



Kadir Kaya, Mahmut Can Şenel, Erdem Koç
Ondokuz Mayıs University, Samsun-Turkey
kadir.kaya@omu.edu.tr; mahmutcan.senel@omu.edu.tr;
erdemkoc@omu.edu.tr

DOI	http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2018.13.3.2A0152	
ORCID ID	0000-0003-4273-6684	0000-0001-7897-1366
	0000-0003-4892-7705	
CORRESPONDING AUTHOR	Kadir Kaya	

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLLR ENERJİ KAYNAKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZ

Yenilenebilir enerji kaynakları, oldukça uzun bir gelecekte tükenmeden kalabilen, çevreci ve temiz enerji kaynakları olarak bilinmektedir. Son yıllarda yaşanan küresel ısınma ve çevre kirliliğindeki artış, birçok ülkeyi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya sevk etmiştir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları; hidrolik enerji, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, jeotermal enerji ve biyokütle enerjisidir. Bu kaynakların kullanımı, enerjinin üretimi ve dönüştürülmesi sırasında yenilenemez enerji kaynaklarına göre daha az çevresel sorunlara sebep olması nedeniyle kullanımı her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmada, dünyada ve Türkiye'de yenilenebilir enerji potansiyeli, mevcut kullanım durumu ve yakın gelecekteki kullanım hedefleri güncel verilere dayanarak değerlendirilmiştir. Yürütülen çalışma neticesinde, yenilenebilir enerjiden elektrik enerjisi üretimi %23,7 seviyesinde olduğu görülmüştür. Bu sebeple, ülkelerin birçok çevresel soruna sebep olan yenilenemez enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelerek bu kaynakların kullanımını teşvik etmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Yenilenebilir, Hidrolik, Rüzgar, Güneş

THE GENERAL EVALUATION OF RENEWABLE ENERGY IN THE WORLD AND TURKEY

ABSTRACT

Renewable energy sources are known to be environmentally friendly and clean energy sources that can be inexhaustible for a very long time. The recent global warming and the increase in environmental pollution have led many countries to use renewable energy sources. Renewable energy sources (hydraulic energy, wind energy, solar energy, geothermal energy and biomass energy) have commonly used nowadays. The use of these energy sources has been increased day by day because it does not cause the environmental problems during the production and conversion of the energy. In this study, renewable energy sources, current situation and near future usage targets were evaluated based on current datas for Turkey and the world. As a result of the study, it was seen that electricity production from renewable energy was approximately 23.7%. For this reason, countries should focus on renewable energy sources instead of non-renewable energy sources that cause many environmental problems. It should also encourage the use of these resources.

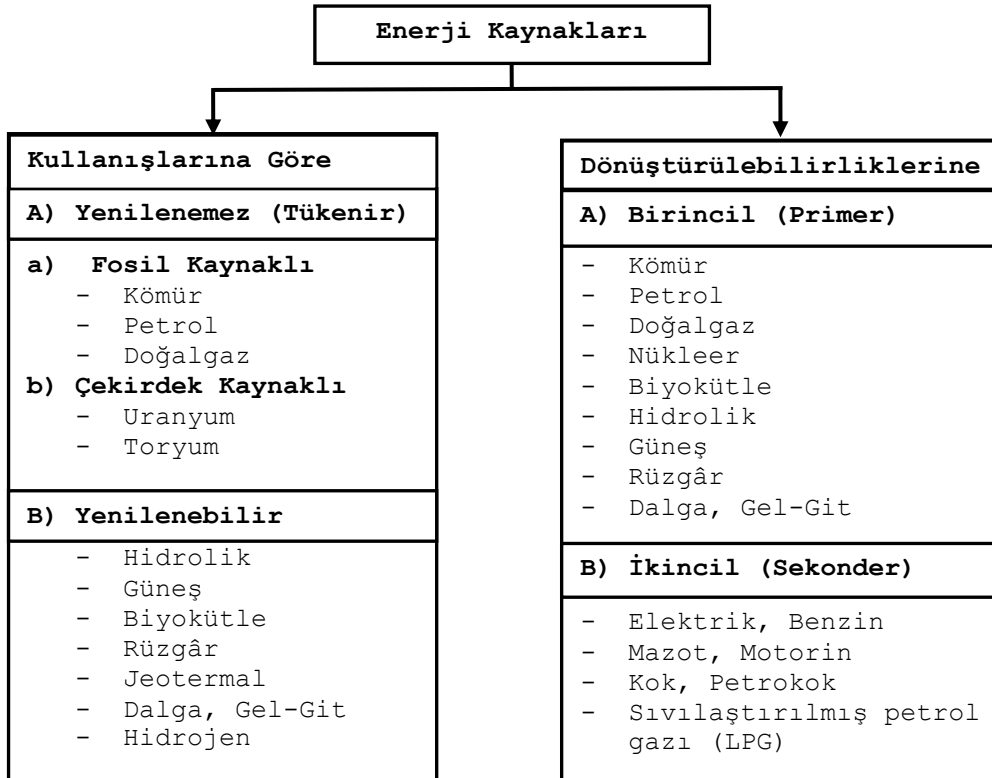
Keywords: Energy, Renewable, Hydraulic, Wind, Solar

How to Cite:

Kaya, K. ve Şenel, M.C. ve Koç, E., (2018). Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebillr Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi, **Technological Applied Sciences (NWSATAS)**, 13(3): 219-234. DOI:10.12739/NWSA.2018.13.3.2A0152.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Dünya nüfusundaki hızlı artış, sanayileşme, teknolojik araç ve gereçlerin insan yaşamında yoğun bir şekilde yer alması, enerji tüketiminin hızlı bir şekilde artmasına neden olmaktadır. Fabrikalar, atölyeler, evdeki elektronik araçlar, sokak aydınlatmaları, demiryolu taşımacılığı hatta elektrikle çalışan otomobiller gibi birçok alanda enerji, temel girdi haline gelmiştir. Bütün bu gelişmeler, enerji tüketimini her yıl ortalama %4-5 oranında arttırmaktadır [1]. Enerji üretiminde yaygın olarak kullanılan fosil yakıt rezervlerinin (kömür, petrol ve doğal gaz) azalması, fosil yakıtların işlenmesi için daha derinlere inilme zorunluluğunu getirmiştir. Fosil yakıtlar üzerine yapılan araştırmalar neticesinde; dünyadaki enerji tüketim hızı fosil yakıtların oluşum hızınının 300 bin katına eşit olduğunu göstermektedir. Başka bir ifadeyle, bir günde yaklaşık bin yıllık fosil yakıt oluşumu tüketilmektedir. Bu durum, fosil yakıt rezervlerinin giderek tükenmesinin bir göstergesi olup enerji ihtiyacı duyan ülkeleri de yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmektedir [1 ve 3]. Enerji kaynakları kullanışlarına göre yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak ikiye ayrılırken; dönüştürülebilirliklerine göre enerji kaynakları birincil ve ikincil enerji kaynakları şeklinde sınıflandırılmaktadır (Şekil 1). Yenilenemez enerji kaynakları, kısa bir gelecekte tükenebileceği öngörülen enerji kaynakları olup fosil kaynaklılar ve çekirdek kaynaklılar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları ise; oldukça uzun sayılabilecek bir gelecekte tükenmeden kalabilecek, kendisini yenileyebilen kaynakları ifade etmektedir [3 ve 4].



Şekil 1. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması [3]
(Figure 1. Classification of the energy sources)

Enerjinin herhangi bir değişim ya da dönüşüme uğramamış şekline birincil (primer) enerji denilmektedir. Birincil enerji kaynakları; petrol, kömür, doğal gaz, nükleer, hidrolik, biyokütle, dalga-gelgit,

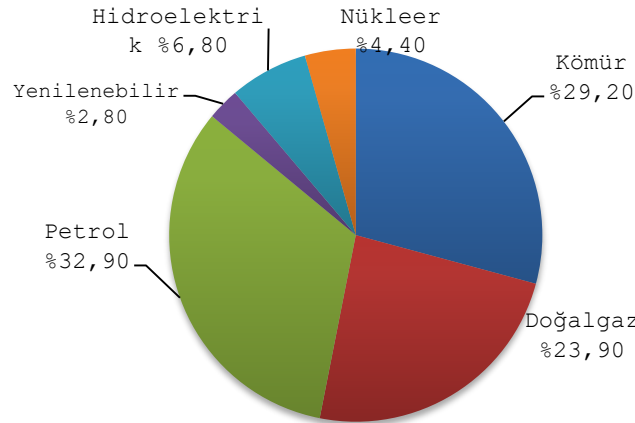
güneş ve rüzgardır. Birincil enerjinin dönüştürülmesi sonucu elde edilen enerji de ikincil (sekonder) enerji şeklinde tanımlanmaktadır. Elektrik, benzin, mazot, motorin, kok kömürü, ikincil kömür, petrokok, hava gazı, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) bu tip enerji kaynaklarındandır [3 ve 5].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Artan nüfus, toplumların refah seviyelerinin yükselmesi ve teknolojik gelişmeler tüm dünyada ve Türkiye’de enerji ihtiyacını giderek artırmaktadır. Bu ihtiyacı karşılayabilmek, rezervleri sınırlı olan yenilenebilir enerji kaynaklarımızın planlı bir şekilde kullanımını sağlamak amacıyla dünyada ve Türkiye’de var olan yenilenebilir enerji kaynaklarının durumu tespit edilmelidir. Bu amaçla, bu çalışmada, dünyada ve Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının (hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, dalga ve gelgit enerjisi) genel durumu güncel verilere dayanarak değerlendirilmiş ve ülkelerin yenilenebilir enerji kurulu güçleri karşılaştırılmıştır.

3. DÜNYA’DA ENERJİNİN GENEL DURUMU (THE STATE OF ENERGY IN THE WORLD)

Dünyada kullanılan enerjinin çoğu birincil enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. 2016 yılı verilerine göre, dünyada tüketilen toplam birincil enerji 13.147 Mtep (milyon ton eşdeğer petrol) olup tüketilen enerjinin kaynaklara göre dağılımı petrol (%32.9), kömür (%29.2), doğal gaz (%23.9), hidroelektrik (%6.8), nükleer (%4.4) ve yenilenebilir (%2.8) şeklinde sıralanmaktadır (Şekil 2). Dünyada toplam birincil enerji tüketiminin %86’sını petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlı yenilenebilir enerji kaynakları oluşturmakta olup burada yenilenebilir enerji kaynakları olarak rüzgar, güneş, jeotermal ve biyokütle enerjisi dikkate alınmaktadır [5].



Şekil 2. Dünyada birincil enerji tüketiminin kaynaklar bazında dağılımı (2016) [6]

(Figure 2. Source-based distribution of primary energy consumption in the world (2016) [6])

Dünyada toplam kanıtlanmış petrol rezervleri 239 milyar ton varil olup bu miktar, 51 yıllık tüketimi karşılamaktadır. Kalan üretilebilir petrol rezervlerinin yaklaşık %60’ı kara, %37’si deniz ve geri kalan kısmı Kuzey Kutbunda yer almaktadır. Güney ve Orta Amerika en yüksek rezerv üretim oranına sahiptir. Son on yılda küresel kesinleşmiş rezervler %26 oranında olup bu süreçte petrol kapasitesi 350 milyar varil artmıştır [7 ve 8]. Dünya kesinleşmiş doğal gaz rezervi 2016 yılı sonunda 186.9 trilyon m³ olarak belirlenmiş olup bu



miktar küresel üretimi 53 yıl gibi bir süre boyunca karşılamak için yeterlidir. Rezervlerin dünyadaki dağılımları göz önüne alındığında en yüksek paya sahip olan bölge Orta Doğu'dur [7]. Dünya kesinleşmiş kömür rezervleri küresel üretimi 114 yıl boyunca karşılamaya yetecek miktarda olup tüm yakıtlar arasında en yüksek rezerv üretim oranına sahiptir. Amerika en fazla yerel rezerve sahip ülke olup arkasından Rusya ve Çin gelmektedir. 2000-2009 yılları arasındaki kömür tüketimini yıllık ortalama %9,5 arttıran Çin, 2013 yılı sonu itibarıyla dünya kömür üretiminin yarısını tüketirken, Amerika %11 ile ikinci sıradadır [7]. Seçilmiş yıllarda dünya birincil enerji tüketimi dikkate alındığında; Çin ve Amerika ilk iki sırada yer almakta ve bu iki ülkenin toplam birincil enerji tüketimi dünya tüketiminin yaklaşık %40,2'sine tekabül etmektedir. Ülkemiz ise birincil enerji tüketiminde 19. sıradadır (Tablo 1).

Tablo 1. Dünyada birincil enerji tüketimi sıralaması (Mtep)
(2013-2017) [9]

(Table 1. The ranking of primary energy consumption in the world)

Ülke	2013	2014	2017	2017 Yılı İçin Toplamdaki Payı (%)
Çin	2903.9	2970.3	3014.0	22.9
ABD	2271.7	2300.5	2280.6	17.3
Hindistan	626.0	666.2	700.5	5.3
Rusya	688.0	689.8	666.8	5.1
Japonya	465.8	453.9	448.5	3.4
Kanada	335.0	335.5	329.9	2.5
Almanya	325.8	311.9	320.6	2.4
Brezilya	290.0	297.6	292.8	2.2
Güney Kore	270.9	273.1	276.9	2.1
İran	247.6	260.8	267.2	2.0
Suudi Arabistan	237.4	252.4	264.0	2.0
Fransa	247.4	237.5	239.0	1.8
Endonezya	175.0	188.3	195.6	1.5
Birleşik Krallık	201.4	188.9	191.2	1.5
Meksika	188.9	190.0	185.0	1.4
İtalya	155.7	146.8	151.7	1.2
İspanya	134.2	132.1	134.4	1.0
Avustralya	130.7	129.9	131.4	1.0
Türkiye	120.3	123.9	126.9	1.0
Tayland	120.3	123.4	124.9	0.9
TOPLAM	12873.1	13020.6	13147.3	100

Dünya elektrik üretiminde kullanılan kaynakları incelendiğinde; elektrik üretimi için en yaygın kullanılan kaynağın kömür olduğu ve hemen arkasından yenilenebilir enerji kaynaklarının geldiği görülmektedir. ABD, Çin, Hindistan ve Almanya'da kömür; Rusya'da doğal gaz; Fransa'da nükleer enerji ve Kanada'da yenilenebilir enerji kaynakları elektrik enerjisi üretiminde ön plana çıkmaktadır. Fransa, Almanya, ABD, Kanada ve Rusya, elektrik enerjisi üretiminde nükleer enerjiyi önemli oranda kullanan ülkelerdir (Tablo 2). Fransa'da nükleer enerji, elektrik enerjisi üretiminde %77.6 gibi yüksek bir oranla kullanılmaktadır. Hidrolik, güneş enerjisi, rüzgâr ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynakları ise %17.5'lik bir oranla ikinci sırada gelmektedir. Almanya'da elektrik enerjisi üretiminde kullanılan en önemli kaynak kömür olup elektrik enerjisi üretiminin %45.4'ü kömürden, %15.5'ini nükleerden ve %28'ini yenilenebilir enerjiden karşılanmaktadır.



Tablo 2. Bazı ülkelerin kaynak bazında elektrik üretim oranları
(2016) [9]

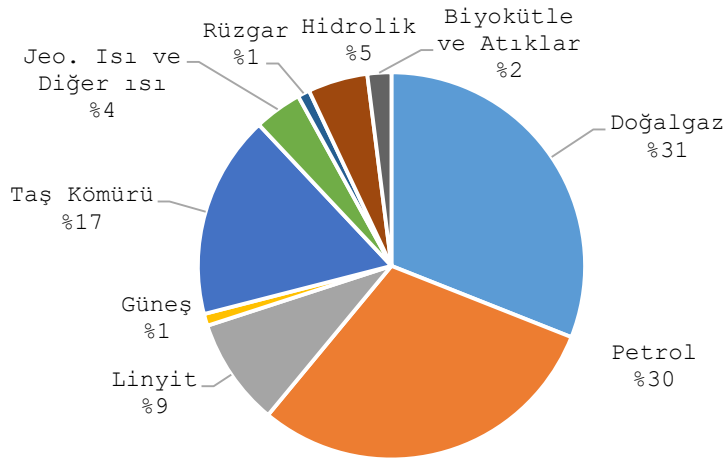
(Table 2. Source-based electricity generation rates for some countries)

Ülke	Kömür (%)	Petrol (%)	Doğal Gaz (%)	Nükleer (%)	Yenilenebilir Enerji (%)	Diğer (%)
Fransa	2.1	0.3	2.3	77.6	17.5	0.2
Almanya	45.4	0.9	9.9	15.5	28.0	0.3
ABD	39.5	0.9	26.8	19.1	13.6	0.1
Kanada	9.9	1.2	9.3	16.4	62.8	0.3
Çin	72.5	0.2	2.0	2.3	23.0	0.0
Hindistan	75.1	1.8	4.9	2.8	15.5	0.0
Rusya	14.9	1.0	50.1	17.0	17.0	0.0
Dünya	40.6	4.3	21.6	10.6	22.9	0.1

Amerika Birleşik Devletleri'nde, başta kömür(%39.5) olmak üzere, doğal gaz (%26.8) ve nükleer enerji (%19.1) elektrik enerjisi üretiminde kullanılan ana kaynaklardır. ABD'de bunların yanı sıra, yenilenebilir enerji kaynakları da elektrik enerjisi üretiminde %13.6'lık bir oranla kullanılmaktadır. Kanada'da; yenilenebilir enerji, elektrik üretiminde %62.8 oranı ile önemli bir paya sahip olup elektrik enerjisinin elde edilmesinde %16.4 nükleer enerji, %9.9 kömür ve %9.3 doğal gaz kullanılmaktadır. Çin ve Hindistan, sırasıyla %72.5 ve %75.1 olmak üzere yüksek oranlarda kömür kaynakları ile elektrik enerjisi üreten iki ülkedir. Yine her iki ülkede elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin kullanımı sırasıyla %23 ve %15.5 oranlarında ikinci sırada yer almaktadır. Hindistan'da doğal gazın payı %4.9 iken Çin'de doğalgaz ile elektrik üretimi %2 gibi düşük bir orana sahiptir. Rusya'nın elektrik üretiminde en fazla kullandığı kaynak %50.1 oranı ile doğal gaz olup diğer kaynaklar; nükleer enerji, yenilenebilir enerji ve kömürdür [9].

4. TÜRKİYE'DE ENERJİNİN GENEL DURUMU (THE STATE OF ENERGY IN TURKEY)

Türkiye'de kullanılan enerjinin çoğu birincil enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. 2016 yılı verilerine göre, Türkiye'de tüketilen toplam birincil enerji 129.27 Mtep (milyon ton eşdeğer petrol) olarak gerçekleşmiş olup tüketilen enerjinin kaynaklara göre dağılımı petrol (%30), kömür (taş kömürü %17, linyit %9) doğal gaz (%31), hidroelektrik (hidrolik) (%5) ve yenilenebilir enerji kaynakları (%8) şeklinde sıralanmaktadır (Şekil 3). Türkiye'de toplam birincil enerji tüketiminin %87'si petrol, doğal gaz ve kömür gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşmaktadır. Burada yenilenebilir enerji kaynakları olarak rüzgar, güneş, jeotermal ve biyokütle enerjisi dikkate alınmıştır.



Şekil 3. Türkiye'de birincil enerji tüketiminin kaynaklar bazında dağılımı (2016) [10]
(Figure 3. Source-based distribution of primary energy consumption in Turkey)

Türkiye'de elektrik üretiminde kullanılan santrallerin başka bir ifadeyle Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücünün dağılımı Tablo 3'de verilmiştir. Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücünde en büyük paya sahip olan kaynaklar hidrolik (%33.8), doğalgaz+LNG (%28.1) ve kömür (%21.8)'dir.

Tablo 3. Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücünün kaynaklara göre dağılımı [11]
(Table 3. Source-based distribution of electricity power plants in Turkey)

Yakıt Cinsi	2016 Yılı Sonu			30 Nisan 2017 İtibariyle		
	Kurulu Güç (MW)	Pay (%)	Santral Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Pay (%)	Santral Sayısı
Fuel oil+Nafta+Motorin	368.7	0.5	14	368.7	0,5	14
Yerli Kömür (Taş Kömürü+Linyit+Asfaltit)	9842.4	12.5	29	9872.6	12.4	30
İthal Kömür	7473.9	9.5	10	7473.9	9.4	10
Doğalgaz + LNG	22156.1	28.2	240	22403.1	28.1	244
Diğer	4021.1	5.1	69	4021.1	5	69
Termik Toplam	43862.2	55.8	362	44139.4	55.4	367
Yenilenebilir Atık Atık Isı+ Prolitik Yağ	467.4	0.6	82	495.6	0.6	84
Jeotermal	820.9	1	31	850.8	1.1	32
Hidrolik	26711.1	34	597	26918.9	33.8	604
Rüzgar	5738.4	7.3	148	6008.7	7.5	153
Güneş	12.9	0.001	2	12.9	0.001	2
Termik (Lisanssız)	82.1	0.1	33	87.8	0.1	37
Rüzgar (Lisanssız)	12.9	0.001	23	16.5	0.001	27
Güneş (Lisanssız)	819.6	1	1043	1090.8	1.4	1355
Toplam	78497.4	100	2321	79621.4	100	2661

5. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ DURUMU (THE STATE OF RENEWABLE ENERGY IN THE WORLD AND TURKEY)

Yenilenebilir enerji, ülkelerin enerji ihtiyaçlarını yerli kaynaklarla karşılayarak dışa bağımlılıklarının azaltılması, kaynakları çeşitlendirerek sürdürülebilir enerji kullanımının sağlanması ve enerji tüketimi neticesinde çevreye verilen zararların en aza indirilmesi açılarından son derece önemli bir yere sahiptir. Bugün dünya genelinde tüketilen enerjinin yaklaşık %20'si



yenilenebilir kaynaklardan elde edilmektedir. Mevcut durumda fosil yakıtlara olan bağımlılık yüksek düzeyde olmasına rağmen yıllar itibarıyla yenilenebilir enerjinin kullanım oranları giderek artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları çok geniş bir potansiyele sahip olmasına rağmen, dünya genelinde tüketilen enerji çeşitlerine bakıldığında ilk sırayı petrol almakta ardından sırasıyla kömür ve doğalgaz gelmektedir. Yenilenebilir enerjinin toplam birincil enerji tüketimi içerisindeki payı ise sadece %9.5 (hidroelektrik ve yenilenebilir toplamı) kadardır. Diğer taraftan 2014 yılı itibarıyla küresel nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payı %19.2 olarak gerçekleşmiştir. Bu oran 2015 ve 2016 yıllarında da artmaya devam ederek %20 bandını aşmış bulunmaktadır. Fosil yakıtların nihai tüketim içerisindeki payı yaklaşık olarak %79 ve nükleer enerji ise %2.5 kadardır. Bu durum, dünyada tüketilen enerjinin yaklaşık beşte birinin yenilenebilir kaynaklarından karşılandığını göstermektedir [12]. Yenilenebilir enerji dünya elektrik üretiminde de önemli bir yere sahiptir. Toplam küresel elektrik üretiminin %23.7'si yenilenebilir kaynaklardan elde edilmektedir. Bu oranın %16.6'lık kısmı hidroelektrik santralleri, %3.7'si rüzgar, %2'lik kısmı biyoenerji, %1'i fotovoltaik güneş sistemleri ve %0.4'ü ise jeotermal ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklardan sağlanmaktadır. Diğer taraftan fosil yakıtların başını çektiği yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarının küresel elektrik üretimindeki üstünlükleri devam etmektedir. Bu üstünlüğü azaltmak adına özellikle kurulum maliyetleri ve fiyat rekabeti noktasında yenilenebilir enerji çeşitlerinin teşvik edilmesi oldukça önemlidir. Dünyada yenilenebilir enerjinin gelecekteki durumu açısından ilk 5 ülkenin yaptığı yatırımlar göz önüne alınarak yapılan sıralamaya Tablo 4'de yer verilmiştir. Nüfus ve ekonominin nasıl bir ilişki içinde olduğu bu tablodan anlaşılabilir.

Tablo 4. Yenilenebilir enerji alanında yıllık yatırım, kapasite artışı ve biyoyakıt üretimindeki ilk beş ülke [12]

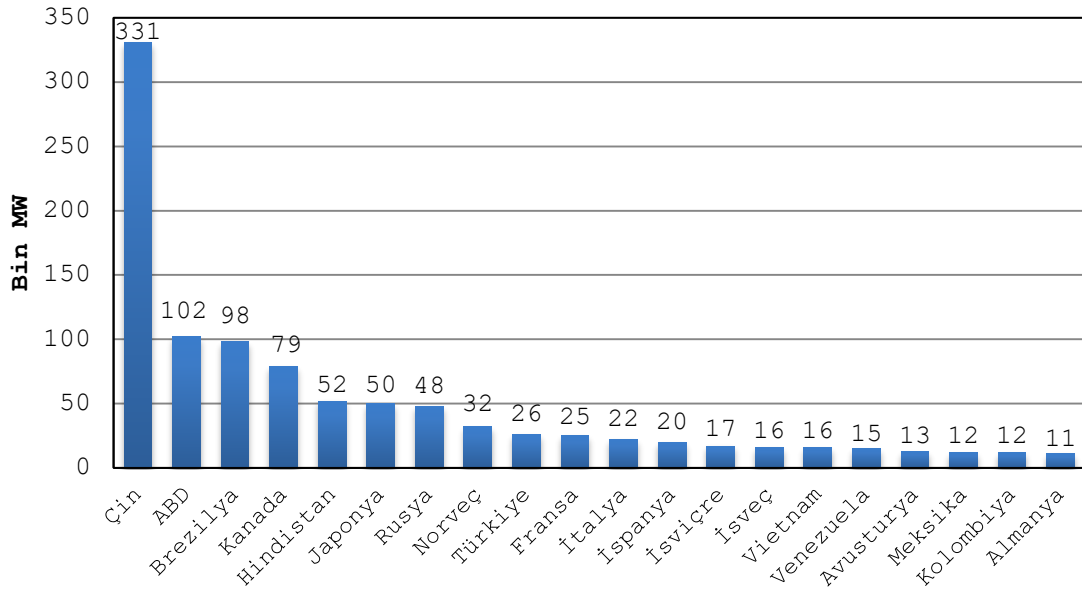
(Table 4. The first five countries in terms of investment, capacity increase, biofuel production in the field of renewable energy)

	1	2	3	4	5
Yenilenebilir Enerji ve Yakıtlara Olan Yatırım	Çin	ABD	Japonya	Birleşik Krallık	Hindistan
Yenilenebilir Enerji ve Yakıtlara Olan Birim GSYİH Başına Yatırımı	Moritanya	Honduras	Uruguay	Fas	Jamaika
Jeotermal Enerji Kapasite Artışı	Türkiye	ABD	Meksika	Kenya	Almanya
Hidrolik Enerji Kapasite Artışı	Çin	Brezilya	Türkiye	Hindistan	Vietnam
Güneş Fotovoltaik Enerji Kapasite Artışı	Çin	Japonya	ABD	Birleşik Krallık	Hindistan
Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi Sistemleri Kapasite Artışı	Fas	Güney Afrika	ABD	-	-
Güneş Kolektörü Kapasite Artışı	Çin	Türkiye	Brezilya	Hindistan	ABD
Rüzgar Enerjisi Kapasite Artışı	Çin	ABD	Almanya	Brezilya	Hindistan
Biyodizel Üretimi	ABD	Brezilya	Almanya	Arjantin	Fransa
Etanol Üretimi	ABD	Brezilya	Çin	Kanada	Tayland

Dünya genelinde yenilenebilir enerji durumunu daha net görebilmek amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının ülkeler düzeyindeki kapasiteleri ve 2015-2017 yılları arası kapasite artışları aşağıda değerlendirilmiştir.

5.1. Dünyada ve Türkiye’de Hidrolik Enerji Durumu (The Status of Hydraulic Energy in the World and Turkey)

Hidrolik enerjinin en yaygın kullanım şekli, nehirler üzerine barajlar inşa ederek suyu rezervuarda biriktirmek, biriken suyun potansiyel enerjisinden yararlanarak türbinde elektrik enerjisi üretmektir. Bu amaçla hidroelektrik santrallerden (HES) yararlanılmaktadır [4]. Dünyada hidroelektrik enerjide en fazla kapasiteye sahip 20 ülke Şekil 4’de verilmiştir. 2016 yılında hidrolik enerjiden 4 bin 102 TWh elektrik üretilmiştir. En fazla üretim, bin 497TWh ile Asya bölgesinde gerçekleşmiştir. Asya'yı, 709TWh ile Güney Amerika ve 702TWh ile Kuzey Amerika ülkeleri izlemiştir. Dünya genelinde hidroelektrik kurulu güç 2016 yılında bir önceki yıla göre 31 bin 500MW artarak 1 milyon 246 bin MW'a yükselmiştir. Çin, hidroelektrik enerjide kurulu güç bakımından 331 bin MW ile dünyada ilk sırada yer almıştır. Çin'i, 102 bin MW kurulu kapasiteyle ABD ve 98 bin MW ile Brezilya izlemiştir. Türkiye ise 26 bin MW'lık hidroelektrik kurulu güç ile 9. sırada yer almıştır [10].



Şekil 4. Hidroelektrik kurulu gücü en yüksek olan ülkeler (2016) [13]
(Figure 4. Countries with having the highest hydroelectric installed power)

Bir ülkede, ülke sınırlarına veya denizlere kadar bütün tabii akışların %100 verimle değerlendirilebilmesi varsayımına dayanılarak belirlenen hidroelektrik potansiyel, o ülkenin brüt teorik hidroelektrik potansiyelidir. Ancak bu potansiyelin tamamının değerlendirilmesi mümkün değildir. Türkiye'nin teorik hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh/yıl, teknik olarak değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyel 216 milyar kWh, ekonomik, sosyal ve çevresel yönden mevcut yatırımlarla yapılabilir olarak geliştirilen potansiyel ise 158 milyar kWh/yıldır. Havza mastır planlarının tamamlanmasına müteakip geliştirilebilecek yeni projelerle birlikte bu potansiyelin 180 milyar kWh/yıl'a ulaşacağı tahmin edilmektedir [14].



2016 yılı sonu itibarıyla Türkiye’de işletmede olan, inşaat halinde ve inşaatına başlanmayan proje halindeki HES’ler ile ilgili bilgiler Tablo 5’de verilmiştir. Tablodan Türkiye’de işletmede olan 596 adet HES’in toplam kurulu gücünün 26819MW ve ortalama yıllık üretim kapasitesinin 93653GWh olduğu görülmekte olup; inşaat halindeki ve inşaatına henüz başlanmayan HES’lerin tamamlanmasıyla birlikte Türkiye’nin kurulu gücünün 47573MW, ortalama yıllık üretiminin ise 158544GWh seviyesine yükseleceği öngörülmektedir.

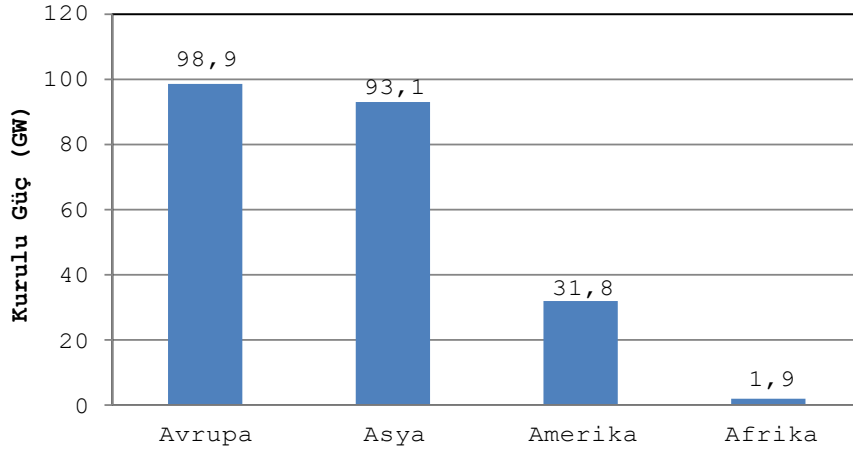
Tablo 5. Türkiye’de işletmede, inşaat halinde ve proje halindeki HES’ler [14]

(Table 5. Under construction, construction and projects of HEP in Turkey)

HES Potansiyeli	HES Sayısı	Toplam Kurulu Kapasite (MW)	Ortalama Yıllık Üretim (GWh/yıl)	Pay (%)
İşletmede	596	26819	93653	59
İnşaat halinde	83	5424	16508	10
İnşaatına henüz başlanmayan	639	15330	48383	31
Toplam	1318	47573	158544	100

5.2. Dünya’da ve Türkiye’de Güneş Enerjisi Durumu (The Status of Solar Energy in the World and Turkey)

Güneş enerjisi, güneş çekirdeğinde bulunan hidrojen gazını helyuma dönüştüren füzyon reaksiyonu sonucu ortaya çıkan çok güçlü bir enerjidir. Güneş ışınları vasıtasıyla dünyamıza gelen bu enerjiden yararlanmak için güneş kollektörleri, güneş santralleri ve güneş pilleri gibi teknolojiler geliştirilmiştir. Bu teknolojilerden yararlanılarak ısı enerjisi olarak doğrudan veya elektrik enerjisine dönüştürülerek dolaylı olarak kullanılabilir. Güneş enerjisi sektörü, özellikle 2014 yılından sonra %25’lik bir büyüme kaydetmiştir. 2015 yılında güneş enerjisinde 50GW’lık bir kapasite artışı gerçekleşmiş ve küresel ölçekte toplam 227GW’lık bir kapasiteye ulaşılmıştır. Bölgesel ölçekte güneş enerjisi kurulu gücünde en fazla kapasite Avrupa kıtasında bulunurken, onu Asya ve Kuzey Amerika takip etmektedir (Şekil 5). Diğer taraftan dünya genelinde en fazla güneş fotovoltaik sistem kapasitesi sırasıyla Çin, Almanya, Japonya, ABD ve İtalya’ya aittir. Kişi başına düşen güneş fotovoltaik sistem kapasitesi bakımından ise 2015 yılında Almanya ilk sırada yer alırken Çin, Japonya ve ABD’nin önemli kapasite artış performansı sergiledikleri görülmektedir. Bunun yanında güneş enerjisinden ısı elde etme kapasitesi açısından ilk sıralarda bulunan Çin, ABD ve Almanya’yı Türkiye takip etmektedir [15].



Şekil 5. Güneş enerjisi kurulu gücünün bölgelere göre dağılımı
(2016) [15]

(Figure 5. The distribution of solar power plants by regions)

2015 yılı yoğunlaştırılmış güneş enerji sistemleri kapasite artışında Fas 160MW'lık kapasite artışı ile ilk sırada yer alırken; Güney Afrika (150MW) ve ABD (110MW) ikinci ve üçüncü sıralarda yer almıştır. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi toplam kapasitesi bakımından ise İspanya ilk sıradadır. İleri teknoloji gerektiren güneş enerjisi, faydalanma açısından düşük seviyelerde kalmasına rağmen özellikle son yıllarda bu alandaki yatırımların artması ve teknolojik maliyetlerin düşmeye başlaması ile giderek yaygınlaşmaktadır. Ülkelerin yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneşe ayrı bir önem verdikleri görülmektedir [15]. Türkiye coğrafi konumundan ötürü güneş enerjisi bakımından yüksek bir potansiyele sahiptir. Elektrik İşleri İdaresi (EİE) tarafından hazırlanan Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlasına (GEPA) göre, Türkiye'de 56000MW termik santral kapasitesine eşdeğer güneş enerji kapasitesinin bulunduğu ve bu potansiyelden yararlanılması durumunda yıllık ortalama 380000GWh'lık elektrik enerjisi üretilebileceği belirlenmiştir [4]. Seçilmiş yıllarda Türkiye'de Güneş Enerji Santrali (GES) kurulu güçleri ve bu santrallerden üretilen enerji miktarları Tablo 6'da verilmiştir. Tablodan 2010 yılında 6MW olan GES kurulu gücünün 2016 yılı itibariyle 832MW seviyesine yükseldiği; bu santrallerden üretilen enerji miktarının ise 2010 yılında 2.4GWh iken 2016 yılı sonu itibariyle 688GWh olduğu görülmektedir.

Tablo 6. Türkiye'de GES kurulu güçleri ve güneş enerjisinden üretilen enerji miktarları [6]

(Table 6. SEP installed plants and the amount of energy generated from solar energy in Turkey)

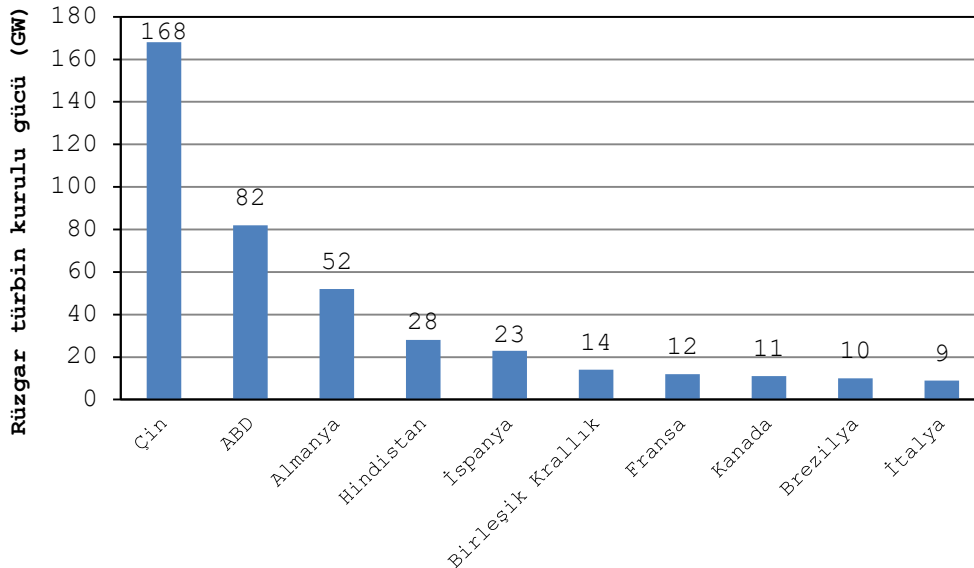
Güneş Enerjisi	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016	Değişim Oranı (16/15,%)
Kurulu Güç (MW)	-	2	6	18	58	248	832	235.5
Enerji Kullanımı (GWh)	-	-	2.4	6.8	17.4	194.1	688	253.3

Dünyada güneş enerjisinden daha fazla yararlanmak amacıyla çeşitli çalışmalar sürdürülmektedir. Güneş pili (Fotovoltaik piller-PV) üretim maliyetlerindeki düşüş ve teşviklerin katkısıyla yakın

gelecekte dünyada ve Türkiye’de güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretim faaliyetlerinin daha fazla artması da beklenmektedir.

5.3. Dünyada ve Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Durumu (The Status of Wind Energy in the World and Turkey)

Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisinin dolaylı bir ürünü olup güneş radyasyonunun yer yüzeylerini farklı ısıtmasından kaynaklanmaktadır. Denizlerin ve havanın farklı ısınması basınç farkı oluşumuna, bu basınç farkı ise havanın hareketine neden olmaktadır. Yüksek basınçtan alçak basınca doğru olan havanın bu hareketi rüzgâr olarak bilinmektedir. Rüzgâr enerjisinden mekanik enerji veya elektrik enerjisi üretmek amacıyla yararlanılmaktadır. Elde edilen mekanik enerji genel olarak sulama amacıyla kullanılmaktadır. Rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretmek amacıyla ise Rüzgâr Enerjisi Santrallerinden (RES) yararlanılmaktadır [4]. Rüzgar enerjisi yenilenebilir enerji kapasitesi açısından en geniş kullanıma sahip kaynakların başında gelmektedir. Ayrıca rüzgar enerjisi elektrik üretiminde önemli bir etkidir ve elektrik talebini karşılamada gelişen bir role sahiptir. 2015 yılında Danimarka’nın toplam enerji üretiminin neredeyse yarısı rüzgar enerjisi tarafından karşılanmıştır. Almanya’nın bazı bölgelerinde bu oran %60’a çıkmaktadır. Uruguay, Portekiz, İrlanda ve İspanya’da ise %15 civarlarındadır. Diğer taraftan dünyanın en büyük rüzgar enerjisi üreticilerinden biri olan ve bu enerjiyi dış piyasalara satan ABD’de ülke içerisinde rüzgar enerjisinden üretilen elektriğin oranı %4.5’te kalırken, Çin’de ise bu oran %3.2 civarındadır [16 ve 17]. Rüzgar enerjisi kapasitesi bakımından Çin ilk sırada yer alırken, onu sırasıyla ABD, Almanya, Hindistan, İspanya ve Birleşik Krallık takip etmektedir (Şekil 6). 2016 yılı kapasite artışı bakımından ise yine Çin yaklaşık 23GW ile geçtiğimiz yıl en fazla kapasite artışı gerçekleştiren ülke olarak bu alanda da liderliği almıştır. Görüldüğü üzere küresel rüzgar enerjisi sektöründe Çin hem kapasite hem de kapasite artışı bakımından başı çekmektedir. Küresel ölçekte 2016 yılı için rüzgar enerjisi kapasite artışı 54GW ve toplam kapasite ise yaklaşık 486GW’tır [18].



Şekil 6. Rüzgar türbin kurulu gücü en yüksek olan ülkeler (2016) [18]
(Figure 6. The countries with having the highest installed capacities of wind turbine)



Seçilmiş yıllarda Türkiye’de Rüzgar Enerji Santrali (RES) kurulu güçleri ve bu santrallerden üretilen enerji miktarları Tablo 7’de verilmiştir. Tablodan 2000 yılında 19MW olan RES kurulu gücünün 2016 yılı itibariyle 5376MW seviyesine yükseldiği; bu santrallerden üretilen enerji miktarının ise 2000 yılında 33.4GWh iken 2016 yılı sonu itibariyle 16.517GWh olduğu görülmektedir.

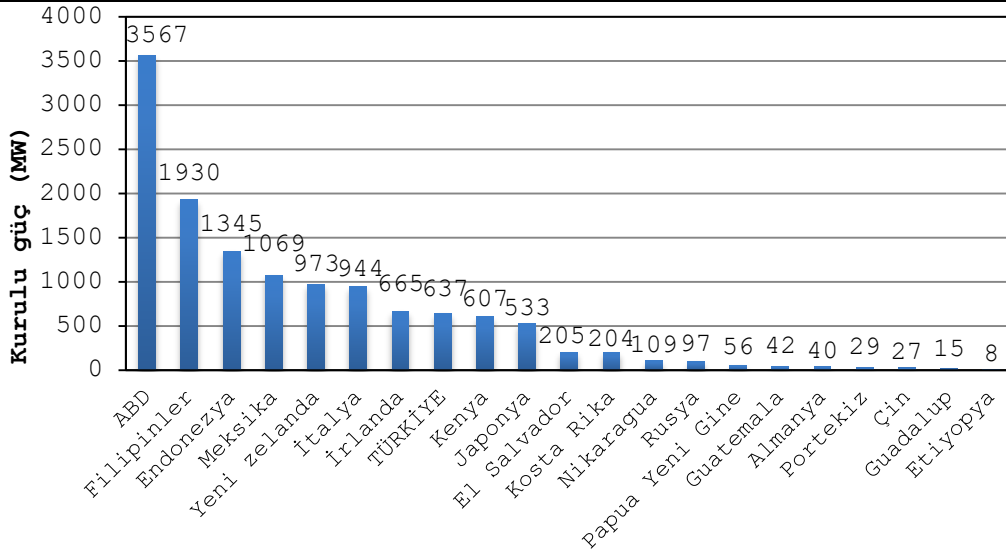
Tablo 7. Türkiye’de RES kurulu güçleri ve rüzgar enerjisinden üretilen enerji miktarları [6 ve 19]
(Table 7. WEP installed plants and the amount of energy generated from wind energy in Turkey)

Rüzgar Enerjisi	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016	Değişim Oranı (2016/2015,%)
Kurulu Güç(MW)	19	20	1329	2958	3762	4718	5106	27.2%
Enerji Kullanımı (GWh)	33.4	59	291.6	755.7	852	11652	16517	41.4%

Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliğinin (TUREB) 2017 yılı Temmuz ayı verilerine göre Türkiye’de işletmedeki RES kurulu gücü 6483.9MW, inşa halindeki RES kurulu gücü ise 808.98MW’dır. İnşa halindeki RES’lerin tamamlanması ile birlikte Türkiye’nin RES kurulu gücü 7200MW seviyesine ulaşacaktır. Türkiye’nin karasal RES potansiyelinin 48.000MW olduğu düşünüldüğünde Türkiye’nin mevcut potansiyelinden yeterince yararlanamadığı görülmektedir [19].

5.4. Dünyada ve Türkiye’de Jeotermal Enerji Durumu (The Status of Geothermal Energy in the World and Turkey)

Jeotermal enerji, yerkürenin doğal ısısı olup, yer kabuğunun derinliklerinde birikmiş olan basınç altındaki sıcak akışkan (su buharı, gaz) ve sıcak kuru kayaların içerdiği termal enerji olarak bilinmektedir. Bu enerji, elektrik enerjisi üretimi ya da ısıtma amacıyla kullanılmaktadır [4]. Küresel ölçekte jeotermal enerjiden elektrik üretim oranı yaklaşık %0.04 civarındadır. IEA’nın yaptığı tahminler doğrultusunda ise 2050 yılına gelindiğinde toplam elektrik üretiminin yaklaşık %3.5’i jeotermal enerjiden elde edilecektir. Bu rakamlar ışığında sahip olduğu avantajlara rağmen jeotermal enerjiye yeterince yatırım yapılmadığı ve faydalanma oranının düşük seviyelerde kaldığı söylenebilir [8]. 2015 yılında 13.2GW olan toplam jeotermal enerji kapasitesine yaklaşık 315MW miktarında bir kapasite artırımını gerçekleştirmiştir. Dünyada jeotermal enerji kapasitesi bakımından ilk sırada ABD yer alırken onu sırasıyla Filipinler, Endonezya ve Meksika takip etmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Çeşitli ülkelerin jeotermal güç santrallerinin kurulu güçleri (2016) [20]

(Figure 7. Installed capacities of the geothermal power plants for various countries)

Seçilmiş yıllarda Türkiye’de Jeotermal Enerji Santrali (JES) kurulu güçleri Tablo 8’de verilmiştir. Tablodan 2000 yılında 20MW olan JES kurulu gücünün 2016 yılı itibariyle 775MW seviyesine yükseldiği görülmektedir. Sektör temsilcileri Türkiye’nin Jeotermal Enerji Kurulu gücünün rahatlıkla 2000MW seviyesine çıkabileceğini değerlendirmektedir.

Tablo 8. Türkiye’deki jeotermal güç santrallerinin kurulu gücü[6]
(Table 8. The installed capacities of geothermal power plants in Turkey)

Jeotermal Enerji	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016	Değişim Oranı (2016/2015, %)
Kurulu Güç (MW)	20	20	94	226	405	624	775	24.2

5.5. Dünyada ve Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Durumu

(The Status of Biomass Energy in the World and Turkey)

Biyokütle enerjisi, içerisinde karbonhidrat bileşikleri bulunan bitkisel ve hayvansal kökenli maddelerden elde edilen enerji kaynağıdır. Günümüzde, biyokütle enerji kaynakları kullanılarak biyoetanol, biyodizel ve biyogaz gibi yakıtlar elde edilmektedir. Biyoetanol ve biyodizel, çeşitli bitkiler veya hayvansal yağlar kullanılarak üretilen bir yakıt türüdür. Biyogaz ise organik maddelerin (bitkisel ve hayvansal atıklar, şehir ve endüstriyel atıklar) oksijensiz ortamda fermantasyonu sonucu oluşan ağırlıklı olarak metan ve karbondioksit gazıdır [4, 21 ve 22]. Son dönemde biyoenerji üretimi bazı ülkelerdeki enerji talebini karşılama ve çevreci amaçlar doğrultusunda artmaya devam etmektedir. Ancak sektör özellikle son zamanlarda bazı piyasalardaki düşük petrol fiyatları ve politika belirsizlikleri nedeniyle birtakım zorluklarla karşılaşmaktadır. Isınma, enerji ve ulaşım gibi birçok alanda faydalanılan biyokütle enerjisi yeryüzünde tüketilen toplam enerjinin %14’ünü oluşturmaktadır. Bu oranın %4’ü hidrojen ile işlem görmüş bitkisel yağlar, %22’si biyodizel yakıtlar ve %74’ü de etanol yakıtlardan meydana gelmektedir [21].



Dünya genelindeki biyokütle enerjisi üretimi incelendiğinde; ABD 1. sırada, Brezilya'nın ise 2. sıradadır. Dünya biyoyakıt üretimi 2015 yılında %0,9 oranında artarak 2000 yılından beri en yavaş büyüme oranını göstermiştir. Etanol yakıt üretiminde 2015 yılında %4'lük bir artış gerçekleşirken; biyodizel üretiminde ise önemli üretim bölgelerindeki düşüş sebebi ile %4.9 oranında azalma gerçekleşmiştir [5]. IEA'nın yaptığı projeksiyonlarda 2050 yılında biyoenerji üretiminin bugünkü üretimin üç katına çıkması öngörülmektedir [7]. Türkiye'nin yıllık yaklaşık 117 milyar ton biyokütle potansiyeli bulunmakta olup, Türkiye'nin biyokütle kaynaklarından elektrik enerjisi üretim potansiyeli yıllık 371.2TWh'dir. Bu potansiyel içerisinde en büyük pay, tek yıllık bitkilere (168.635TWh), orman atıklarına (62.802TWh) ve çok yıllık bitkilere aittir. Ayrıca Türkiye'nin hayvansal atık potansiyeline karşılık gelen biyogaz miktarının 17-23TWh olduğu tahmin edilmektedir [4, 21 ve 23].

5.6. Dünyada ve Türkiye'de Dalga ve Gelgit Enerjisi Durumu (The Status of Wave and Tidal Energy in the World and Turkey)

Dünyanın büyük bir kısmı suyla kaplıdır. Denizlerdeki ve okyanuslardaki enerji potansiyelinden yararlanmak amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmakta olup okyanustan enerji üretimi gel-git, okyanus ısısı, dalgalar, akıntılar, tuzluluk oranı ve metan gazından yararlanılarak yapılmaktadır. Gel-git enerjisi ise Ay'ın çekim kuvveti ile denizlerin ve okyanusların alçalıp yükselmesi ile oluşan seviye farkından oluşmaktadır [4 ve 6]. Dalga enerjisi teknolojileri, yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle dünyada fazla tercih edilmemektedir. Toplam kapasiteye bakıldığında ise 2015 yılında 530MW olarak belirlenen kapasitenin çoğunluğu akıntı enerjisine aittir. Dünyada geliştirme amaçlı iki büyük okyanus enerji santrali bulunmaktadır bunlar Güney Kore'de 254MW (2011) ve Fransa'da 240 MW (1966)'dır. Bu enerji kaynağının geliştirilmesine destekler artarak devam etmektedir. Ülkemizde ise ticari olarak kullanılabilir dalga ve akıntı-gelgit enerjisi türbini bulunmamakta olup dalga ve akıntı türbinleri ile ilgili çalışmaların devam ettiği bilinmektedir [9].

6. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Bu çalışma neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

- Yenilenebilir enerji dünya elektrik üretiminde de önemli bir yere sahiptir. Toplam küresel elektrik üretiminin %23.7'si yenilenebilir kaynaklardan elde edilmektedir. Bu oranın %16.6'lık kısmı hidroelektrik santralleri, %3.7'si rüzgar, %2'lik kısmı biyoenerji, %1'i fotovoltaik güneş sistemleri ve %0.4'ü ise jeotermal ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır.
- Dünya genelinde hidroelektrikte kurulu güç geçen yıl bir önceki yıla göre 31 bin 500MW artarak 1 milyon 246 bin MW'a yükselmiştir. Çin, hidroelektrik enerjide kurulu gücü 331 bin MW ile dünyada ilk sırada yer almıştır. Çin'i, 102 bin MW kurulu kapasiteyle ABD ve 98 bin MW ile Brezilya izlemiştir.
- Türkiye'de işletmede olan 596 adet HES'in toplam kurulu gücü 23694MW ve ortalama yıllık üretim kapasitesinin 93653 GWh'dır. İnşaat halindeki ve inşaatına henüz başlanmayan HES'lerin tamamlanmasıyla birlikte Türkiye'nin kurulu gücünün 47573MW, ortalama yıllık üretiminin ise 158544GWh seviyesine yükseleceği beklenmektedir.



- 2016 yılı verilerine göre rüzgar enerjisi kapasitesi bakımından Çin ilk sırada yer alırken onu sırasıyla ABD, Almanya, Hindistan, İspanya ve Birleşik Krallık takip etmektedir. Dünya genelinde en fazla güneş fotovoltaik sistem kapasitesi sırasıyla Çin, Almanya, Japonya, ABD ve İtalya'ya aittir. 2015 yılında güneş enerjisinde 50GW'lık bir kapasite artışı gerçekleştirilmiş ve küresel ölçekte toplam 227GW kapasiteye ulaşılmıştır.
 - Türkiye'de 2000 yılında 19MW olan RES kurulu gücünün 2016 yılı itibarıyla 5376MW seviyesine yükseldiği; bu santrallerden üretilen enerji miktarının ise 2000 yılında 33.4GWh iken 2016 yılı sonu itibarıyla 16517GWh'a yükseldiği belirlenmiştir.
 - Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliğinin (TUREB) 2017 yılı Temmuz ayı verilerine göre Türkiye'de işletmedeki RES kurulu gücünün 6483.9MW, inşa halindeki RES kurulu gücünün ise 808.98MW olduğu belirlenmiş olup İnşa halindeki RES'lerin tamamlanması ile birlikte Türkiye'nin RES kurulu gücünün 7200MW seviyesine yükseleceği beklenmektedir.
 - 2015 yılında 13.2GW olan toplam jeotermal enerji kapasitesine yaklaşık 315MW miktarında bir kapasite artırımı gerçekleşmiştir. Dünyada jeotermal enerji kapasitesi bakımından ilk sırada ABD yer alırken onu sırasıyla Filipinler, Endonezya ve Meksika takip etmektedir. 2015 yılında Türkiye jeotermal kapasite artışı bakımından ilk sırada yer almaktadır.
 - Türkiye'de 2000 yılında 20MW olan JES kurulu gücünün 2016 yılı itibarıyla 775MW seviyesine yükseldiği belirlenmiş olup, Türkiye'de JES kurulu gücünün 2000MW seviyesine çıkabileceği sektör temsilcileri tarafından ifade edilmektedir.
- Sonuç olarak, dünyada kullanılan mevcut yenilenebilir enerji kaynaklarının kapasiteleri artırılarak bu kaynakların elektrik enerjisi üretimindeki payı en az %30 seviyelerine çıkarılmalıdır. Ülkemizde yenilenebilir enerji kullanımı giderek yaygınlaşmasına rağmen, ülkemizin enerji ihtiyacının büyük bir kısmı halen yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Ülkemizin yenilenebilir enerji potansiyelinden daha fazla yararlanmak amacıyla mevcut projeler hızla tamamlanmalı ve ülkemizdeki enerji iletim altyapısı güçlendirilmelidir. Ayrıca yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılmasına yönelik üretim ve tüketimi teşvik edici önlemler alınarak fosil yakıt kullanımına olan bağımlılık ve bu durumun getirdiği riskler azaltılmalıdır.

NOT (NOTICE)

Bu çalışma, 21-23 Eylül 2017 tarihinde Bayburt'ta düzenlenen International Conference on Advanced Engineering Technologies (ICADET) Konferansında sözlü bildiri olarak sunulmuş ve yeniden yapılandırılmıştır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Aydın, İ., (2013). Balıkesir'de Rüzgar Enerjisi. Eastern Geographical Review, Cilt:18, Sayı:29, ss:29-50.
2. Şenel, M.C. ve Koç, E., (2015). Dünyada ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Durumu-Genel Değerlendirme. Mühendis ve Makina Dergisi, Cilt:56, Sayı:663, ss:46-56.
3. Koç, E. ve Şenel, M.C., (2013). Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Durumu-Genel Değerlendirme. Mühendis ve Makine Dergisi, Cilt:54, Sayı:639, ss:32-44.
4. Koç, E. ve Kaya, K., (2015). Enerji Kaynakları-Yenilenebilir Enerji Durumu. Mühendis ve Makina, Cilt:56, Sayı:668, ss:36-47.



5. Şenel, M.C., (2012). Rüzgar Türbinlerinde Güç İletim Mekanizmalarının Tasarım Esasları-Dinamik Davranış. Yüksek Lisans Tezi. Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
6. BP Statistical World Review of Energy, (2016). British Petroleum (BP).
7. Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü, (2017).
<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Enerji-ve-Tabii-Kaynaklar-Gorunumleri>.
8. World Energy Outlook 2016, (2016).
9. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WorldEnergyOutlook2016ExecutiveSummaryEnglish.pdf>.
10. OECD Factbook 2015-2016/Economic, Environmental and Social Statistics, (2016). <http://www.oecd.org/publications/oecd-factbook-18147364.htm>.
11. Türkiye Enerji Görünümü 2017 Raporu, (2017). TMMOB Makina Mühendisleri Odası.
12. Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) Türkiye Elektrik Üretim-İletim İstatistikleri, (2017).
13. <https://teias.gov.tr/tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>.
14. Renewables 2016 Global Status Report, (2016).
15. http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report.pdf.
16. IHA Hidroelektrik Enerji Göstergeleri Raporu, (2017). International Hydroelectric Energy Authority (IHA).
17. DSİ Genel Müdürlüğü 2016 Faaliyet Raporu, (2017).
<http://www.dsi.gov.tr/docs/stratejik-plan/dsi-2016-faaliyet-raporu.pdf?sfvrsn=2>.
18. World Energy Council Reports, (2017).
<https://www.worldenergy.org/data/resources/resource/solar/>.
19. BP Statistical Review of World Energy, (2016).
<http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/renewable-energy/wind-energy.html>.
20. Technology Roadmap: Wind Energy-2013 Edition, (2017).
21. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Wind_2013_Roadmap.pdf.
22. Global Wind Statistics 2016, (2017).
<http://www.gwec.net/publications/global-wind-report-2/global-wind-report-2016/>.
23. Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu, (2017). Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TUREB).
24. Annual US&Global Geothermal Power Production Report 2016, (2017).
<http://geoenergy.org/reports/2016/2016%20Annual%20US%20Global%20Geothermal%20Power%20Production.pdf>.
25. Gizlenci, Ş., Acar, M. ve Şahin, M., (2012). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının (Biyodizel, Biyoetanol ve Biyokütle) Projeksiyonu. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi. Cilt:8, sayı:3, ss:337-344.
26. Koltukçu, H., (2010). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından SWOT Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Kütahya: Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
27. Yılmaz, M., (2012). Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, cilt:4, sayı:2, ss:33-54.