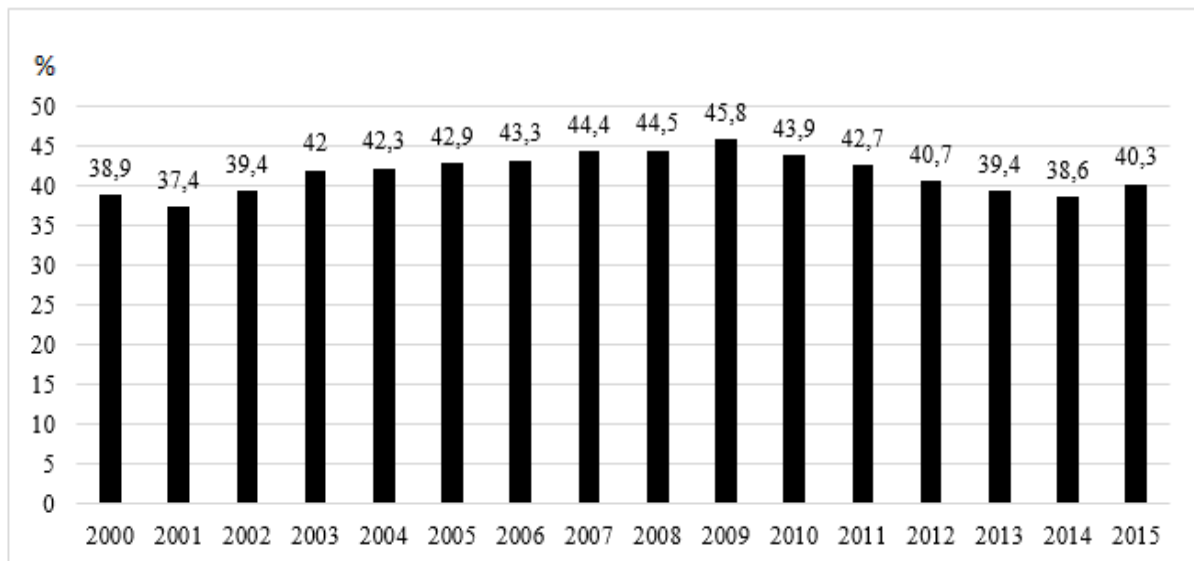
Brezilya 2016 yılı sonu itibariyle yenilenebilir enerji toplam kapasite alanında dünya da üçüncü sıra da yer almaktadır. Brezilya, yenilenebilir enerji konusunda dünyanın en büyük yedinci yatırımcısı olarak kabul edilmektedir. “Ülke genelinde yurt içi enerji arz’ının %79,3’ü yenilenebilir enerji olup bu konuda ki dünya ortalaması %20,3’tür” (Bayraç vd., 2018:78).

Brezilya Çizelge 4.3’de de görüleceği üzere 2010 yılında 72828 bin tep yenilenebilir enerji üretimi gerçekleştirirken 2015 yılında 119948 bin tep yükselmiştir. 2000 yılına nazaran 2015 yılında yenilenebilir enerji üretiminde %65 oranında artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4. 3. Brezilya’da 2000-2015 yılları arasında yenilenebilir enerji toplamı (OECD Verileri, 2018)

YIL	MİKTAR (Bin tep)	YIL	MİKTAR (Bin tep)	YIL	MİKTAR (Bin tep)	YIL	MİKTAR (Bin tep)
2000	72828	2004	88805	2008	110521	2012	114720
2001	71225	2005	92419	2009	110127	2013	115750
2002	77041	2006	96512	2010	116832	2014	116954
2003	83487	2007	104533	2011	115401	2015	119948

Brezilya’da Şekil 4.3’de görüleceği üzere 2010-2015 yılları arasında yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji içerisindeki payı 2000 – 2015 periyodunda büyük bir değişim göstermemiştir. 2001 yılında %37,4 oranıyla en düşük 2009 yılında ise %45,8 oranıyla en yüksek değerini görmüştür. “Dünyanın önde gelen yenilenebilir enerji yatırımcısı olan Brezilya’nın, yenilenebilir kaynaklardan elde ettiği enerji miktarının önemi Şekil 4.3’de gözlenmektedir” (Bayraç vd, 2018:79).



Şekil 4.3. Brezilya’da toplam enerji arz içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı (%) (2000-2015)

Brezilya yenilenebilir enerji destek programları kapsamında; yatırımlar ve diğer devlet para yardımları, gelir ve ithalat vergileri, federal ve eyalet bazında KDV teşvikleri bulunmaktadır.

Brezilya’da biyodizel de sabit fiyat tercih eden üreticiler üretimde kullandıkları hammadde veya girdinin tedarikçisine bağlı olarak ödemeleri gereken tutarlarda belli indirim ve muafiyet alabilirler. Etanol ’den gelir elde eden kişiler için özel vergi indirimi uygulanmaktadır. “Brezilya’da yenilenebilir enerji üretiminde kullanılan makineler genellikle KDV indiriminden muafırlar. Satış ve hizmetlere uygulanan eyalet katma değer vergisinde, biyodizel veya etanol üretiminde kullanılan bazı ürünlerde muaflık uygulanmaktadır” (KPMG Türkiye, 2016: 17).

4.4. Almanya’da Yenilenebilir Enerji Politikaları

Almanya’da 2015 yılında toplam enerji arz içerisinde yenilenebilir enerji payı %12,5’dir. Almanya Enerji ve Su Endüstrileri Birliğine göre Almanya 2016 yılı elektrik üretimi 648,2 milyar kWh olarak, tüketimi ise 592,7 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Almanya’nın 2016 yılı elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı %30 olmuştur. 2016 yılı sonu itibariyle Almanya dünyada yenilenebilir enerji toplam kapasite veya üretim alanında dördüncü sırada yer almaktadır. Alman hükümetinin 2010 yılındaki enerji politikalarına

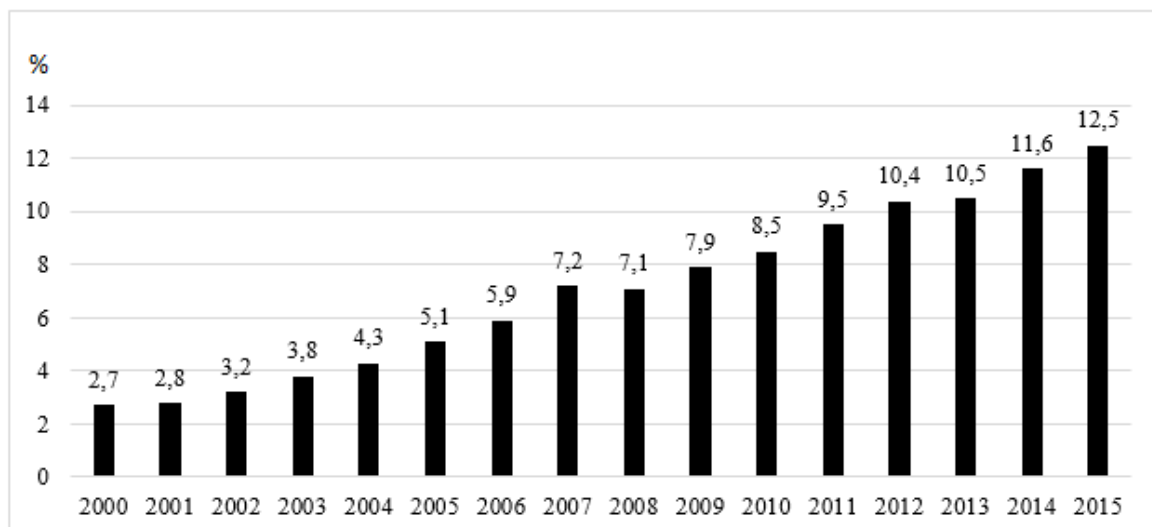
göre elektrik tüketiminde yenilenebilir enerji oranını 2050 yılında %80, enerji tüketiminde ise %60 olarak hedeflemektedir.

Almanya’da 2000-2015 yılları arasında yenilenebilir enerji toplamı Çizelge 4.4’de verilmiştir. 2000 yılında yenilenebilir enerji toplamı 8983 bin tep iken 2015 yılında yılın da ise 38352 bin tep’e çıkmıştır. 2000-2015 döneminde yenilenebilir enerji yıllık ortalama %9 oranında artmış olup dönem başı ve dönem sonu dikkate alındığında %327 oranında artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4. 4. Almanya’da 2000-2015 yılları arasında yenilenebilir enerji toplamı (OECD Veri,2018)

YIL	MİKTAR (Bin tep)	YIL	MİKTAR (Bin tep)	YIL	MİKTAR (Bin tep)	YIL	MİKTAR (Bin tep)
2000	8983	2004	14613	110521	23350	2012	32249
2001	9635	2005	17208	2009	24479	2013	33395
2002	10782	2006	20579	2010	27568	2014	35404
2003	12729	2007	23726	2011	29298	2015	38352

Almanya’da yenilenebilir enerji kaynaklarının 2000-2015 yılları itibariyle kullanım düzeyi Şekil 4.4’de verilmiştir. 2000 yılında %2,7 oranında bulunan yenilenebilir enerji kaynakları kullanım düzeyleri 2015 yılında %12,5 oranına çıkmıştır. 2007 yılında düşüş haricinde düzenli bir artış meydana gelmiştir.



Şekil 4.4. Almanya’da toplam enerji arz içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı (%) (2000-2015)

Almanya’da yenilenebilir enerji destek programları şöyledir. Almanya Kalkınma Bankası Yenilenebilir enerji programı, Almanya Kalkınma Bankası açık deniz rüzgâr programı, yenilenebilir enerjiyle üretilmiş elektriğin tüketimine yönelik kısıtlama ve teknolojiye özgü koridorlar ve ödemeler yer almaktadır.

Almanya Ekonomi ve Enerji Bakanlığı tarafından sağlanan düşük faizli Almanya Kalkınma Bankası kredili ve geri ödeme sübvansiyonları aracılığıyla ısı piyasasında yenilenebilir teknolojilerinin daha fazla kurulması amacıyla başlatılmıştır. “Almanya Kalkınma Bankası yenilenebilir enerji için belirlen şartları sağlayan üreticilere uzun vadeli finansman sağlayacak olup yatırım maliyetlerinin (KDV hariç) %100’üne, proje başına 25 milyon toplam kredi tutarına ve proje başına 10 milyon Euro kredi tutarına kadar olmak üzere düşük faizli kredi sağlayacaktır” (KPMG Türkiye, 2016:30). Yeni tesislerin kendi ürettikleri elektriği yine kendilerinin tüketmesi konusunda, Yeni Yenilenebilir Enerji Yasası (EEG) ek ücretini %40’ı (2017’den itibaren) kadar bir ücret uygulanacaktır.

4.5. Hindistan’da Yenilenebilir Enerji Politikaları

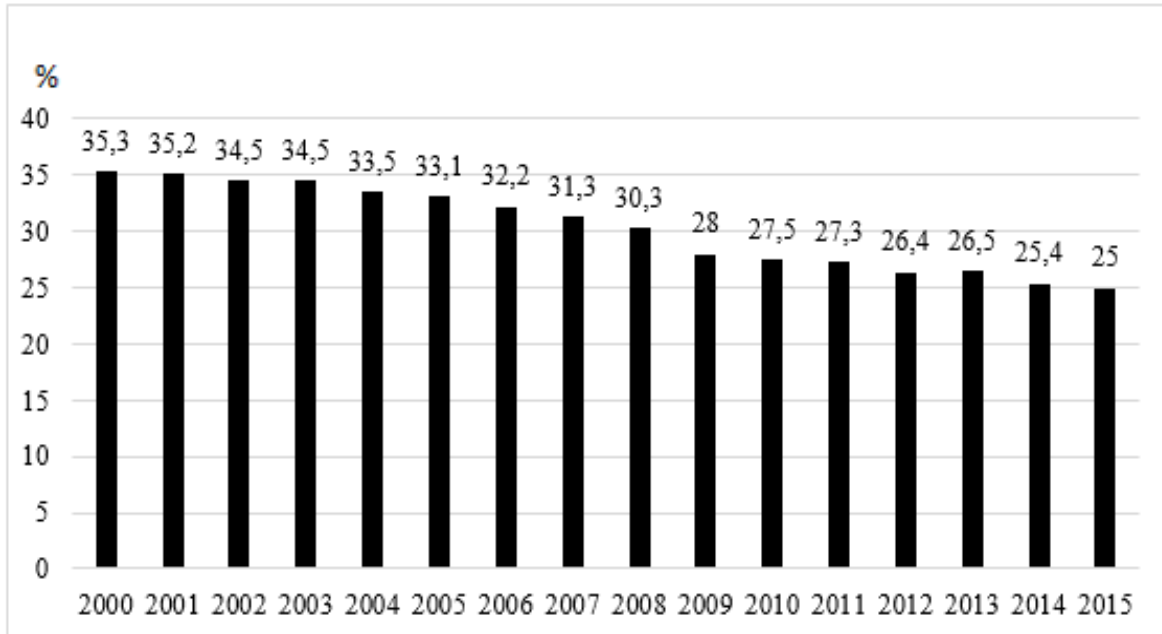
Hindistan yenilenebilir enerji alanında dünyada beşinci sırada (hidro enerji hariç) yer almaktadır. Hindistan’ın 2003 tarihli enerji politikalarına göre yenilenebilir enerjiyle ilgili projelerinde %100’üne kadar doğrudan yabancı yatırıma izin verilmiştir. “Yabancı yatırımcıların yenilenebilir enerji projeleri için düzenleyici makamlardan önceden onay almak şartı bulunmamaktadır” (Bayraç vd., 2018:76).

Hindistan’da 2000-2015 yılları arasında yenilenebilir enerji toplamı Çizelge 4.5’de verilmiş olup 2000 yılında 155408 bin tep olan yenilenebilir enerji toplamı 2015 yılında 212698 bin tep’e çıkmıştır. 2000 -2015 periyodunda yıllık ortalama enerji üretimi %0,03 artmış olup dönem başı ve dönem sonu dikkate alındığında artış %37 oranında gerçekleşmiştir.

Çizelge 4. 5. Hindistan’da 2000-2015 yılları arasında yenilenebilir enerji toplamı (OECD Verileri, 2018)

YIL	MİKTAR (Bin tep)	YIL	MİKTAR (Bin tep)	YIL	MİKTAR (Bin tep)	YIL	MİKTAR (Bin tep)
2000	155408	2004	166336	2008	182152	2012	199925
2001	157386	2005	170863	2009	185934	2013	205941
2002	159125	2006	175155	2010	190729	2014	209579
2003	162539	2007	179408	2011	197729	2015	212698

Şekil 4.5’de görüleceği üzere Hindistan’da 2000-2015 yılları itibariyle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım düzeyi 2000 yılında %35,3 iken 2015 yılında %25’e kadar gerilemiştir. Yıllar itibariyle ortalama olarak düşüş yaşanmıştır.



Şekil 4.5. Hindistan’da toplam enerji arz içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı (%) (2000-2015)

Hindistan’da yenilenebilir enerji teşvik programları şöyledir. Yatırım ve diğer sübvansiyonlar doğrudan yabancı yatırım, yurt içi gelir vergisi kanunu kapsamında vergi muafiyeti, tarife garantisi, üretime dayalı teşvikler, hızlandırılmış amortisman, kota zorunlulukları yenilenebilir enerji satın alma zorunluluğu programlarından oluşmaktadır.

Elektrik üretiminde veya dağıtımında faaliyet gösteren yenilenebilir enerji tesislerine, 31 Mart 2017’den önce elektrik üretimine başlamaları koşuluyla 10 yıllık bir vergi muafiyeti

tanınmıştır. “Yurt içi gelir vergisi kanunu kapsamında, güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji faaliyetlerinde bulunan şirketlere, net aktif değer temel alınarak %80’lik bir hızlandırılmış amortisman imkânı sunulmaktadır” (KPMG Türkiye, 2016: 38).

4.6. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Politikaları

Yenilenebilir enerji potansiyelinin yüksek olan Türkiye; kaynak çeşitliliğini sağlar, gerekli planlamalar yapar ve insanları yenilenebilir enerjiye yönlendirmeyi başarır ise gerek ekonomik olarak gerekse yaşanabilir bir Türkiye açısından gelişim göstermesi kaçınılmazdır. “Türkiye enerji politikasında, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla kullanımını teşvik etmekte olup, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde değerlendirilmesi üzerine önemli çağrılar yapmaktadır” (Yılmaz, 2015:100). “Türkiye büyük bir yenilenebilir enerji potansiyeline sahip olmasına rağmen yenilenebilir enerji yatırımlarının yüksek maliyetleri nedeniyle bu potansiyelini verimli kullanamamaktadır” (Yurdadoğ ve Tosunoğlu. 2017:17)

“Türkiye, 2009 yılında Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) kurucu üyelerinden birisi olmuştur. Bu kuruluşa üye olması Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarına verdiği önemi göstermektedir” http://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa

Türkiye’nin ilk dört beş yıllık kalkınma planlarında yenilenebilir enerjiyle ilgili herhangi bir planı olmamıştır. Beşinci beş yıllık kalkınma planında (V. BYKP) (1985-1989) ilk defa enerji ilke ve politikalarında “yenilenebilir enerji kaynaklarından kısa sürede yararlanmak üzere gerekli girişimler desteklenecek”, denilmektedir VI. BYKP’ında (1990-1994) yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanabilmek için gerekli tedbirlerin alınacağı ve araştırma geliştirme programları oluşturulup destekleneceği ifade edilmektedir. VII. BYKP’ında (1996-2000), yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması amaçlanmıştır. VIII. BYKP’ında (2001-2005), doğanın korunmasına da dikkat edilerek yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilerek tüketim içerisindeki oranın artırılması amacıyla gerekli tedbirlerin alınacağı kararlaştırılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının eklenmesiyle ülke enerji potansiyelinin üst dereceden kullanıma sokulması sağlanmış olacak, ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi enerji kaynakları açısından çeşitlendirilmiş olup güvenli bir yapı oluşturulması hedeflenmiştir. IX. BYKP’ında (2007-

2013), yenilenebilir enerjinin payını artırabilmek için 5346 sayılı “Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanun” yasalaşmıştır. Bu kanunla amaç, yenilenebilir enerjinin toplam enerji içindeki payını arttırmak, enerji kaynaklarını çeşitlendirmek ve böylece enerji güvenliğini sağlamaktır. X. BYKP’ında (2014-2018), yenilenebilir enerjiyle ilgili en kapsamlı çalışma bu dönemde yapılmıştır. Türkiye’nin enerji de dışa bağımlılığının azaltılması, enerji arz güvenliğinin artırılması ve birincil enerji kaynakları bazında dengeli bir kaynak çeşitlendirilmesi yapılabilmesi için yenilenebilir enerjinin üretimdeki payının artırılması hedeflenmiştir. Yenilenebilir enerjinin ekonomiye katkısını en üst seviyeye çıkarmak için ekipmanlarda yerli imalat düzeyinin artırılması ve özgün teknolojilerinin geliştirilmesi teşvik edilecektir. Tarımsal araştırma geliştirme faaliyetlerinden gen bankaları kurulmuş ürün çeşitliliği sağlanmış, biyoteknoloji ve nanoteknoloji alanları geliştirilmiş, tarımsal teknoparklarla yenilenebilir enerji kullanımı konusunda gelişmeler sağlanacaktır. Yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi için teşvikler iyileştirilmiş yerli malzeme desteklenmiştir. Yenilenebilir enerjinin elektrik üretimi amacıyla değerlendirilmesi Türkiye’nin sürdürülebilir kalkınması için önem taşımaktadır. Onuncu beş yıllık kalkınma planıyla enerjide dışa bağımlılığın azaltılması amaçlanmaktadır (X. BYKP)

Türkiye’de yenilenebilir enerjiyle ilgili olarak kanunlar, tebliğler ve yönetmelikler çıkarılarak yasal düzenlemeler yapılmıştır.

5346 Sayılı Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanun, 10.05.2005 tarihinde kabul edilmiştir.

5346 sayılı 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 gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesidir. Bu kanunun kapsamı ise, yenilenebilir enerji kaynaklarının yerlerinin korunması, üretilen elektrik enerjisinin belgelendirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına bağlı olarak usul ve esasları kapsar.

Beşinci maddesinde yenilenebilir enerjiden üretilen elektriğin alım satımı için gerekli olan “Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesinin” (YEK Belgesi) EPDK tarafından verileceği belirtilmiştir. Madde sekizde arazi ihtiyacına ilişkin uygulamalarda yenilenebilir enerjinin

kurulacağı arazilerin izinleri Çevre ve Orman Bakanlığı ve Maliye Bakanlığı tarafından verileceği belirtilmiştir.

5627 sayılı enerji verimliliği kanunu, 18.04.2007 tarihinde kabul edilmiştir.

5627 sayılı kanunun amacı, enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır. Bu kanunun kapsamı ise her türlü koşulda enerji verimliliğinin artırılması, desteklenmesi, halkın enerji bilincine sahip olmasının sağlanması, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmada uygulanacak usul ve esasları kapsar.

Madde sekizde yenilenebilir enerjiyle ilgili AR-GE projelerinin belirlenmesinde ve değerlendirilmesinde Türkiye bilimsel ve teknolojik araştırma kurumunun görüşünün alınacağı ifade edilmektedir.

6094 Sayılı yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanunda değişiklik yapılmasına dair kanun, 29.12.2010 tarihinde kabul edilmiştir. “Bu kanunun amacı 5346 sayılı yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanunun bazı maddelerinde değişimler ve eklemeler yapılmıştır”. Yenilenebilir enerji üretim tesislerinde yerli ürün kullanımda elektrik enerjisi için Çizelge 4.6’da (I sayılı cetvel) belirtilen fiyatlar, üretim tesisinin işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl süreyle, bu kanuna ekli Çizelge 4.7’de (II sayılı cetvel) belirtilen fiyatlar ilave edilecektir.

Çizelge 4. 6. Yenilenebilir enerji için sabit fiyat garantisi (I sayılı cetvel)

I Sayılı Cetvel	
Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD Doları cent/kWh)
a. Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
b. Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
d. Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3
e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

Çizelge 4. 7. Yenilenebilir enerji için imalat desteği (II sayılı cetvel)

II Sayılı Cetvel		
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- Rüzgar 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 yapısı 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- Yoğunlaştırıcı 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 mekaniği	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 ve 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

6446 Sayılı elektrik piyasası kanunu, 14.03.2013 tarihinde kabul edilmiştir.

6446 sayılı kanunun amacı, elektriğin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için, rekabet ortamında özel hukuk hükümlerine göre faaliyet gösteren, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir elektrik enerjisi piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin yapılmasının sağlanmasıdır. Bu kanunun kapsamı ise elektrik üretimi, iletimi, dağıtımı, toptan veya perakende satışı, ithalat ve ihracatı, piyasa işletimi ile bu faaliyetlerle ilişkili tüm gerçek ve tüzel kişilerin hak ve yükümlülüklerini ifade etmektedir.

Bu kanunda belirtilen yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik faaliyetinde bulunmak isteyen tüzel kişiler ön lisans belgesi almak zorundadırlar. Ön lisanstaki koşulları sağlayan tüzel kişilere piyasa faaliyetlerinde bulunabilmeleri için lisans belgesi verilmektedir. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması ve enerji çeşitliliğini sağlamak amacıyla; 6446 sayılı kanunun on dördüncü maddesinde, kurulu gücü azami bir megavatlık yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisini ve ürettiği enerjinin tamamını iletim veya dağıtım sistemine vermeden kullanan, üretimi ve tüketimi aynı ölçüm noktasında olan, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerini lisans alma zorunluluğundan muaf tutulacağı düzenlenmiştir. Buradaki düzenleme ile yenilenebilir enerji kaynaklarından lisanslı elektrik üretmek isteyen yatırımcılardan şirket kurulması istenirken gerçek kişi yatırımcıların lisanssız üretim yapacağı on dördüncü maddenin üçüncü fıkrasında belirtilen lisans alma yükümlülüğünden muaf olan kimselerin ihtiyacının fazlasını 10.05.2005 tarihli ve 5346 sayılı kanunda kaynak türü bazında belirlenen fiyatlardan alınır maddesiyle ifade edilmektedir.

Elektrik piyasasında lisanssız elektrik üretimine ilişkin yönetmeliğin uygulanmasına dair tebliğ 02.10.2013 tarihinde ve 28783 sayılı resmî gazete yayımlanmasıyla yürürlüğe girmiştir. Bu tebliğin amaç ve kapsamı; “elektrik piyasasında lisanssız elektrik üretimine ilişkin yönetmelik kapsamındaki düzenlemelerin açıklanması ve uygulanmasının sağlanmasını ifade etmektedir”. Tebliğin dördüncü maddesinde, muafiyetler verilmektedir. Ön lisans ve lisans alma şirket kurma yükümlülüğünde muaf olarak kurulabilecek üretim tesisleri belirtilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesislerinde üretilerek sisteme verilen ancak üretim yapan kişiler tarafından tüketilmeyen/tüketilemeyen enerjinin birim kWh miktarı için YEK Kanununa ekli Çizelge 4.6’da (I sayılı Cetvel) kaynak bazında belirlenen teşvik bedeli karşılığı destek ödemesi yapılır ifadesi yer alır. Madde yirmi

iki de belirtildiği üzere birden fazla yenilenebilir enerji kaynağından elektrik üretimi yapılıyor ve ihtiyaç fazlası olan enerjinin hangi yenilenebilir enerji kaynağından geldiği belirlenemiyorsa en ucuz olan hangi kaynak fiyatından YEKDEM tarafından değerlendirilerek satın alınır.

Rüzgâr ve güneş enerjisine dayalı ön lisans başvuruları için yapılacak rüzgâr ve güneş ölçümleri uygulamalarına dair tebliğ, 16.04.2014 tarihinde ve 29033 sayılı resmî gazete de yayımlanmıştır. Bu tebliğin amacı, “02.11.2013 tarihli ve 28809 sayılı resmî gazete ’de yayımlanan elektrik piyasası lisans yönetmeliği kapsamında yapılacak rüzgâr ve güneş ölçümlerinin yapılmasına ve değerlendirilmesine ilişkin usul ve esasları belirlemek amacıyla düzenlenmiştir”.

Elektrik piyasası lisans yönetmeliği, 02.11.2013 tarihli ve 28809 sayılı resmî gazete ’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik 30.03.2013 tarih 28603 sayılı resmî gazete de yayımlanarak yürürlüğe giren 6446 sayılı elektrik piyasası kanunun uygulanmasına dair hükümleri içermektedir. Bu yönetmeliğin yayımlanmasıyla 4.08.2002 tarihli ve 24836 sayılı resmî gazete yayımlanan “Elektrik piyasası lisans yönetmeliği” yürürlükten çıkarılmıştır. Bu yönetmelikte elektrik piyasasında faaliyette bulunabilmesi için alınması zorunlu olan ön lisans ve lisanslar ile bu lisanslara ilişkin temel hükümleri, lisanslandırma işlemlerini, ön lisans ile lisans sahibi tüzel kişilerin hak ve yükümlülükleri düzenlenmiştir. Başvuru, inceleme ve değerlendirme, ön lisans ve lisans süreçlerinin tamamını içermektedir (Özcan, 2015:34). Bu yönetmeliğin beşinci maddesinde yenilenebilir enerji üretim faaliyeti oluşturan tüzel kişiler, faaliyeti birden fazla yerlerde yürütecek olursa, her bir yer için ayrı ön lisans almalıdır. Ancak birden çok yapı veya müstemilatının yüzeylerinde tesis edilen aynı tür yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretim tesisleri, sisteme aynı noktadan bağlanmak kaydıyla tek bir ön lisans veya üretim lisansı kapsamında değerlendirilebilir. Madde yedide yenilenebilir enerji üreten ve ürettiği enerjinin tamamını kullanan işletme ön lisans ile lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaftır. Madde on iki de belirtildiği üzere de yenilenebilir enerji kaynaklarında enerji üretme tesisi kurmak için ön lisans almak ve başvuruda bulunan tüzel kişilerden ön lisans alma ücretinin %10’nu tahsil edilir. Aynı yere birden fazla başvuru yapılması halinde öncelik hakkı madde on dörtte geçmekte olup yenilenebilir enerji kaynağına dayalı birden fazla başvuru olmasında, lisanslama sürecinde jeotermal, hidrolik, rüzgâr ve güneş enerjisi kaynaklarına öncelik verilmektedir. Madde on beşte ön lisans başvurularının değerlendirilmesi yer almaktadır. Bu madde de yenilenebilir

enerji de ön lisans başvurularında teknik değerlendirilmeler yenilenebilir enerji genel müdürlüğüne iletilmektedir. Teknik değerlendirilmesi kabul edilen başvurular TEİAŞ'a ve dağıtım şirketlerine bağlantı görüşmeleri için gönderilir. Madde on sekizde rüzgâr ve güneş enerjisi için ön lisans belgelerinde yenilenebilir enerji genel müdürlüğünden yapılan teknik değerlendirmelerin uygun olması gerekmektedir. Madde kırk üçte yer alan yenilenebilir enerji kaynaklarından üretim yapan tesislerin tamamlanma tarihini takip eden ilk sekiz yıllık süreçte yıllık lisans bedeli alınmaz.

Elektrik enerjisi üretimine yönelik jeotermal kaynak alanlarının kullanımına dair yönetmelik, 14.10.2008 tarihinde ve 27024 sayılı resmî gazete de yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğin amacı “elektrik enerjisi üretimine uygun jeotermal kaynak alanlarının kullanımına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir”.

Rüzgâr kaynağına dayalı elektrik üretimi başvurularının teknik değerlendirilmesi hakkında yönetmelik, 20.10.2015 tarihinde ve 29508 sayılı resmî gazetede yayımlanmıştır. Bu yönetmelikteki amaç ve kapsamı “rüzgâr enerjisiyle elektrik üretmek isteyen işletmelerin teknik değerlendirmelerini yapmak, olumlu olan projelerde herhangi bir değişiklik meydana gelmesi halinde değişiklik talepleri hakkında uygunluk yazısının düzenlenmesine ilişkin usul ve esasları belirlemektir”.

Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi kurmak üzere yapılan lisans başvurularına ilişkin yarışma yönetmeliği, 22.10.2010 tarihinde ve 27707 sayılı resmî gazete de yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğin amacı, “aynı bölgeye ve aynı trafo merkezi için birden fazla rüzgâr enerjisine dayalı elektrik üretim tesisi başvurusu yapılırsa, kabul edilecek projeyi belirlemek için yapılacak yarışmanın ve yarışma sonunda belirlenen rüzgâr enerjisine dayalı elektrik üretim santrali katkı payının ödenmesine ilişkin usul ve esasların belirlenmesidir”.

Güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesisleri hakkında yönetmelik, 19.06.2011 tarihinde ve 27969 sayılı resmî gazete de yayımlanmıştır. Güneş enerjisinden elektrik üretmek isteyen tesislerde kullanılacak malzemelerin standartları ve test yöntemleri ile güneş enerjiden üretilen veya güneş enerjisiyle beraber diğer enerji kaynaklarını kullana hibrit tesislerde üretilmekte olan elektrik enerjisinin üretim miktarlarını denetlemektir.

Elektrik piyasasında lisansız elektrik üretimine ilişkin yönetmelik, 02.10.2013 tarihinde ve 28783 sayılı resmî gazetede yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğin amacı “tüketicilerin elektrik ihtiyaçlarını en yakın noktadaki üretim tesislerinden karşılanması ve kayıp oranlarının azaltılması, arz güvenliği sağlanarak küçük ölçekli üretim işletmelerini ekonomiye kazandırılması, elektrik enerjisi üretebilecek gerçek veya tüzel kişilere uygulanacak usul ve esasların belirlenmesidir”.

Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi kurmak üzere yapılan lisans başvurularına ilişkin yarışma yönetmeliği, 29.05.2012 tarihinde ve 28307 sayılı resmî gazete de yayımlanmıştır.

Bu yönetmeliğin amacı, aynı bağlantı bölgesine yapılmak istenen birden fazla rüzgar veya güneş enerjisine elektrik üretme tesisi kurulması için başvurularda TEİAŞ tarafından 5346 sayılı kanun kapsamında YEK destekleme mekanizmasından faydalanabileceği süreler geçerli olmak üzere yine bu kanunun II sayılı cetvelde hakları saklı kalmak şartıyla I cetveldeki en düşük fiyat teklif edilmesi esasına göre yapılacak yarışmaya ilişkin usul ve esaslar ile yarışmaya katılacak tüzel kişilerin hak ve yükümlülüklerinin belirlenmesidir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının belgelendirilmesi ve desteklenmesine ilişkin yönetmelik, 01.10.2013 tarihli ve 28782 sayılı resmî gazetede yayımlanmıştır. Bu yönetmelikte, yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi teşvik edilmesi amacıyla, lisans sahibi tüzel kişilere yenilenebilir enerji kaynak belgesi verilmesi ile 5346 sayılı kanun kapsamında işletilecek YEK Destekleme Mekanizmasının kuruluşu ve işleyişini düzenlemek amacıyla kamu tüzel kişilerinin görev ve yetkileri ile ilgili gerçek ve tüzel kişilerin hak ve sorumluluklarına ilişkin usul ve esasları kapsar.

Yenilenebilir enerji kaynaklarında elektrik enerjisi üreten tesislerde kullanılan aksamın yurt içinde imalatı hakkında yönetmelik, 24.06.2016 tarihli ve 29752 sayılı resmî gazetede yayımlanmıştır.

Bu yönetmelikteki amaç, yurt içinde imal edilecek yenilenebilir enerji kaynaklarında elektrik enerjisi üreten tesislerde kullanılan aksamın ve aksamı oluşturan bütünleştirici parçaların, 5346 sayılı kanunun ekindeki II sayılı cetvele göre ilave fiyatın uygulanabilme koşulları ile her bir başvuru kapsamında uygulanacak ilave fiyat miktarının belirlenmesi, belgelendirilmesi ve denetlenmesi ile ilgili usul ve esasların belirlenmesidir.

Güneş enerjisine dayalı lisans başvurularının teknik değerlendirilmesi hakkında yönetmelik, 01.06.2013 tarihinde ve 28664 sayılı resmî gazetede yayımlanmıştır. “Bu yönetmeliğin

amacı; elektrik enerjisi üretiminde güneş enerjisinin etkin ve verimli kullanımını sağlamak amacıyla güneş enerjisine dayalı yapılan lisans başvuruları hakkında verilecek teknik görüşün oluşturulmasına ilişkin usul ve esasları belirlemektir”.

Rüzgâr ve güneş enerjisine dayalı üretim tesisi kurmak üzere yapılan ön lisans başvurularına ilişkin yarışma yönetmeliği, 13.05.2013 tarihli ve 30065 sayılı resmî gazetede yayımlanmıştır.

Bu yönetmeliğin amaç ve kapsamı, 6446 sayılı kanun kapsamında, rüzgâr ve güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretim tesisi kurmak için yapılan ön lisans başvurularında aynı bölge kapsamında birden fazla başvuru olması halinde TEİAŞ tarafından 5345 sayılı kanun kapsamında tesislerin YEK destekleme mekanizmasından yararlanabileceği sürelerde geçerli olmak ve 5346 sayılı kanunun eki (II) sayılı cetvelde belirtilen hakları saklı kalmak kaydıyla, 5346 sayılı Kanunun eki (I) sayılı cetvelde yer alan fiyatlar üzerinden en düşük fiyatın teklif edilmesi esasına göre yapılacak yarışmaya ilişkin usul ve esaslar ile yarışmaya katılacak tüzel kişilerin hak ve yükümlülüklerinin belirlenmesidir.

Elektrik enerjisi üretimine yönelik yenilenebilir enerji kaynak alanlarının belirlenmesi, derecelendirilmesi, korunması ve kullanılmasına ilişkin usul ve esaslara dair yönetmeliğin amacı; kamu ve hazine arazilerinde elektrik enerjisi üretimine uygun yenilenebilir enerji kaynak alanlarının belirlenmesi, derecelendirilmesi, korunması ve kullanılmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.

Enerji sektörü araştırma- geliştirme projeleri destekleme programına (ENAR) dair yönetmelik, 08.08.2010 tarihinde ve 27605 sayılı resmî gazetede yayımlanmıştır.

Yönetmeliğin amacı; Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından enerji politikalarına, arz güvenliğine, yerli enerji teknolojileri ve endüstrisine hizmet edecek şekilde oluşturulacak destek programları kapsamında tüzel ve gerçek kişilerin bilimsel ve teknolojik bilgiyi ürüne, sürece, yönetime, uygulamaya veya sisteme dönüştürme aşamalarında yapacağı teknoloji geliştirme ve yenilik odaklı araştırma, geliştirme, iyileştirme ve örnek uygulama projelerinin seçilmesi, desteklenerek izlenmesi, sonuçlandırılması ve sonuçların değerlendirilmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları alanında sabit fiyat garantisi, lisanssız üretim ve mali teşviklerden olan KDV istisnası ve gümrük vergisi muafiyeti uygulamaktadır. Çizelge 4.7’de Türkiye’de faaliyette bulunan tüm teşvik ve önlemler maddeler halinde verilmiştir.

Türkiye’de en fazla kullanılan destek ve teşvik sistemlerinin başında sabit fiyat garantisi gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına göre teşvikler Çizelge 4.6’da verilmiş olup gerçek ve tüzel kişiler, ihtiyaç fazlası olan elektrik enerjilerini dağıtım sistemine vermeleri halinde I sayılı cetveldeki ücretlendirmeden on yıl boyunca yararlanmaktadır.

6094 sayılı yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanunda değişiklik yapılmasına dair kanuna göre, Çizelge 6.6’da ki verilere göre hidroelektrik ve rüzgâr enerjisi üretim tesisi için sabit fiyat garantisi 7,3 cent, jeotermal enerjiye dayalı üretim tesisi için 10,5 cent ve biyokütle ve güneş enerjisine dayalı üretim için 13,3 cent sabit fiyat garantileri belirlenmiştir. 31.12.2020 tarihinden önce işletmeye giren üretim tesislerinde yararlanılan malzemelerin Türkiye’de üretilmesi halinde I sayılı cetvelde verilen fiyatlara, II sayılı cetvelde yer alan yerli katkı ilavesi de eklenmektedir.

“Türkiye’de 2010-2013 yılları arasında yenilenebilir enerji kaynakları (hidroelektrik, biyokütle, rüzgâr ve jeotermal enerji kaynakları) için girişilen yatırımlar ve bu tüzel kişilerin sahip olduğu işletmelere devletin vermiş olduğu toplam destek miktarları Çizelge 4.8’de görülmektedir” (Yılmaz, 2015:127)

Çizelge 4. 8. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarına uygulanan teşvik miktarları (2010-2013) (Yılmaz, 2015:128)

	YILLAR	ÜRETİLEN ENERJİ (kWh)	TOPLAM ÖDENEN (Dolar)
Hidroelektrik	2010	90 775 118	66 265 836
	2011	1 498 559 042	109 394 810
	2012	1 647 778 052	120 287 797
	2013	1 040 258 929	76 198 572
Biyokütle	2010	206 070 881	27 407 427
	2011	103 560 316	27 948 929
	2012	336 475 032	53 043 799
	2013	704 262 745	93 666 945
Rüzgar	2010	888 572 274	64 865 776
	2011	1 420 588 638	103 702 970
	2012	205 195 174	14 979 247
	2013	2 016 858 890	163 259 610
Jeotermal	2010	497 276 905	52 214 075
	2011	500 159 665	52 516 764
	2012	565 700 416	59 398 543
	2013	514 850 448	54 059 297

2010-2013 yılları arasında en fazla verilen teşvik miktarları ve üretilen enerji sırasıyla hidroelektrikte 2012 yılında 120 287 797 milyon dolar 1 647 778 052 kWh enerji, biyokütlede 2013 yılında 93 666 945 milyon dolar 704 262 745 kWh enerji, rüzgârda 2013 yılında 163 259 610 milyon dolar 2 016 858 890 kWh enerji ve jeotermalde ise 2012 yılında 59 398 543 milyon dolar 565 700 416 kWh olmuştur.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi yapan tesislere, sabit fiyat garantisi haricinde önemli teşviklerden biri olan lisanssız üretim hakkı da verilmektedir. Lisans alma ve şirket yükümlülüğünden muaf olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisi kurulu gücü 500 kW'tan 1 MW'a çıkartılmış, ayrıca rekabetin gelişmesi ve arz güvenliğinin sağlanması açısından yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisinin kurulu gücü, Bakanlar Kurulu tarafından 5 kata kadar (5 MW) arttırılması kararlaştırılmıştır (Yılmaz, 2015:103).

Türkiye'de enerjide dışa bağımlığı azaltacak yenilenebilir enerji yatırımlarını artıracak özel sektöründe içinde bulunduğu çeşitli kredi ve fonlar bulunmaktadır.

5. SONUÇ

Dünyadaki nüfus artışı, yaşam standartlarının yükselmesi, yeni teknolojik gelişmelerin oluşması ve sanayileşme neticesinde önemli bir hammadde olan enerjiye de ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Dünyadaki fosil enerji kaynaklarının belli bölgelerde yoğunlaşmış olması ülkeler arasında eşitsizliğe neden olmuştur. Dünya da en fazla kullanılan enerji kaynağı fosil yakıtlar olup, bu yakıtlar 2015 yılı sonu itibariyle enerji tüketiminin %78,4'ünü karşılamaktadır. Fosil yakıtlar tükenbilir ve çevreye zararlı bir enerji kaynağı çeşididir. Aynı zamanda fosil kaynakların sürekli olarak C(karbon) salınımı yapıp çevreyi kirletmesi ve bunun dünyayı tehdit edecek boyutlara ulaşması ülkeleri yeni, yerel ve temiz enerji kaynakları arayışına yöneltmiştir.

Enerji kalkınmanın temel faktörü olması nedeniyle büyük ölçüde enerji bakımından dışarıya bağlı olan ülkeler enerji ihraç eden ülkelere bağımlı hale gelmektedirler. Bu sorunun çözümlenebilmesi ancak enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesiyle mümkün olabilecektir. Bu nedenle başta dünyada gelişmiş ülkeler olmak üzere birçok ülke yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırma çabası içerisine girmişlerdir. Diğer yandan fosil kaynaklı yakıtların çevreye vermiş olduğu zararları önlemek amacıyla uluslararası düzeyde ülkelerin imzaladıkları uluslararası sözleşmeler çerçevesinde yapmak zorunda oldukları yasal prosedürlere bağlı olarak yenilenebilir enerji politikaları oluşturmak zorundadırlar. Dünyada 2015 yılı sonu itibariyle enerji tüketiminde %19,3 oranında da yenilenebilir enerji kullanılmaktadır.

Türkiye fosil yakıtlar bakımından mevcut enerji ihtiyacını karşılayacak düzeyde bir kaynağa sahip değildir. Enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü dışarıdan karşılamaktadır. Her geçen gün büyümekte olan Türkiye'nin enerji ihtiyacı da artmakta olup cari açığın büyük bir kısmını enerji ithalatı oluşturmaktadır. Türkiye'nin güneş enerjisinde 500 GW, hidrolik enerjide 433 kWh, rüzgâr enerjisinde 88 000 MW, jeotermal enerjide 31 500 MW ve biyokütlede atık olarak 8,6 MTEP enerji potansiyeli mevcuttur. Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli yüksek olmasına rağmen bunu tam anlamıyla kullanamamaktadır. Jeotermal enerji de mevcut enerjinin ancak %6'sı elektrik enerjisine çevrilebilmektedir. "2016 yılsonu itibariyle Türkiye'nin yenilenebilir enerji toplam kurulu gücü yaklaşık 35 GW olarak hesaplanırken, toplam elektrik üretiminin ise yüzde 35'i yenilenebilir kaynaklar

tarafından karşılanmaktadır” (Karagöl ve Kavaz,2017:7). Türkiye’deki bu yenilenebilir enerjideki kurulu gücün büyük bir çoğunluğunu hidroelektrik enerjisi oluşturmaktadır.

Türkiye yenilenebilir enerji politikasında 2005 yılında somut adımlar atmaya başlamıştır. “5346 sayılı yenilenebilir enerji kanunu (YEK) ile birlikte Türkiye Devleti, bizzat yenilenebilir enerji için yerli kaynakların kullanımının arttırılmasını amaçlamış, bu doğrultuda yatırımcılar için belirli teşvik uygulamalarına gitmiştir” (Yılmaz. ve Hotunoğlu. 2015:95) Bu kanunla birlikte yenilenebilir enerji kaynağı için sabit fiyat garantisi vermiş olup daha sonra yerli katkı ilave teşviki getirilmiştir. Sabit fiyat garantisi ve yerli katkı ilave teşvikinden başka, 1 MW’a kadar gerektiğinde Bakanlar Kurulu kararı ile 5 MW’a kadar çıkan lisansız elektrik üretimi, arazi kullanım ücretlerinin teşviki, KDV istisnası, gümrük vergisi muafiyeti, vergi indirimi ve faiz desteği de bulunmaktadır. Bu destekler geliştirilerek yenilenebilir enerji üreticilerini daha fazla enerji üretmeye teşvik edilmelidir. Türkiye yenilenebilir enerjiyi tam anlamıyla kullanması halinde enerjide dışa bağımlılık azalacak, sürdürülebilir ekonomik büyüme ve gelişmeye imkân sağlanacak, yenilenebilir enerji de araştırma ve geliştirme faaliyetleri geliştirilecek, cari açığın düşürülmesi sağlanacak, çevre konusunda uluslararası taahhütler yerine getirilecek, enerji güvenliği sağlanacak ve sosyal ekonomik hayatta refah ve istikrar artacaktır. Türkiye’nin imzaladığı Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşmalarındaki amaç, dünyada sera gazı seviyesini aşağıya indirmek küresel sıcaklığı belli bir seviyede tutmaktır. Bu anlaşmaların gereği olarak da Türkiye’nin toplam enerji tüketimi içerisinde yenilenebilir enerjinin payını arttırmak zorunluluğu bulunmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye’deki elektrik üretiminde yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Granger Nedensellik Analiziyle incelenmiş olup 1984-2016 dönemi esas alınmıştır. Ekonomik büyüme göstergesi olarak GSYH, yenilenebilir enerji olarak da toplam enerji içerisinde yenilenebilir enerjinin payı yıllık olarak alınmıştır. Gerek GSYH ve gerekse yenilenebilir enerjinin payı değişkenlerinin doğal logaritmaları alınarak işlem yapılmıştır. Verilerin durağanlaştırılması için ADF ve KPSS testlerine tabi tutulmasıyla birinci derecede farkları alınması durumunda durağanlaştıkları görülmüştür. Serilerde eşbütünleşme ilişkisi Johansen eşbütünleşme testiyle yapılmış olup yenilenebilir enerji ve GSYH değişkenleri arasında bir eşbütünleşme tespit edilmiş olup eştümleştirici katsayılar esas alındığında yenilenebilir enerji değişkenindeki %1’lik değişimin GSYH değişkenini %1’den daha az değiştirdiği ortaya çıkmıştır. Diğer yandan GSYH’daki %1’lik değişimin yenilenebilir enerji

değişkenini %1'den daha fazla değiştirdiği görülmüştür. Yapılan Granger testi sonucu ise yenilenebilir enerjiyle GSYH arasında ve GSYH ile yenilenebilir enerji arasında bir nedensellik ilişkisi bulunmamıştır. Her ne kadar eştümleştirici modellerde GSYH ve yenilenebilir enerji arasında pozitif bir ilişki olmasına rağmen nedensellik ilişkisinin bulunmamış olmasının nedeni Türkiye'de yenilenebilir enerjinin henüz gerek teknolojik açıdan ve gerekse ekonomik açıdan işletme bazında kullanımını sağlayacak boyutta olmaması ve yenilenebilir enerji konusunda yeterli uzunlukta verilerin bulunamamış olmasıdır denilebilir.



KAYNAKÇA

- Aydın L. (2014). *Enerji Ekonomisi ve Politikaları Kuram ve Kavramlar-Piyasalar-Modeller- Politikalar* (Birinci Baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Bayraç. N., Çelikay.F. ve ÇİLDİR.M. (2018). *Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Enerji Politikaları* (Birinci Baskı). Ekin Yayınevi.
- Deutsche Welle Türkçe <http://www.dw.com/tr/%C3%A7inden-yenilenebilir-enerji-ata%C4%9F%C4%B1/a-15160343> Erişim Tarihi: 10.12.2017
- Devlet Planlama Başkanlığı. Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1985-1989 Ankara: <http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/Kalknma%20Planlar/Attachments/5/plan5.pdf> Erişim Tarihi: 05.01.2018
- Devlet Planlama Başkanlığı. (1989). Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı 1990-1994 <http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/Kalknma%20Planlar/Attachments/4/plan6.pdf> Erişim Tarihi: 07.01.2018
- Devlet Planlama Başkanlığı (1995). Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1996-2000 <http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/Kalknma%20Planlar/Attachments/3/plan7.pdf> Erişim Tarihi: 10.01.2018
- Devlet Planlama Teşkilatı (2000). Uzun Vadeli Strateji ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001-2005 Ankara <http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/Kalknma%20Planlar/Attachments/2/plan8.pdf> Erişim Tarihi:15.01.2018
- Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (2006). Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013 <http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/Kalknma%20Planlar/Attachments/1/plan9.pdf> Erişim Tarihi:20.01.2018
- Dışişleri Bakanlığı, <http://www.mfa.gov.tr/yenilenebilir-enerji-kaynaklari.tr.mfa> Erişim Tarihi:25.03.2018
- Doğanay. H. ve Coşkun. O. (2017). *Enerji Kaynakları*. (Üçüncü Baskı). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Enerji Enstitüsü, <https://enerjienstitusu.org/2017/02/10/tuz-golu-dogalgaz-depolama-tesis-hizmete-basliyor/> Erişim Tarihi:25.11.2017
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik> Erişim Tarihi: 10.02.2018
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2017). *Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü*. Strateji Geliştirme Başkanlığı
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Müdürlüğü, Biyokütle http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_enerjisi.aspx Erişim Tarihi: 12.03.2018
- Erdoğan. S. (2016). *Arz Güvenliği Bakışı ile Türkiye’de Enerji Politikalar*. Ankara: Orion Yayınları.
- Gedik Torunoğlu, Ö. (2015). *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Granger, C.W.J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37: 424-438

Kalkınma Bakanlığı. Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018
http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/Kalkınma%20Planlar/Attachments/12/Onuncu_Kalk%C4%B1nma_Plan%C4%B1.pdf Erişim Tarihi: 30.01.2018

Karagöl E.T. ve Kavaz İ. (2017). *Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji*. Seta Yayınları

Karalı. Ş. (2017). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye ve Dünya Ekonomisine Katkısı*, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

KPMG Türkiye. (2016). Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Vergi ve Teşvikler.
<https://home.kpmg.com/tr/tr/home/gorusler/2016/03/yenilenebilir-enerjiye-yonelik-vergi-ve-tesvikler.html> Erişim Tarihi: 15.04.2018

Kwiatkowski, D., Phillips, P.C.B., Schmidt, P., Shin, Y. 1992. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root, how sure are we that economic time series have a unit root? *Journal of Econometrics* 54: 159-78.

MTA Jeotermal Araştırmalar <http://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>) Erişim Tarihi: 02.11.2017

Musk. E. (2017). *Geleceği İnşa Eden Adam*. İrvana.Ö.T. (Çev.) Zeplin Yayınları

OECD Verileri <https://data.oecd.org/energy/renewable-energy.htm#indicator-chart> Erişim Tarihi: 12.02.2018

Özcan. B. (2015). *Yenilenebilir Enerjide Mevzuat: Mevzuat Sorunlarına Yönelik Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Türk Hava Kurumu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara

Öztürk. H. (2013). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*”, İstanbul. Birsen Yayınevi.

Ren21 Renewables Global Status Report 2017 <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/> Erişim Tarihi: 03.11.2017

Resmî Gazete (2005), Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/05/20050518-1.htm> Erişim Tarihi: 25.02.2018

Resmî Gazete (2007), Enerji Verimliliği Kanunu,
<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/05/20070502-2.htm> Erişim Tarihi:02.03.2018

Resmî Gazete (2008), Elektrik Enerjisi Üretimine Yönelik Jeotermal Kaynak Alanlarının Kullanımına Dair Yönetmelik, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/10/20081014-6.htm> Erişim Tarihi: 01.03.2018

Resmî Gazete (2010), Rüzgar Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi Kurmak Üzere Yapılan Lisans Başvurularına İlişkin Yarışma Yönetmeliği,
<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/09/20100922-3.htm> Erişim Tarihi: 11.03.2018

Resmî Gazete (2011), Güneş Enerjisine dayalı Elektrik Üretim Tesisleri Hakkında Yönetmelik,
<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.15058&sourceXmlSearch=&MevzuatIliski=0> Erişim Tarihi: 11.03.2018

Resmî Gazete (2011), Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Yapılan Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun,
<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/01/20110108-3.htm> Erişim Tarihi: 27.02.2018

Resmî Gazete (2013), Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmeliğin Uygulanmasına Dair Tebliğ
<http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.18914&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=ELEKTR%DDK%20P%DDYASASI> Erişim Tarihi: 03.03.2018

Resmî Gazete (2013), Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik,
<http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.18911&sourceXmlSearch=Lisanss%C4%B1z&MevzuatIliski=0> Erişim Tarihi: 18.03.2018

Resmî Gazete (2013), Enerji Piyasası Kanunu,
<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/03/20130330-14.htm> Erişim Tarihi: 15.02.2018

Resmî Gazete, (2013), Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik,
<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.18907&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=%2020=Yenilenebilir%20Enerji%20Kaynaklar%C4%B1> Erişim Tarihi: 12.02.2018

Resmî Gazete (2014), Rüzgar ve Güneş Enerjisine Dayalı Ön lisans Başvuruları İçin Yapılacak Rüzgar ve Güneş Uygulamalarına Dair Tebliğ,
<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.19796&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=R%C3%BCzgar%20ve%20G%C3%BCne%C5%9F%20Enerjisine%20Dayal%C4%B1%20C3%96nlisans%20Ba%C5%9Fvurular%C4%B1%20C4%B0%C3%A7in%20Yap%C4%B1lacak%20R%C3%BCzgar%20ve%20G%C3%BCne%C5%9F%20C3%96l%C3%A7%C3%BCmleri%20Uygu> Erişim Tarihi : 27.03.2018

Resmî Gazete (2015), Rüzgâr Kaynağına Dayalı Elektrik Üretimi Başvurularının Teknik Değerlendirilmesi Hakkında Yönetmelik,
<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/10/20151020-2.htm> Erişim Tarihi: 14.03.2018

Resmî Gazete. (2016). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Yerli Aksamın Desteklenmesi Hakkında Yönetmelik,
<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/06/20160624-1.htm> Erişim Tarihi: 14.03.2018

Resmî Gazete, (2017), Rüzgar veya Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi Kurmak Üzere Yapılan Ön lisans Başvurularına İlişkin Yarışma Yönetmeliği,
<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/05/20170513-8.htm> Erişim Tarihi: 15.03.2018

Sağlam M ve Uyar T.S. (2005). *Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli*. Elektrik Mühendisleri Odası. Ankara.

Savrul K. B. (2016), *Enerji Ekonomisi: Türkiye'nin Enerji Sektörü ve Alternatif Enerji Kaynakları*, Dora Yayıncılık, Çanakkale

Selvi.N. (2017). *Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi Arasındaki İlişki: Türkiye Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Sivas.

Seydioğulları. H.S. (2013). *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji*. TMMOB Şehir Plancıları Odası. Planlama. Syf (19-23)

TEİAŞ, (2018), <https://www.teias.gov.tr/tr/iii-elektrik-enerjisi-uretimi-tuketimi-kayıplar>, (Erişim tarihi 7 Şubat 2018).

Türkiye Petrolleri. (2017). *Ham Petrol ve Doğalgaz Sektör Raporu*.

<http://www.tpao.gov.tr/tp5/docs/rapor/sectorrapor3105.pdf> Erişim Tarihi:22.12.2017

Türkiye Rüzgâr Enerji Birliği. (2017) Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu. Temmuz

Uluslararası Enerji Ajansı URL:

<https://www.iea.org/statistics/statisticsearch/report/?country=WORLD&product=oil&year=2015> Son Erişim Tarihi: 21.12.2017

Wikipedia.

https://tr.wikipedia.org/wiki/Amerika_Birle%C5%9Fik_Devletleri%27nde_yenilenebilir_enerji Erişim tarihi: 20.03.2018

Wikipedia, https://tr.wikipedia.org/wiki/Almanya%27da_yenilenebilir_enerji Erişim Tarihi: 25.03.2018

WORLDBANK, (2018), <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD?locations=TR> Erişim tarihi 7 Şubat, 2018.

WWEA 2017 Preliminary Data Dünya rüzgâr enerjisi derneği <http://www.wwindea.org/2017-statistics/> Erişim Tarihi: 04.10.2017

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü. <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx> Erişim Tarihi: 10.11.2018

Yeşil Ekonomi <http://yesilekonomi.com/almanya-yenilenebilir-kaynakli-elektrik-tuketiminde-yuzde-323e-ulasti> Erişim Tarihi:27.03.2018

Yeşil, M.A. (2015). *TR2 Bölgesi Yeşil Enerji Kaynakları Sektör Raporu*, Serhat Kalkınma Ajansı Yayını

Yılmaz A.S. (2014), *Yeşil İşler ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Alanındaki Potansiyeli*, Kalkınma Bakanlığı Yayınları,

Yılmaz. O. ve Hotunoğlu H. (2015). *Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye*. Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl 2 sayı:2 syf (74-96)

Yurdadoğ, V. ve Tosunoğlu, Ş. (2017) *Renewable Energy Support Policies in Turkey* Eurasian Academy of Sciences Eurasian Business ve Economics Journal Volüme:9, syf 1-21

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı: Aydın OKUR
Doğum Tarihi ve Yeri: 12.08.1986 / Amasya
E-Posta: aydin.okur@amasya.edu.tr
Telefon: 0 555 813 28 23

Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans:	Ahmet Yesevi Üniversitesi Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi	(2016)
Lisans:	Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği	(2010)
	Anadolu Üniversitesi İktisat ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü	(2012)

Yayımlar :

1. OKUR, A. ve ŞİMŞEK, E. (2018). Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi, *3th International Congress on Engineering Architecture and Design*, Kocaeli, Turkey.

