

ENERJİ KAYNAKLARI–YENİLENEBİLİR ENERJİ DURUMU

Erdem Koç

Prof. Dr.,
Ondokuz Mayıs Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Makina Mühendisliği Bölümü, Samsun
erdemkoc@omu.edu.tr

Kadir Kaya*

Arş. Gör.,
Ondokuz Mayıs Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Makina Mühendisliği Bölümü, Samsun
kadir.kaya@omu.edu.tr

ÖZ

Bu çalışmada; enerji, enerji kaynakları, dünyada ve Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili genel bir değerlendirme yapılmıştır. Bu amaçla, dünyada ve Türkiye’de son iki yıldaki (2013-2014) genel olarak enerji tüketimi ile son on yılda (2005-2014) yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya ve Türkiye’deki üretim-tüketim durumları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji, enerji kaynakları, yenilenebilir enerji

ENERGY RESOURCES–STATE OF RENEWABLE ENERGY

ABSTRACT

In this study, a general assesment about energy, energy sources, renewable energy sources of Turkey and the world has been done. For this purpose, general state of energy consumption for last two years (2013-2014) and state of production and consumption of renewable energy sources in Turkey and in the world for last decade (2005-2014) were evaluated. The results obtained by this way have been examined.

Keywords: Energy, energy resources, renewable energy

* İletişim Yazarı

Geliş tarihi : 18.12.2014
Kabul tarihi : 10.08.2015

Koç, E., Kaya, K. 2015. “Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu,” Mühendis ve Makina, cilt 56, sayı 668, s. 36-47.

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler, sanayileşme ve dünya nüfusunda artış enerjide talebi hızla arttırmaktadır. Üretimde temel girdi olan enerji, toplumların refah seviyesinin yükselmesi için gerekli bir unsur olup, günlük yaşamda hemen hemen her alanda kullanılmaktadır. Kısaca, iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanan enerji, mekanik (potansiyel ve kinetik), ısı, elektrik, kimyasal ve nükleer gibi değişik türlerde bulunabilmekte, uygun yöntemlerle bir türden diğerine dönüşülebilmekte olup, farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır.

Enerji kaynakları genel olarak kullanılışlarına ve dönüştürülebilirliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Kullanılışlarına göre yapılan sınıflandırmaya göre enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilenemez; dönüştürülebilirliklerine göre ise birincil ve ikincil enerji kaynakları olarak sınıflandırılmaktadır (Şekil 1).

1.1 Enerji Kaynakları

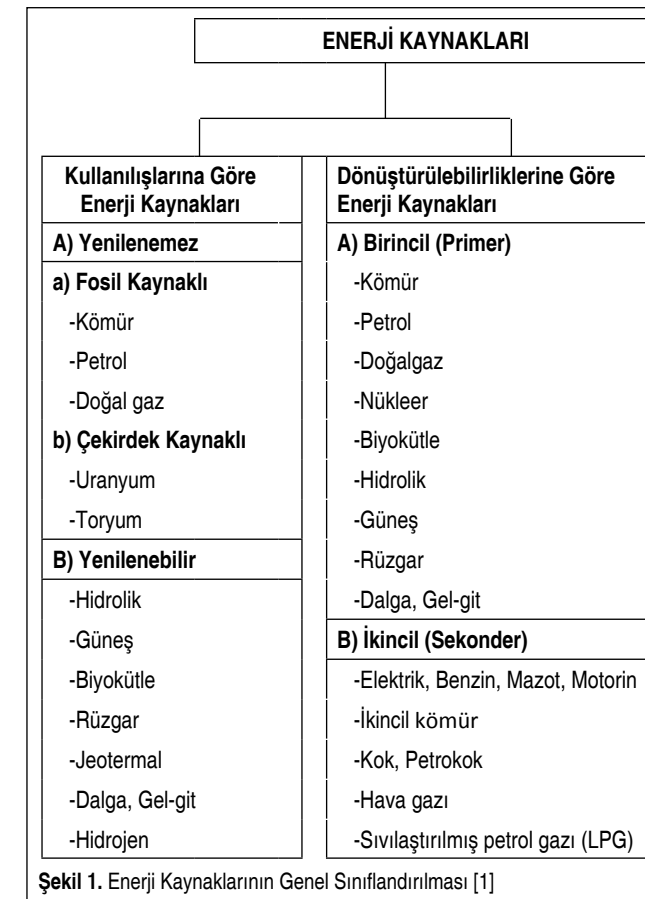
Enerjinin herhangi bir değişim ya da dönüşüme uğramamış şekli birincil (primer) enerji olarak bilinmektedir. Birincil enerji kaynakları, petrol, kömür, doğal gaz, nükleer, hidrolik, biyokütle, dalga-gelgit, güneş ve rüzgârdır. Birincil enerji-

nin dönüştürülmesi sonucu elde edilen enerji ise ikincil (sekonder) enerji olarak bilinmektedir. Elektrik, benzin, mazot, motorin, kok kömürü, ikincil kömür, petrokok, hava gazı ve sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) bu tip enerji kaynaklarından [1, 2].

Günümüzde sıklıkla kullanılan diğer bir sınıflandırma şekli ise enerji kaynaklarının kullanım sonunda tükenebilirlik ya da yenilenebilirlik özellikleri dikkate alınarak yapılan sınıflandırmadır. Bu sınıflandırmaya göre, doğal bir çevrim sürecinde aynen kalabilen, kullanılmasına rağmen azalmayan, tükenmeyen enerji kaynaklarına yenilenebilir enerji kaynakları; bir kez kullanıldığında kendini yenileyemeyen enerji kaynakları ise yenilenemez enerji kaynakları olarak bilinmektedir. Yenilenemez enerji kaynakları kendi arasında fosil kaynaklı ve çekirdek kaynaklı olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar. Kömür, petrol ve doğal gaz fosil kaynaklı yenilenemez enerji kaynağı olarak değerlendirilirken, uranyum ve toryum ise çekirdek kaynaklı yenilenemez enerji kaynağı grubunda yer almaktadır. Hidrolik, güneş, rüzgâr, jeotermal, biyokütle, dalga gelgit, hidrojen birer yenilenebilir enerji kaynağıdır [1-2].

Artan nüfus, toplumların refah seviyelerinin yükselmesi ve teknolojik gelişmeler nedeniyle dünyanın enerji ihtiyacı giderek artmaktadır. Bu ihtiyacı karşılayabilmek, rezervleri sınırlı olan yenilenemez enerji kaynaklarının planlı bir şekilde kullanımını ve yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanılmasını sağlamak amacıyla dünyada ve Türkiye’de var olan enerji kaynaklarının durumu tespit edilmelidir.

Enerji kaynaklarının Türkiye ve dünyadaki durumuna yönelik literatürde birçok çalışma mevcuttur. Koç ve Kaplan [3], Türkiye’de yaygın kullanılan birincil enerji kaynaklarının rezerv, üretim ve tüketim durumları ile Türkiye’de elektrik enerjisinin durumu, sektörel bazda enerji kullanımı ve sanayide enerji kullanımını incelemişlerdir. Koç ve Şenel [1], yürüttükleri çalışmada enerji kaynaklarının dünyada ve Türkiye’deki durumunu (rezerv, kapasite, üretim ve tüketim değerleri) incelemişlerdir. Ayrıca ülkelerin enerji üretimi ve tüketim, CO2 emisyonları, elektrik enerjisi tüketimi, kişi başına enerji ve elektrik enerjisi tüketimlerini analiz etmişlerdir. Koç ve Şenel [4] yürüttükleri diğer bir çalışmada, Türkiye’de enerji kaynaklarının rezerv, üretim ve tüketim durumu, elektrik enerjisi durumu, sektörel bazda enerji kullanımı, kişi başına enerji kullanımı, elektrik enerjisi üretimine etki eden faktörler ve enerji santrallerinin karşılaştırmalı olarak birim enerji üretim maliyetleri konularını incelemişlerdir. Oğulata, Türkiye’nin enerji durumu ile yenilenebilir enerji potansiyelini değerlendirmiştir [5]. Çanka Kılıç [6], Türkiye’de yenilenebilir enerjinin genel durumu, yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili çalışmalar ve teşvikleri incelemiştir. Çapık ve arkadaşları [7], Türkiye’de enerji kaynaklarının durumu, yenilenebilir enerji potansiyeli ve Türkiye’nin enerji politikaları konularını ince-



Şekil 1. Enerji Kaynaklarının Genel Sınıflandırılması [1]

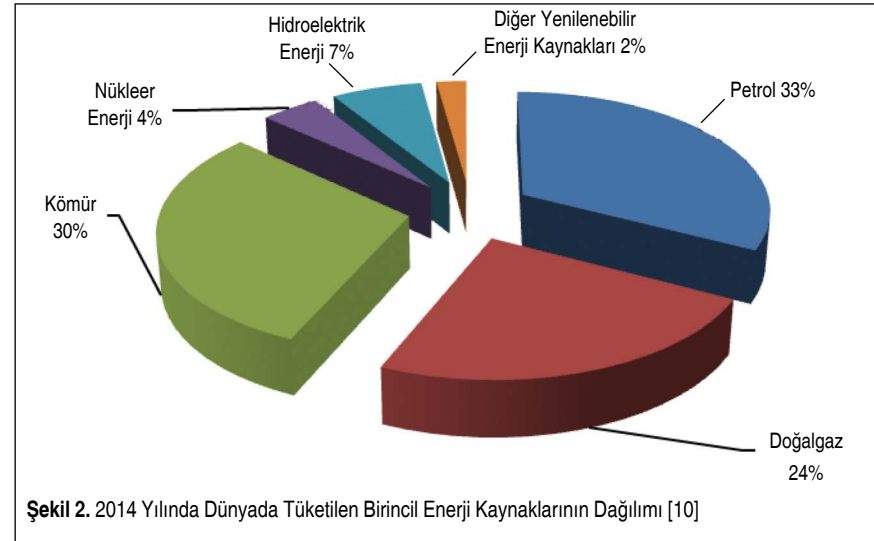
lemiştir. Toklu [8], dünyada ve Türkiye’de enerji kullanımı, çevre kirliliği ve yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili genel bir değerlendirme yapmıştır.

Bu çalışmada, dünyada ve Türkiye’de genel enerji durumu ile yenilenebilir enerjinin son on yıldaki üretim-tüketim durumu değerlendirilmiş olup, ülkemizin enerji politikasına ışık tutabilecek noktalar belirlenmeye çalışılmıştır.

2. DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE GENEL ENERJİ

2.1 Dünyada Birincil Enerji

Dünyada kullanılan enerjinin çoğu birincil enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. 2014 yılı verilerine göre, dünyada



Şekil 2. 2014 Yılında Dünyada Tüketilen Birincil Enerji Kaynaklarının Dağılımı [10]

Tablo 1. Dünyada Tüketilen Birincil Enerji Kaynakları [9, 10]

	Yenilenemez Enerji Kaynakları					Yenilenebilir Enerji Kaynakları			Genel Toplam
	Petrol	Doğal Gaz	Kömür	Nükleer Enerji	Toplam	Hidroelektrik Enerji	Diğer Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Toplam	
2013 Yılı Tüketim Miktarı [Mtep]	4179,1	3052,8	3867,0	563,7	11662,6	861,6	283,0	1144,6	12807,15
2013 Yılındaki Tüketimin Toplam İçindeki Payı (%)	32,6	23,8	30,2	4,4	91,1	6,7	2,2	8,9	100
2014 Yılı Tüketim Miktarı [Mtep]	4211,1	3065,5	3881,8	574,0	11732,5	879,0	316,9	1195,9	12928,40
2014 Yılındaki Tüketimin Toplam İçindeki Payı (%)	32,6	23,7	30,0	4,4	90,7	6,8	2,5	9,25	100
% Değişim Oranı (2014/2013)	0,8	0,4	0,4	1,8	0,6	2,0	12,0	4,5	0,95

tüketilen toplam birincil enerji 12928,40 Mtep (milyon ton eşdeğer petrol) olarak gerçekleşmiş olup, tüketilen enerjinin kaynaklara göre dağılımı Şekil 2’de verilmiştir.

Şekilden, dünyada tüketilen birincil enerji dağılımında en büyük paya sahip kaynakların sırasıyla, petrol (%33), kömür (%30), doğal gaz (%24), hidroelektrik enerji (%7), nükleer enerji (%4) ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının (%2) olduğu görülmektedir. Burada, diğer yenilenebilir enerji kaynakları olarak rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, biyokütle enerjisi ve jeotermal enerji dikkate alınmıştır.

Yenilenemez ve yenilenebilir türlerde birincil enerji kaynaklarının 2013 ve 2014 yıllarındaki tüketimleri ile yüzde değişimleri Tablo 1’de sunulmuştur. Tablodan, 2013 ve 2014 yıllarında dünyada en çok tüketilen enerji kaynaklarının sırasıyla, petrol, kömür ve doğalgaz olduğu görülmektedir. Ayrıca, 2014 yılında bütün enerji kaynaklarının kullanım miktarının arttığı gözlemlenmektedir.

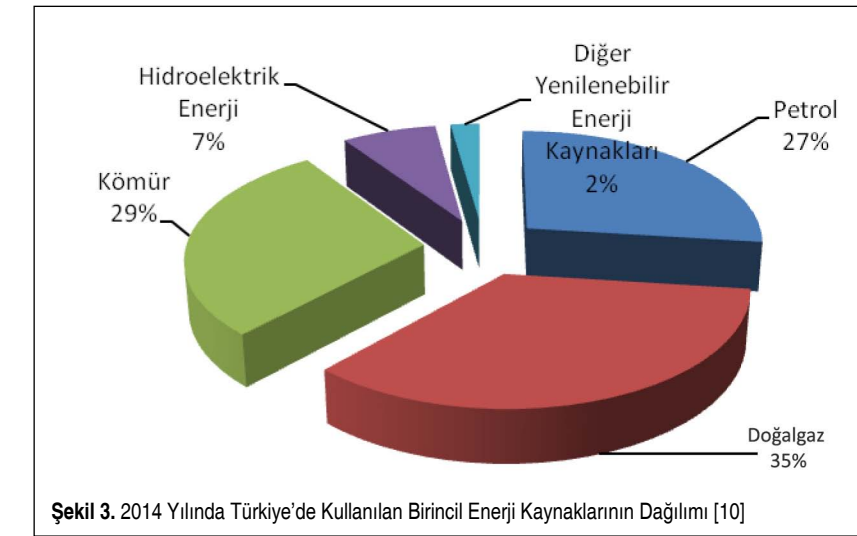
2014 yılı tüketim miktarları değerlendirildiğinde, yenilenebilir enerji kaynaklarından olan hidroelektrik enerji tüketim miktarının 2013 yılında 861,6 Mtep (toplam tüketimin %6,7’si), 2014 yılında ise 879 Mtep (toplam tüketimin %6,8’i) olduğu, 2014 yılında hidrolik enerji tüketiminin bir önceki yıla göre %2 arttığı belirlenmiştir.

Dünyada tüketilen toplam enerji miktarları değerlendirildiğinde; 2013 yılında tüketilen enerjinin %91,1’lik kısmının (11662,6 Mtep) yenilenemez enerji kaynaklarından, %8,9’luk kısmının (1144,6 Mtep) ise yeni-

lenilebilir enerji kaynaklarından karşılandığı görülmektedir. 2014 verileri incelendiğinde ise tüketilen enerjinin %90,7’lik kısmının (11732,5 Mtep) yenilenemez enerji kaynaklarından, %9,25’lik kısmının (1195,9 Mtep) ise yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılandığı belirlenmiştir. Bu durum, dünyada tüketilen enerjinin büyük bir kısmının yenilenemez enerji kaynaklarından karşılandığını, dünyada yenilenebilir enerji kullanımının ise giderek yaygınlaştığını göstermektedir.

2.2 Türkiye’de Birincil Enerji

Türkiye’de 2014 yılında toplam birincil enerji tüketim miktarı 125,33 Mtep olarak gerçekleşmiş olup, bu tüketimin yenilenebilir ve yenilenemez türdeki birincil enerji kaynaklarına



Şekil 3. 2014 Yılında Türkiye’de Kullanılan Birincil Enerji Kaynaklarının Dağılımı [10]

Tablo 2. Türkiye’de Tüketilen Birincil Enerji Kaynakları [9, 10]

	Yenilenemez Enerji Kaynakları					Yenilenebilir Enerji Kaynakları			Genel Toplam
	Petrol	Doğal Gaz	Kömür	Nükleer Enerji	Toplam	Hidroelektrik Enerji	Diğer Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Toplam	
2013 Yılı Tüketim Miktarı [Mtep]	33,6	41,1	31,6	-	106,3	13,4	2,3	15,7	122,01
2013 Yılındaki Tüketimin Toplam İçindeki Payı (%)	27,6	33,7	25,9	-	87,1	11,0	1,9	12,9	100
2014 Yılı Tüketim Miktarı [Mtep]	33,8	43,7	35,9	-	113,4	9,1	2,8	11,9	125,33
2014 Yılındaki Tüketimin Toplam İçindeki Payı (%)	27,0	34,9	28,6	-	90,5	7,3	2,2	9,5	100
% Değişim Oranı (2014/2013)	0,5	6,5	13,6	-	6,7	-32,0	21,7	-24,2	2,72

göre dağılımı Şekil 3’te verilmiştir. Şekilden, birincil enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımının sırasıyla, doğalgaz (%34,9), kömür (%28,6), petrol (%27), hidroelektrik enerji (%7,3) ve diğer yenilenebilir enerji (%2,2) şeklinde olduğu görülmektedir. Burada, yenilenebilir enerji kaynakları olarak rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, biyokütle enerjisi ve jeotermal enerji dikkate alınmıştır.

Yenilenemez ve yenilenebilir türlerde birincil enerji kaynaklarının 2013 ve 2014 yıllarındaki tüketimleri ile yüzde değişimleri Tablo 2’de verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi, 2013 yılında en çok tüketilen enerji kaynakları sırasıyla, doğal gaz (%33,7), petrol (%27,6) ve kömür (%25,9) iken; 2014 yılında sırasıyla, doğal gaz (%34,9), kömür (%28,6) ve petrol (%27) şeklindedir.

Türkiye’deki hidroelektrik enerji tüketim miktarları değerlendirildiğinde; 2013 yılında tüketimin 13,4 Mtep (toplam tüketimin %11’i), 2014 yılında ise 9,1 Mtep (toplam tüketimin %7,3’ü) olduğu, 2014 yılında hidrolik enerji tüketiminin bir önceki yıla göre %32 azaldığı görülmektedir. Bu durum, 2014 yılında Türkiye’de yaşanan kuraklıktan kaynaklanmıştır.

Türkiye’de birincil enerji kaynaklarının 2014 yılı tüketim miktarı değerlendirildiğinde; toplam tüketimin büyük bir kısmının yenilenemez enerji kaynaklarından karşılandığı (%90,5) görülmektedir. 2014 yılı tüketim miktarları bir önceki yıla karşılaştırıldığında, toplam tüke-

timin %2,72, yenilenemez enerji tüketimin (%6,7) (2013 yılı 106,3 Mtep, 2014 yılı 113,4 Mtep) arttığı, yenilenebilir enerji tüketiminin ise azaldığı (%24,2) (2013 yılı 15,7 Mtep, 2014 yılı 11,9 Mtep) gözlemlenmiştir. Bu durum, 2014 yılında Türkiye’de yaşanan kuraklık nedeniyle hidrolik enerji tüketiminin azalması, ortaya çıkan enerji ihtiyacının karşılanmasında yenilenemez enerji kaynaklarının kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

3. TÜRKİYE VE DÜNYADA YENİLENEBİLİR ENERJİ

Yenilenebilir enerji kaynaklarının, fosil yakıtların alternatifi olabileceği düşünülmekte olup günümüzde yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi ile ilgili çeşitli çalışmalar sürdürülmektedir. Yaygın olarak kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları; hidrolik enerji, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi, güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisidir. Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliği ve potansiyeli bakımından zengin bir ülkedir. Ülkemiz, birçok ülkede bulunmayan jeotermal enerjide dünya potansiyelinin %8’ine, coğrafi konumundan dolayı önemli bir güneş enerjisi potansiyeline, yer şekli özellikleri nedeniyle önemli bir hidrolik enerji potansiyeli ve ciddi bir rüzgâr potansiyeline sahiptir [11].

3.1 Hidrolik Enerji

Yaygın olarak kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından biri hidrolik enerjidir. Bu 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.

Tablo 3. Hidrolik Enerjinin Dünyadaki Durumu [9, 13-16]

Ülkeler	Teorik Kapasite (TWh/yıl)	2013 Yılı Sonundaki Kurulu Gücü (GW)	2013 Yılı Elektrik Enerjisi Üretimi (TWh)	Teorik Kapasite Kullanım Oranı (%)	Dünya Hidrolik Enerji Üretimindeki Payı (%)
Çin	5920	260	911,6	15,40	24,1
Kanada	758	76	391,6	51,66	10,4
Brezilya	3040	86	385,4	12,68	10,2
ABD	2040	78	271,9	13,33	7,2
Rusya	2295	47	181,2	7,9	4,8
Hindistan	2638	44	131,9	5,00	3,5
Türkiye	432	22	59,3	13,73	1,6
Toplam	40150	1000	3782.00	9.42	

Bir ülkede, ülke sınırlarına veya denizlere kadar bütün tabii akışların %100 verimle değerlendirilebilmesi varsayımına dayanarak belirlenen hidroelektrik potansiyel, o ülkenin brüt teorik hidroelektrik potansiyelidir. Ancak bu potansiyelin tamamının kullanılması mümkün değildir. Tablo 3’te, seçilmiş ülkelerde hidrolik enerjinin brüt teorik kapasitesi, ülkelerin 2013 yılı sonundaki kurulu güçleri ve kurulu güçlerinden ürettikleri elektrik enerjisi miktarları verilmiştir. 2013 yılı dünyadaki toplam hidrolik enerji kurulu gücü 1000 GW olup, bu tesislerden 2013 yılında toplam 3782 TWh’lik (Terawatt saat) elektrik enerjisi elde edilmiştir. 2013 yılı sonu itibarıyla, dünyada hidrolik enerjiden en fazla yararlanan ülkenin Çin olduğu görülmektedir. Ayrıca, Türkiye’nin teorik kapasitesinin 432 TWh/yıl, 2013 yılı sonundaki kurulu gücünün 22 GW, 2013 yılındaki elektrik enerjisi üretiminin 59,3 TWh olduğu gözlemlenmektedir.

EÜAŞ verilerine göre, Türkiye’nin hidrolik enerji kurulu gücü 23,6409 GW seviyesine ulaşmış olup, bu kapasitenin 7,034 GW’lık kısmını 443 hidrolik akarsu santrali, 16,6069 GW’lık kısmını ise 77 barajlı hidrolik santrali oluşturmaktadır [12].

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü verilerine göre, Türkiye’nin brüt hidroelektrik enerji potansiyeli 433000 GWh/yıl, teknik potansiyeli 216000 GWh/yıl, ekonomik potansiyelin ise 165064 GWh/yıl olarak belirlenmiştir. Türkiye, bu değerler ile dünya teknik enerji potansiyelinin %1,5’ine, Avrupa ekonomik potansiyelinin %17,6’sına sahip olup, Norveç’ten sonra Avrupa’nın en yüksek hidrolik enerji potansiyeline sahip ülkesidir [11, 16].

Türkiye’de işletmede olan, inşaat halinde ve inşaatına başlanmayan proje halindeki HES’ler ile ilgili bilgiler Tablo 4’te verilmiştir. Tablodan, işletmede olan 503 adet HES’in

toplam kurulu gücünün 23694 MW ve ortalama yıllık üretim kapasitesinin 83046 GWh olduğu, inşaat ve proje halinde olan projelerin tamamlanmasıyla birlikte, Türkiye’nin kurulu gücünün 47857 MW, ortalama yıllık üretim kapasitesinin ise 163890 GWh/yıl’a ulaşacağı görülmektedir. Türkiye’nin ekonomik potansiyelinin 165064 GW/yıl olduğu düşünüldüğünde, proje ve inşaat halindeki HES’lerin tamamlanmasıyla birlikte Türkiye, hidrolik enerji potansiyelinin tamamına yakınından yararlanma imkânı bulacaktır.

3.2 Jeotermal Enerji

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 tanımlanmaktadır. Bu enerji, elektrik enerjisi üretimi ya da ısıtma amacıyla kullanılmakta olup, seçilmiş ülkelerin jeotermal enerji santrali kurulu güçlerinin son on yıldaki değişimi kümülatif olarak Tablo 5’te verilmiştir. Tablodan, dünyada jeotermal enerjide en çok yararlanan ülkelerin sırasıyla, ABD, Filipinler, Endonezya, Meksika, İtalya ve Yeni Zelanda olduğu, Türkiye’nin jeotermal enerji kurulu gücünün son yıllarda hızlı bir şekilde arttığı görülmektedir.

Türkiye’de yaklaşık 1000 kadar doğal çıkan sıcak su kaynağı bulunmakta olup, Türkiye’nin elektrik üretimi amacıyla kullanılabilecek jeotermal enerji potansiyeli 610 MW, ısıtma amacıyla kullanılabilecek jeotermal enerji potansiyeli ise 31500 MW’dır. 2014 sonu itibarıyla, Türkiye’nin jeotermal santral kapasitesi 367,701 MW seviyesine ulaşmış olup, Türkiye jeotermal kapasitesinin yarısından fazlasını kullanabilir düzeye ulaşmıştır. Ayrıca Türkiye’nin yakın gelecekte jeotermal elektrik enerjisi kapasitesinin tamamından yararlanması hedeflenmektedir.

3.3 Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, güneşin 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 kolektörleri, güneş santralleri ve güneş pilleri (fotovoltaik piller) gibi teknolojiler geliştirilmiştir. Bu teknolojiler sayesinde güneş enerjisi ısı enerjisi olarak doğrudan ya da elektrik enerjisine dönüştürülerek dolaylı olarak kullanılabilir. Tablo 6’da, seçilmiş ülkelerin güneş enerjisi santrali kurulu

Tablo 4. Türkiye’de İşletmede, İnşaat Halinde ve Proje Halindeki HES’ler [12]

Potansiyel	HES Adedi	Toplam Kurulu Kapasite (MW)	Ortalama Yıllık Üretim (GWh/yıl)
İşletmede	503	23694	83046
İnşaat halinde	143	8137	24779
Proje halinde	841	16026	56065
Toplam	1487	47857	163800

Tablo 5. Dünyada ve Türkiye’de Jeotermal Enerji Santrali Kurulu Güçleri [MW] [9, 10]

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ABD	2811	2858	2955	3081	3207	3226	3236	3368,1	3442	3525
Filipinler	1978	1978	1958	1958	1953	1966	1783	1848	1868	1917,4
Endonezya	850	850	980	1052	1189	1193	1209	1339	1339	1401
İtalya	790,5	810,5	810,5	810,5	842,5	882,5	882,5	874,5	875,5	915,5
Yeni Zelanda	436	489	506	629,3	629,3	769,3	769,3	769,3	855,1	971,425
Meksika	959,5	959,5	959,5	964,5	964,5	964,5	886,6	811,6	823,4	833,6
İzlanda	202,1	312,1	485,1	575,5	575,5	575	665	665	665	665
Japonya	534,2	534,2	532	532	500	502	502	502	503	539
Kenya	167	167	170	174	174	209	211,5	216,5	252,5	590,1
Nikaragua	77,5	77,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	159,5	159,5	159,5
Türkiye	20,4	27,8	27,8	34,6	81,6	94,2	114,201	114,201	226,201	367,701
Dünya	8826,2	9063,6	9471,4	9898,9	10203,9	10469	10346,6	10667,7	11009,2	12594,326

güçlerinin son on yıldaki değişimi kümülatif olarak verilmiştir. Tablodan, güneş enerjisinden en çok yararlanan ülkelerin Almanya, Çin, Japonya, İtalya ve ABD olduğu görülmektedir. 2013 yılı ve 2014 yılında Çin ve Japonya'nın güneş enerjisi santrali kurulu güçleri değerlendirildiğinde; Çin'in güneş enerjisi kurulu gücünün %54,1, Japonya'nın güneş enerjisi kurulu gücünün ise %70,78 büyüdüğü görülmektedir. Bu durum Çin'de güneş paneli üretiminin yaygınlaşması sonucu üretim maliyetlerinin azalmasından, Japonya'nın ise yaşadığı nükleer felaket nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesinden kaynaklanmaktadır. Türkiye'nin güneş enerjisi kurulu gücünün son on yıldaki değişimi incelendiğinde; güneş enerjisi kurulu gücümüzün son yıllarda artmaya başladığı, 2014 sonu itibarıyla ise 58 MW seviyesine ulaştığı görülmektedir.

Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli coğrafi konumu ne-

deniyle İspanya dışındaki tüm Avrupa ülkelerinden fazladır. Türkiye, 1 m²'lik alandan yıllık ortalama 1000-1450 kWh güneş enerjisi elde edebilme imkanına sahip olup, bu enerjinin ve güneşlenme süresinin bölgelere göre dağılımı Tablo 7'de verilmiştir. Tablodan, Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelinin Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde en yüksek, Karadeniz Bölgesi'nde ise en düşük olduğu görülmektedir.

Elektrik İşleri İdaresi (EİE) tarafından hazırlanan Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlasına (GEPA) göre, Türkiye'de 56000 MW termik santral kapasitesine eşdeğer güneş enerji kapasitesinin bulunduğu ve bu potansiyelden yararlanılması durumunda yıllık ortalama 380000 GWh'lık elektrik enerjisi üretilebileceği belirlenmiştir. Türkiye'de güneş enerjisinin oldukça önemli bir potansiyeli bulunmasına rağmen, güneş enerjisinden yeterince yararlanılamamaktadır. Elektrik üretim maliyetlerinin yüksek olması bu enerjinin ticari olarak kul-

Tablo 6. Dünyada ve Türkiye'de Güneş Enerji Santrali Kurulu Güçleri [MW] [9,10]

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Almanya	2056	2899	4170	6120	10566	17554	25039	32643	35948	38200
Çin	68	80	100	140	300	800	3300	7000	18300	28199
İtalya	38	50	120	458	1181	3502	12803	16139	17600	18460
Japonya	1422	1709	1919	2144	2627	3618	4914	6743	13643	23300
ABD	172	275	427	738	1172	2022	3910	7271	12022	18280
İspanya	50	154	739	3635	3698	4110	4472	4685	4828	5358
Fransa	33	44	82	186	377	1194	2953	4019	4632	5660
Avustralya	61	70	83	105	188	571	1377	2407	3255	4136
Belçika	2	4	24	107	636	1055	2057	2768	2983	3074
Britanya	11	14	18	22	26	70	976	1900	2892	5228
Türkiye	2	3	3	4	5	6	7	12	18	58
Toplam	5048	6619	9291	16063	24265	41330	71218	102076	139637	180396

Tablo 7. Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyeli [17, 18]

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

lanımını engellemektedir. Türkiye'de güneş enerjisi yaygın olarak sıcak su ısıtma sistemlerinde (güneş kolektörleri) kullanılmaktadır. Türkiye'de 1 MW üzerindeki güneş santralleri Tablo 8'de verilmiştir. Tablodan, 1 MW üzerindeki güneş enerji santrallerinin İç Anadolu Bölgesinde toplandığı gözlenmiştir.

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 artması beklenmektedir.

3.4 Biyokütle Enerjisi

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 [20, 21].

Dünyada son yıllarda yenilenebilir enerji bitkileri tarımına ağırlık verilmiştir. 2013 yılında, dünyada üretilen biyoetanol ve biyodizel miktarlarının ülkelere göre dağılımı Tablo 9'da verilmiştir. Tablodan, dünyada en fazla biyoetanol ve biyodizel kullanan ülkelerin ABD ve Brezilya olduğu görülmektedir. Ayrıca, tablo değerlendirildiğinde, 2013 yılında AB ülkelerinde 4,5 milyar litre biyoetanol, 10,5 milyar litre biyodizel üretildiği görülmektedir. Bu durum, AB'nin taşımada kullanılan yakıtın 2020 yılında %20'sinin, 2030 yılında ise

Tablo 8. Türkiye'de 1 MW Üzerindeki Güneş Enerji Santralleri [19]

Santral Adı	İl	Kurulu Güç [MW]
Kayseri OSB Güneş Enerjisi Santrali	Kayseri	6
Mersin Toroslar Termal Güneş Enerji Santrali	Mersin	5
Malatya İnönü Üni. Güneş Santrali	Malatya	5
Niğde Bor Badak Güneş Enerjisi Santrali	Niğde	3
Elmeks Maden ve Dekel Güneş Enerji Santrali	Kayseri	2
Makascı Mühendislik GES	Konya	1,5
Prokon ve Ekon Güneş Enerji Santrali	Ankara	1,1

Tablo 9. 2013 Yılında Dünyada Üretilen Biyoyakıt Miktarları [Milyar Litre] [14]

Ülkeler	Biyoetanol	Biyodizel	Toplam
ABD	50,3	4,8	55,1
Brezilya	25,5	2,9	28,4
Almanya	0,8	3,1	3,9
Fransa	1	2	3
Arjantin	0,5	2,3	2,8
Çin	2	0,2	2,2
Hollanda	0,3	0,4	0,7
AB ülkeleri	4,5	10,5	15
Toplam	87,2	26,3	113,5

%30'unun biyoyakıtlardan karşılanması hedefinden kaynaklanmaktadır [19].

Türkiye'nin yıllık yaklaşık 117 milyar ton biyokütle potansiyeli bulunmakta olup, Türkiye'nin biyokütle kaynaklarından elektrik enerjisi üretim potansiyeli yıllık 371,2 TWh'dir. Bu potansiyel içerisinde en büyük pay, tek yıllık bitkilere (168,635 TWh), daha sonra ise sırasıyla, orman atıkları (62,802 TWh) ve çok yıllık bitkilere aittir. Ayrıca Türkiye'nin hayvansal atık potansiyeline karşılık gelen biyogaz miktarının 17-23 TWh olduğu tahmin edilmektedir. Ancak Türkiye, dünyada yaygın olarak kullanılan, ülkemizin de önemli bir potansiyele sahip olduğu biyokütle kaynaklarından yeterince yararlanamamaktadır. Türkiye'de organik atık, biyokütle ve biyogazdan enerji elde edilmesine yönelik kamu ve özel sektör yatırımları son zamanlarda artmıştır. Özellikle belediyeler, atık çöplerin değerlendirilmesine yönelik atık yakma ve enerji üretim tesisleri kurmaya başlamış olup, 2003 yılında 15 olan katı atık düzenli depolama tesisi sayısı 2012 yılı itibarıyla 69'a yükselmiştir [11, 20-23].

3.5 Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi, güneş radyasyonunun yer yüzeylerini farklı ısıtmasından kaynaklanmaktadır. Denizlerin ve havanın farklı ısınması bir 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 evlerde ve çiftliklerde sulama amacıyla kullanılmaktadır. Rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretmek amacıyla ise Rüzgâr Enerjisi Santrallerinden (RES) yararlanılmaktadır.

Tablo 10'da, seçilmiş ülkelerin rüzgar enerjisi santrali kurulu güçlerinin son on yıldaki değişimi kümülatif olarak verilmiştir. Tablodan, rüzgâr santrali kurulu gücü yüksek olan ülkelerin sırasıyla, Çin, ABD ve Almanya olduğu, Türkiye'nin RES kurulu gücünün son on yılda hızlı bir gelişim göstererek 2014 yılı sonunda 3762 MW'a ulaştığı görülmektedir.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü verilerine göre, 6,5 m/s ve üzerindeki rüzgar hızları değerlendirildiğinde, Türkiye'de kara rüzgar potansiyelinin 131756,4 MW, deniz potansiyelinin ise 17393,2 MW olduğu görülmektedir (Tablo 11-12) [2]. Rüzgar türbin santrallerinin ekonomik yatırımlar olabilmesi için türbinin kurulacağı arazide 50 m yükseklikteki ortalama rüzgar hızının minimum 7 m/s olması gerekmektedir. Bu nedenle, Türkiye'nin 7 m/s ve üzerindeki karasal rüzgar potansiyeli değerlendirildiğinde, Türkiye'nin karasal rüzgar potansiyelinin 48000 MW, deniz rüzgar potansiyelinin 5300 MW düzeyinde olduğu görülmektedir.

Tablo 10. Seçilmiş Ülkelerin Rüzgâr Enerjisi Santrali Kurulu Güçleri [9, 10]

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Çin	1264	2588	5875	12121	25853	44781	62412	75372	91460	114609
ABD	9181	11635	16879	25237	35159	40274	47084	60208	61292	66146
Almanya	18390	20579	22194	23826	25703	27191	29071	31315	34316	40500
İspanya	10013	11595	15155	16699	19160	19715	21160	22722	22898	22987
Hindistan	4430	6270	7845	9655	10926	13065	16179	18420	20226	22465
Birleşik Krallık	1336	1955	2477	3406	4424	5378	6476	8889	10976	12809
İtalya	1713	2118	2721	3731	4845	5793	6733	7998	8448	8556
Fransa	775	1585	2471	3671	4775	5940	6770	7585	8120	9143
Kanada	683	1459	1845	2371	3321	4011	5278	6214	7813	9684
Danimarka	3087	3101	3088	3159	3408	3805	3927	4137	4747	4778
Türkiye	20	50	147	364	792	1320	1729	2261	2760	3762
Toplam	59186	74089	94091	121789	160139	197718	238967	284491	319907	372961

Tablo 11. 50 m Yükseklikte Türkiye Kara Rüzgâr Potansiyeli [2]

Rüzgâr Sınıfı	Rüzgâr Hızı (m/s)	Toplam Potansiyel (MW)
3	6,5-7	83906,96
4	7-7,5	29259,36
5	7,5-8	12994,32
6	8-9	5399,92
7	>9	195,84
Toplam		131756,4

Tablo 12. 50 m Yükseklikte Türkiye Deniz Rüzgâr Potansiyeli [2]

Rüzgâr Sınıfı	Rüzgâr Hızı (m/s)	Toplam Potansiyel (MW)
3	6,5-7	6929,92
4	7-7,5	5133,2
5	7,5-8	3444,8
6	8-9	1742,56
7	>9	142,72
Toplam		17393,2

Türkiye’de kullanılan en yaygın yenilenebilir enerji kaynaklarından biri rüzgâr enerjisidir. Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliğinin (TUREB) 2014 yılı verilerine göre, Türkiye’de halen işletmede 75 adet Rüzgâr Enerjisi Santrali (RES) bulunmakta olup, 35 adet RES’in inşası da devam etmektedir. İnşa halindeki RES’lerin tamamlanması ile birlikte, Türkiye’deki rüzgâr

enerjisi kurulu gücü 4000 MW düzeyine ulaşacaktır [24]. Türkiye’deki kara rüzgâr potansiyelinin 48000 MW olduğu düşünüldüğünde, mevcut potansiyelimizin halen %10’unun bile faaliyete geçirilemediği, Türkiye’de rüzgâr enerjisi potansiyelinden yeterince yararlanamadığı görülmektedir.

Dünyanın büyük bir kısmı suyla kaplıdır. Denizlerdeki ve okyanuslardaki enerji potansiyelinden yararlanmak amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Okyanustan enerji üretimi gel-git, okyanus ısı, dalgalar, akıntılar, tuzluluk oranı ve metan gazından yapılmaktadır [25].

Gel-git enerjisi, Ay’ın çekim kuvveti ile denizlerin ve okyanusların alçalıp yükselmesi ile oluşan seviye farkından oluşmaktadır. Hesaplamalara göre, okyanuslardaki gel-git hareketleri her gün 3000 TWh’lik enerji kapasitesi taşımakta olup, bu enerjinin %2’sinin (60 TWh) elektrik enerjisine dönüştürülebileceği tahmin edilmektedir. Yeryüzünde 5 m’nin üzerinde seviye farkı oluşan 40 gel-git bölgesi bulunmakta olup, Avrupa, Filipinler, Endonezya, Çin ve Japonya’da gel-git enerjisi oldukça fazladır. Fransa’daki La Rance santrali (240 MW) ve Kanada’daki Annoapolis Santrali (16 MW) önemli gel-git enerji santralleridir [25].

Deniz üstünde esen rüzgârların meydana getirdiği dalgaların sahip olduğu dalga enerjisi potansiyeli de oldukça önemli olup, bu potansiyelden yararlanmak amacıyla da çeşitli teknolojiler geliştirilmiştir. Türkiye’de 18,5 TWh/yıl dalga enerjisi elde edilebileceği tahmin edilmektedir [25].

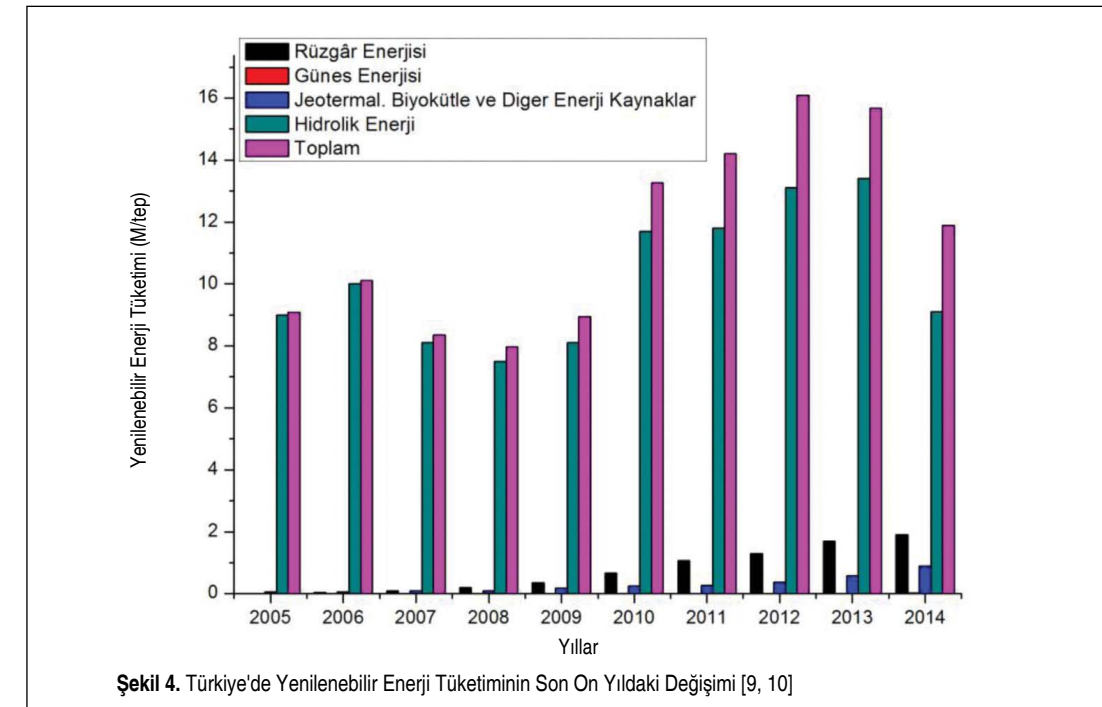
Türkiye ve dünyada son on yıldaki (2005-2014) yenilenebilir

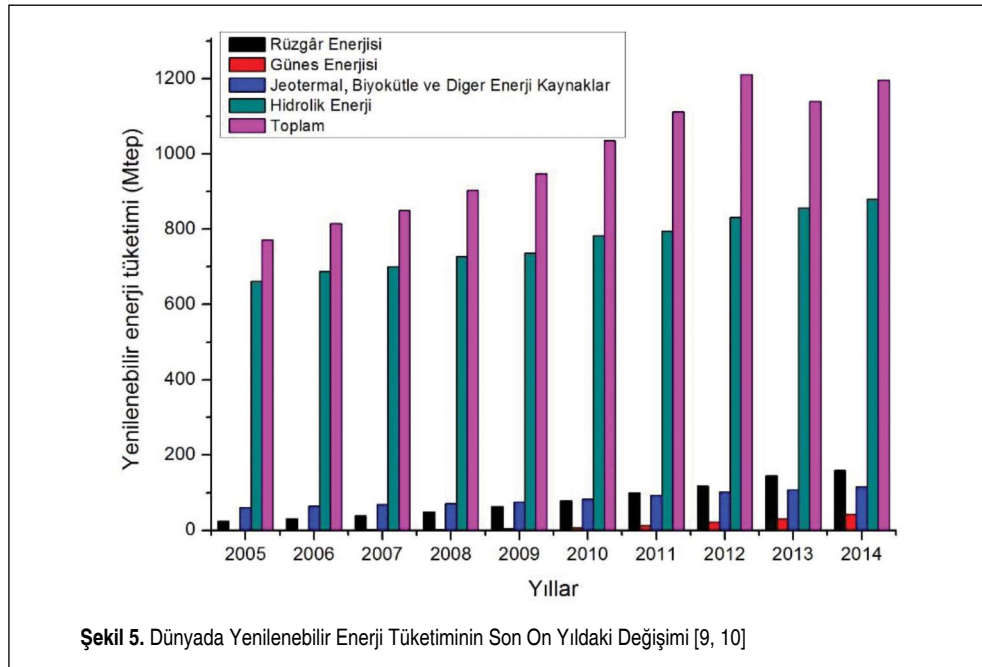
Tablo 13. Türkiye ve Dünyada Yenilenebilir Enerji Tüketimi [Mtep] [9, 10]

Yıllar	Hidrolik Enerji		Rüzgâr Enerjisi		Güneş Enerjisi		Jeotermal, Biyokütle ve Diğer Enerji Kaynakları		Toplam	
	Türkiye	Dünya	Türkiye	Dünya	Türkiye	Dünya	Türkiye	Dünya	Türkiye	Dünya
2005	9,00	662,20	0,01	23,63	-	0,83	0,05	60,46	9,08	771,80
2006	10,00	688,10	0,03	30,15	-	1,14	0,06	63,85	10,11	814,72
2007	8,10	700,70	0,08	38,62	-	1,53	0,08	68,07	8,34	849,28
2008	7,50	727,60	0,19	49,61	-	2,55	0,09	71,30	7,97	903,41
2009	8,10	737,70	0,34	62,89	-	4,32	0,18	74,96	8,95	947,41
2010	11,70	782,10	0,66	78,76	0,0018	6,87	0,25	83,18	13,27	1035,77
2011	11,80	794,70	1,07	99,57	0,0021	13,28	0,26	93,10	14,20	1112,50
2012	13,10	831,10	1,30	117,95	0,0032	21,03	0,37	102,14	16,09	1210,89
2013	13,40	855,80	1,70	144,97	0,0051	30,43	0,57	107,58	156751	1138,78
2014	9,1	879	1,90	159,79	0,0132	42,06	0,88	115,07	118932	1195,92
Değişim Oranı (%) (2014/2013)	-32,00	2,00	10,7	10,21	157,5	38,2	53,3	7	-24,13	5,02

enerji tüketim miktarları Tablo 13’te gösterilmiş olup, Tablodan, Türkiye ve dünyada yenilenebilir enerji kullanımının giderek yaygınlaştığı görülmektedir. Türkiye’de son on yılda tüketilen yenilenebilir enerji miktarları değerlendirildiğinde; en yaygın kullanılan yenilenebilir enerji kaynağının hidrolik enerji olduğu ve dünyada yaygın olarak kullanılan rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından yeterince yararlanılmadığı görülmektedir.

Türkiye ve dünyada yenilenebilir enerji tüketiminin son on yıldaki değişimi sırasıyla, Şekil 4 ve Şekil 5’ten daha kolay izlenebilmektedir. Şekil 4 ve 5 değerlendirildiğinde, yenilenebilir enerji kaynaklarından en fazla hidrolik enerjiden yararlandığı, son yıllarda Türkiye’de jeotermal enerji ve rüzgâr enerjisi kullanımının arttığı, dünyada ise jeotermal ve rüzgâr enerjisine ek olarak güneş enerjisinin de kullanımının arttığı gözlemlenmiştir.





Şekil 5. Dünyada Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Son On Yılda Değişimi [9, 10]

4. SONUÇ

Bu çalışmada, dünyada ve Türkiye’de enerji kaynakları ile yenilenebilir enerjinin durumu değerlendirilmiştir. Bu amaçla, son yıllarda kullanımı giderek artan, gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarının yerini alacağı düşünülen yenilenebilir enerji kaynakları tüketimi incelenmiş olup, yürütülen çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- 1) 2013 yılında, dünyada tüketilen enerjinin %91,1’lik kısmının (11662,6 Mtep) yenilenebilir enerji kaynaklarından, %8,9’luk kısmının (1144,6 Mtep) ise yenilenebilir enerji kaynaklarından; 2014 verileri incelendiğinde ise tüketilen enerjinin %90,7’sinin (11732,5 Mtep) yenilenebilir enerji kaynaklarından, %9,25’inin (1195,9 Mtep) ise yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılandığı belirlenmiştir.
- 2) Türkiye’de 2014 yılı birincil enerji tüketim miktarı değerlendirildiğinde; toplam tüketimin büyük bir kısmının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılandığı (%90,5), toplam tüketimin %2,72, yenilenebilir enerji tüketiminin %6,7, yenilenebilir enerji tüketim miktarının ise azaldığı (2013 yılı 15,7 Mtep, 2014 yılı 11,9 Mtep) tespit edilmiştir.
- 3) Türkiye’de en yaygın kullanılan yenilenebilir enerji kaynağının hidrolik enerji olduğu (2014 yılında toplam tüketimin %9,1’i), işletmede olan 503 adet HES’in toplam kurulu gücünün 23694 MW ve ortalama yıllık üretim kapasitesinin 83046 GWh olduğu belirlenmiştir. İnşaat ve

proje halinde olan santrallerin tamamlanmasıyla birlikte, Türkiye’nin kurulu gücünün 47857 MW ve ortalama yıllık üretim kapasitesinin 163800 GWh düzeyine ulaşacağı belirlenmiştir.

- 4) 2014 yılı sonu itibarıyla, Türkiye’nin jeotermal enerji santrali kapasitesinin 367,701 MW olduğu ve Türkiye’nin jeotermal kapasitesinin (610 MW) yarısından fazlasını kullanabilir düzeye ulaştığı belirlenmiştir.
- 5) Türkiye’nin güneş enerjisi kurulu gücünün son yıllarda arttığı, 2014 sonu itibarıyla, 58 MW seviyesine ulaştığı belirlenmiştir.
- 6) 2014 yılı sonu itibarıyla, Türkiye’nin RES kurulu gücünün 3762 MW olduğu, inşa halindeki RES’lerin tamamlanması ile Türkiye’nin rüzgâr potansiyelinin %10’unu kullanabilir düzeyde olacağı belirlenmiştir.
- 7) 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.

KAYNAKÇA

1. Koç, E., Şenel, M. C. 2013. “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu-Genel Değerlendirme,” Mühendis ve Makina Dergisi, cilt 54, sayı 639, s. 32-44.

2. Şenel, M. C. 2012. “Rüzgâr Türbinlerinde Güç İletim Mekanizmalarının Tasarım Esasları-Dinamik Davranış,” Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 202 s.
3. Koç, E., Kaplan, E., 2008. “Dünyada ve Türkiye’de genel enerji durumu-II Türkiye Değerlendirilmesi,” Termodinamik Dergisi, sayı 188, s.106-188.
4. Koç, E., Şenel, M. C. 2013. “Türkiye Enerji Üretim Potansiyeli ve Yatırım-Üretim Maliyet Analizi,” Termodinamik Dergisi, sayı 245, s. 72-84.
5. Oğulata, R. 2007. “Potential of Renewable Energies in Turkey,” Energy Engineering, vol. 133 (1), p. 63-68.
6. Çanka, K. F. 2011. “Türkiye’deki Yenilenebilir Enerjilerde Mevcut Durum ve Teşviklerdeki Son Gelişmeler,” Mühendis ve Makine Dergisi, cilt 52, sayı 614, s. 103-115.
7. Capik, M., Yılmaz, A. O., Çavuloğlu, İ. 2012. “Present Situation and Potential Role of Renewable Energy in Turkey,” Renewable Energy, vol. 46, p. 1-13.
8. Toklu, E. 2013. Overview of Potential and Utilization of Renewable Energy Sources in Turkey,” Renewable Energy, vol. 50, p. 456-463.
9. BP Statistical Review of World Energy. 2014. British Petroleum (BP), London, UK.
10. BP Statistical Review of World Energy. 2015. British Petroleum (BP), London, UK.
11. Yılmaz, M. 2012. “Türkiye’nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi,” Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, sayı 4 (2), s. 33-54.
12. DSİ Genel Müdürlüğü 2014 Faaliyet Raporu. <http://www.dsi.gov.tr/docs/stratejik-plan/dsi-2014-faaliyet-raporu.pdf?sfvrsn=2>, son erişim tarihi: 04.06.2015.
13. World Energy Resources. 2013. World Energy Council, London, UK.
14. RENEWABLES 2014 Global Status Report. 2014. REN21 Renewables Energy Policy Network for 21st Century, Paris, France.
15. DSİ Genel Müdürlüğü 2013 Faaliyet Raporu. <http://www.dsi.gov.tr/docs/stratejik-plan/dsi-2013-faaliyet-raporu.pdf?sfvrsn=2>, son erişim tarihi: 10.10.2014.
16. Gökdemir, M., Kömürcü, M., Evcimen, T. 2012. “Türkiye’de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış,” TMH Dergisi, sayı 471, s. 18-26.
17. Dinçer, F. 2011. “Türkiye’de güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi Potansiyeli-Ekonomik Analizi ve AB Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Değerlendirme,” KSU Mühendislik Dergisi, sayı 14 (1), s. 8-17.
18. Altıntop, N., Erdemir, D. 2013. “Dünyada ve Türkiye’de Güneş Enerjisi ile İlgili Gelişmeler,” Mühendis ve Makine Dergisi, cilt 54, sayı 639, s. 69-77.
19. www.enerjiatlas.com, son erişim tarihi:14.06.2015.
20. Gizlenci, Ş., Acar, M., Şahin, M. 2012. “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının (Biyodizel, Biyoetanol ve Biyokütle) Projeksiyonu,” Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, sayı 8 (3), s. 337-344.
21. Koltukçu, H. 2010. “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından SWOT Analizi,” Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya, 136 s.
22. MMO. 2012. Türkiye’nin Enerji Görünümü, Yayın No: MMO/588, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Ankara.
23. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. 2014. “Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi ve Eylem Planı 2014-2017,” <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/12/20141230M1-12-1.pdf>, son erişim tarihi:14.06.2015.
24. Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu. 2014. Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği (TUREB), Ankara.
25. http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/9514e888b8f2aca_ek.pdf, son erişim tarihi: 01.06.2015.

<http://omys.mmo.org.tr/muhendismakina/>

TMMOB MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI

Mühendis ve Makina Dergisi

Online Makale Yönetimi

ANA SAYFA (GİRİŞ SAYFASI) | YAZAR | HAKEM | EDITÖR

HOŞGELDİNİZ

YAZAR GİRİŞİ

e-Posta :

Şifre :

[Yeni Kullanıcı](#) | [Şifremi Unuttum](#)

MÜHENDİS VE MAKİNA DERGİSİ'ne makale gönderebilmek için sisteme kayıt olmanız gerekmektedir. Kayıt olabilmek için sol kısımda yer alan [Yeni Kullanıcı] bağlantısına tıklayınız.

Daha önce kayıt olduysanız, e-posta adresiniz ve şifrenizi girmeniz yeterlidir.

Şifrenizi hatırlamıyorsanız, şifrenizin e-posta adresinize gönderilebilmesi için [Şifremi Unuttum] bağlantısına tıklayınız.

Sistemle ilgili sorularınızı yayin@mno.org.tr e-posta adresine gönderebilirsiniz.

makalelerinizi online sistem üzerinden ulaştırabilirsiniz