

Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kullanımının Mevcut Durumu ve Sorunları

Birol KAYIŞOĞLU^{1*}, Bahar DİKEN²

Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, TEKİRDAĞ
*Sorumlu yazar e-posta: bkayisoglu@nku.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 07.05.2019

Kabul Tarihi (Accepted): 22.08.2019

Özet: Dünyada tüketilen birincil enerji kaynaklarının %86'sı fosil kökenli yakıtlardan sağlanmaktadır. Fosil kökenli yakıtlar geleneksel yakıtlar olarak da adlandırılmaktadır. Bu yakıtların oluşumu milyonlarca yılda gerçekleşmektedir. Bu özelliklerinden dolayı yenilenemez enerji kaynağı olarak adlandırılmaktadırlar. Ayrıca, fosil kökenli yakıtlar yüksek maliyetlidirler ve olumsuz çevresel etkileri bulunmaktadır. Özellikle fosil kökenli yakıtları ithal eden gelişmekte olan ülkeler, bütçelerinin büyük bir kısmını bunun için harcamaktadırlar. Bu nedenlerden dolayı, son yıllarda fosil kökenli yakıtlara alternatif olabilecek birincil enerji kaynaklarına talep artmaya başlamıştır. Güneş, rüzgâr, jeotermal ve biyokütle gibi yenilenebilir enerjiler bu kaynakların başında gelmektedir. Bu makalede Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelleri, güncel veriler dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmenin sonucunda, ülkemizde oldukça büyük yenilenebilir enerji kaynağı potansiyelinin bulunduğu, ancak bu potansiyelin büyük bir kısmının kullanılmadığı belirlenmiştir. Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının önündeki engeller ve bunların aşılması için gerekli öneriler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Yenilenebilir enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal, biyokütle

The Current Situation of Renewable Energy Use in Turkey and Problems

Abstract: 86% of the primary energy sources consumed in the world are derived from fossil-based fuels. Fossil-based fuels are also called conventional fuels. The formation of these fuels takes place in millions of years. They are called non-renewable energy sources because of their properties. In addition, fossil-based fuels are costly and have adverse environmental impacts. Developing countries, especially those who import fossil-based fuels, spend a large part of their budget. For these reasons, demand for primary energy sources, which could be an alternative to fossil fuels in recent years, has begun to increase. Renewable energies such as the sun, wind, geothermal and biomass are at the forefront of these sources. In this article, the potential of renewable energy sources in Turkey is evaluated taking into actual data. As a result of this assessment, it has been determined that there is a considerable amount of renewable energy potential in our country, but a large part of this potential is not used. Barriers to the use of renewable energy sources in Turkey and proposals necessary to overcome them are presented.

Key words: Renewable energy, solar energy, wind energy, geothermal, biomass

GİRİŞ

Dünyadaki hızlı nüfus artışı, teknolojik gelişmeler ve artan üretimle birlikte enerjiye olan talep hızla artmaktadır. 2016 yılı istatistiklerine göre Dünyadaki birincil enerji tüketimi 13.147 Milyon TEP civarındadır. Bu tüketimin yaklaşık %86'lık bir kısmı fosil kökenli (kömür, petrol, doğalgaz) birincil enerji kaynaklarından karşılanmaktadır (Şekil 1). Özellikle

enerjide dışa bağımlı olan ülkeler bu talebi karşılamak için her yıl önemli miktarda döviz harcamaktadırlar. Fosil kaynaklı yakıtların yenilenemez enerji kaynağı olması, giderek artan maliyetleri ve yarattıkları olumsuz çevresel koşullardan dolayı, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler alternatif enerji kaynaklarına yönelmiş ve bu konuda araştırmalar yoğunlaşmıştır.



Şekil 1. Dünyada Birincil Enerji Kaynaklarının Kullanımı (BP, 2016)

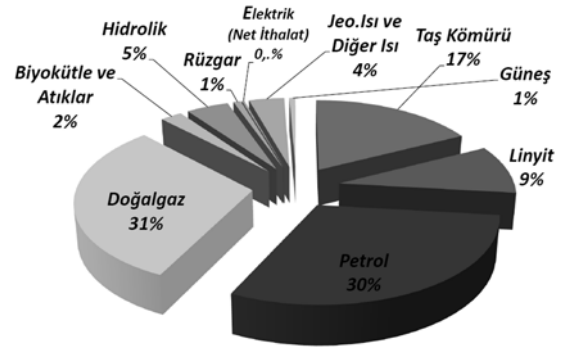
Yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi, günümüzde fosil kaynaklı yakıtlara alternatif olarak, giderek artmaktadır. Bu kaynakların yenilenebilir olması, maliyetlerinin daha düşük olması ve kullanımlarından dolayı olumsuz çevresel faktörlerin daha az olması, talebin artmasına neden olmaktadır. Başta güneş enerjisi olmak üzere, rüzgâr, jeotermal, biyokütle enerjileri belli başlı yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Hidrolik enerji de eski tarihlerden bu yana kullanılan önemli bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Dünyada hidrolik enerji de dahil olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının birincil enerji kaynakları içerisindeki payı %10.6 civarındadır. Bunun %6.8'i hidrolik enerji, %2.8'i diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşmaktadır (Şekil 1).

Son yıllarda biyokütlenin enerji kaynağı olarak kullanılması da yaygınlaşmaya başlamıştır. Biyokütle kaynaklarının hemen her yerde yetişebilmesi, sera gazı salınımlarının az olması, tarımsal atıkların da değerlendirilmesi gibi önemli avantajları bulunmaktadır (Baka, 2012).

Ülkemizde Birincil Enerji kaynağı Kullanımı

Ülkemizde 2015 yılı verilerine göre 129,27 milyon TEP birincil enerji kaynağı tüketilmektedir. Bu değer Dünyadaki tüketimin %1'i civarındadır. Tüketilen bu enerjinin yaklaşık %87'si fosil kaynaklı yakıtlardan sağlanmaktadır. Yaklaşık %11'lik kısmı hidrolik enerji de dâhil olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Bunların içerisinde son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanan güneş ve rüzgâr enerjisinin payı oldukça düşüktür (Şekil 2).

2015 yılında birincil enerji kaynağı talebinin yaklaşık %75.9'luk kısmı dışarıyla karşılanmıştır. Ülkemiz, 2015 yılında 48 milyar m³ doğalgaz dışarıyla ile dünyada 5., 35 milyar ton petrol dışarıyla ile 13., 30 milyar ton kömür dışarıyla ile 8., 4 milyar ton petro kok dışarıyla ile 4. sırada bulunmaktadır. 2016 yılında petrol ithalatı için 30 milyar dolar döviz harcanmıştır. Bu miktar artan döviz kuru nedeniyle 2017 yılında 40 milyar civarlarında gerçekleşmiştir. 1990-2015 yılları arasında ülkemizin toplam enerji talebinin %145.3, yerli üretimin %22.1, enerji ithalatının %301.5 artmasına rağmen, yerli üretimin enerji talebini karşılama oranı %50.2 azalmıştır (ETKB, 2015). Bu durum ülkemizin enerji talebini kendi öz kaynaklarından karşılaması için önemli projeler yapması ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımlar yapmasının önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.



Şekil 2. Ülkemizde Birincil Enerji Kaynaklarının Kullanımı (ETKB, 2015)

Enerjiyi verimli kullanmanın ölçütlerinden olan Enerji Yoğunluğu değerine bakıldığında ülkemiz 0.28 TEP/1000 USD değeri ile gelişmiş ülkelerin gerisinde kalmaktadır. Japonya, İsveç, İsviçre ve Danimarka'da bu değer 0.1 TEP/1000 USD civarındadır (ETKB, 2012). Bu durum ülkemizin birim gayrisafi milli hâsıla kazanmak için bu ülkelerden yaklaşık 3 kat daha fazla enerji harcadığını göstermektedir. Enerjiyi daha verimli kullanmak için gerekli önlemlerin de alınması kaçınılmazdır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma çeşitli güncel kaynaklardan yararlanıp, güncel verilerin toplanarak değerlendirilmesi ile yürütülmüştür. Ortaya çıkan mevcut durum ve sorunlar analiz edilmiş ve öneriler ortaya konmuştur.

ARAŞTIRMA BULGULARI**Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut durumu**

Ülkemiz güneş enerjisi potansiyeli açısından oldukça yeterli düzeydedir. Teknik olarak ilk etapta 50.000 GWh/yıl elektrik enerjisi üretecek potansiyel bulunmaktadır. 2016 yılı itibarıyla ülkemizde mevcut GES'lerin durumu Çizelge 1'de verilmiştir (Enerji Atlası, 2017). Aktif olarak çalışan 520 GES bulunmaktadır. Bunların 12'si lisanslı GES'lerdir.

Çizelge 1. Ülkemizde Güneş Enerjisi Santrallerinin (GES) Mevcut Durumu

Aktif Santral Sayısı	520
Lisanslı Santral Sayısı	12
Lisanssız Santral Sayısı	508
Kurulu Güç	802 MWe
Kurulu Güce Oranı	%0,99
Üretilen Elektrik Enerjisi	≈ 1.184 GWh/yıl
Üretilen enerjinin Tüketime oranı	%0,46
2023 yılına Kadar hedeflenen Kurulu güç	3.000 MWe
Gerçekleşme Oranı	%26,7

Güneş enerjisinden en fazla yararlanan ülkelerin başında Çin gelmektedir. Bu ülkeyi Japonya, Almanya ve ABD izlemektedir. Ülkemiz güneş enerjisinden yararlanma potansiyeli açısından Dünyada 19. sırada yer almaktadır. Güneş enerjisi potansiyeli ülkemizin yarısı kadar olan Almanya 40.000 MW GES kurulu gücüne sahiptir ve güneş enerjisinden 50.000 GWh/yıl elektrik enerjisi üretmektedir. Ülkemiz ilk etapta ilk etapta 50.000 GWh/yıl elektrik enerjisi üretecek güneş enerjisi potansiyelini kullandığında, elektrik enerjisi tüketiminin %18'ini güneş enerjisinden karşılama imkânına kavuşmuş olacaktır.

Ülkemizin kara ve deniz rüzgâr potansiyeli 58.313 MW dolayındadır. 2017 yılı itibarıyla toplam kurulu 171 rüzgâr enerjisi santraliyle bu potansiyelin 6.328 MW'lık kısmı kullanılabilir (Çizelge 2).

Rüzgâr enerjisi potansiyelini en fazla kullanan ülkelerin başında Çin, Amerika ve Almanya gelmektedir. Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyeli kullanma bakımından 2017 yılı itibarıyla Dünyada 12. sırada bulunmaktadır (Enerji Atlası, 2017). Ülkemizde bulunan rüzgâr enerjisi potansiyelinin tamamı kullanıldığında 146.000 GWh/yıl elektrik enerjisi üretimiyle elektrik enerjisi ihtiyacının yaklaşık %53'kısımları RES'lerden sağlanabilecektir.

Çizelge 2. Ülkemizde Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin (RES) Mevcut Durumu

Aktif Santral Sayısı	171
Lisanslı Santral Sayısı	154
Lisanssız Santral Sayısı	17
Kurulu Güç	6.328 MWe
Kurulu Güce Oranı	%7,78
Üretilen Elektrik Enerjisi	≈ 15.838 GWh/yıl
Üretilen enerjinin Tüketime oranı	%6,09
2023 yılına Kadar hedeflenen Kurulu güç	20.000 MWe
Gerçekleşme Oranı	%31,6

Ülkemiz bulunduğu coğrafi konumundan dolayı oldukça yüksek jeotermal enerji kapasitesine sahiptir. Jeotermal enerji teknik potansiyeli 3000 MWe dolayındadır. Jeotermal enerjiyi ısı enerjisine dönüştürerek kullanım oranı daha yüksektir. Ülkemiz 2130 MWt dolayında jeotermal kaynağı doğrudan ısı enerjisi olarak değerlendirerek, Dünya'da 7. sırada yer almaktadır (ETKB, 2015). Ülkemizde 31 Adet JES bulunmaktadır ve bunların kurulu güçleri 1005 MWe dolayındadır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Ülkemizde Jeotermal Enerji Santrallerinin (JES) Mevcut Durumu

Aktif Santral Sayısı	31
Lisanslı Santral Sayısı	31
Lisanssız Santral Sayısı	-
Kurulu Güç	992 MWe
Kurulu Güce Oranı	%1,22
Üretilen Elektrik Enerjisi	≈ 4.213 GWh/yıl
Üretilen enerjinin Tüketime oranı	%2,23
2023 yılına Kadar hedeflenen Kurulu güç	1.000 MWe
Gerçekleşme Oranı	%99,2

2023 yılına kadar hedeflenen 1.000 MWe kurulu JES hedefine ulaşılmıştır (Enerji Atlası, 2017). JES kurulu gücü açısından ülkemiz ABD, Filipinler ve Endonezya'dan sonra 4. sırada yer almaktadır. Ancak, 3.000 MWe teknik potansiyele sahip olan ülkemizde, bu hedefe ulaşıldığında, jeotermal enerjiden yaklaşık 12.742 GWh/yıl elektrik enerjisi elde edilerek, talebin %4,6'lık kısmı bu yolla karşılanabilecektir.

Türkiye'nin hidrolik enerji teknik potansiyeli 216.000 GWh/yıl dolayındadır. Bu potansiyelin 66.000 GWh/yıl'lık kısmı (%31) kullanılmaktadır. Ülkemiz HES potansiyeli kullanma açısından Dünyada 15. sırada yer almaktadır (Enerji Atlası, 2017). En fazla HES

potansiyeli kullanan ülkelerin başında sırasıyla Rusya, Çin ve Kanada gelmektedir (World Energy Resources, 2016). Ülkemizde 2017 yılı itibarıyla 603 lisanslı HES bulunmaktadır ve bunların toplam kurulu gücü 27.017 MWe dolayındadır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Ülkemizde Hidroelektrik Enerji Santrallerinin (HES) Mevcut Durumu

Aktif Santral Sayısı	603
Lisanslı Santral Sayısı	603
Lisanssız Santral Sayısı	-
Kurulu Güç	27.017 MWe
Kurulu Güce Oranı	%33,2
Üretilen Elektrik Enerjisi	≈ 71.082 GWh/yıl
Üretilen enerjinin Tüketime oranı	%27,3
2023 yılına Kadar hedeflenen Kurulu güç	70.000 MWe
Gerçekleşme Oranı	%37,3

Hedeflenen kurulu güç Türkiye'nin HES teknik potansiyelinin tamamına yakındır. Bu hedefin gerçekleşmesi durumunda HES'lerden 190.000 GWh/yıl elektrik enerjisi üretilerek, ülke talebinin %69'luk kısmı karşılanmış olacaktır.

Ülkemiz 8.6 MTEP biyokütle atık ve 1.5-2.0 MTEP biyogaz potansiyeline sahiptir (ETKB, 2015). Biyokütle ve biyogaz potansiyeli 926.540 PJ/yıl dolayında ısı enerji değerindedir (Çizelge 5). Bu potansiyelin büyük bir kısmı değerlendirilememektedir.

Çizelge 5. Ülkemizde Enerji Üretiminde Kullanılabilir Biyokütle Atık Potansiyeli

ATIKLAR	Kullanılabilir Miktar (ton/yıl)	Isıl Değer (PJ/yıl)
Tarla Bitkileri	13.011.202	227.983,2
Bahçe Bitkileri	3.908.507	75.053,9
Hayvan Gübresi (Biyogaz)	13.248.912	651.500,6
Belediye Atıkları (Biyogaz)	8.262.693	22.000,0
Kesimhane Atıkları (Biyogaz)	929.031	0,2
Peynir Altı Suyu (Biyogaz)	3.193.133	2,4
TOPLAM		926.540,3

Ülkemizde biyokütle enerjisinden en fazla biyogaz üretiminde faydalanılmaktadır. 2017 yılında ülkemizde biyogaz üretiminde 71 aktif santral ve 444 MWe kurulu güç bulunmaktadır (Çizelge 6). Ülkemizin

biyogaz üretim potansiyeli 4500 MWe dolayındadır. Bu kapasitenin tamamının kullanılması durumunda 20.000 GWh yıl elektrik enerjisi üretilerek, ülkemiz elektrik enerjisi talebinin %7.3'lük kısmı biyogaz santrallerinden sağlanabilir.

Çizelge 6. Ülkemizde Biyogaz mevcut durumu

Aktif Santral Sayısı	79
Kurulu Güç	444 MWe
Kurulu Güce Oranı	%0,55
Üretilen Elektrik Enerjisi	≈ 1.902 GWh/yıl
Üretilen enerjinin Tüketime oranı	%0,73
2023 yılına Kadar hedeflenen Kurulu güç	-
Gerçekleşme Oranı	-

Ülkemizin yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım potansiyeli özetlenecek olursa, güneş enerjisi potansiyelinin %2,4'ünün; rüzgâr enerjisi potansiyelinin %10,8'inin; jeotermal enerji potansiyelinin %32,4'ünün; hidrolik enerji potansiyelinin %37,4'ünün ve biyogaz potansiyelinin %1'ini kullandığı açıkça görülmektedir. Biyokütle atık potansiyelinden ise hemen hemen hiç yararlanılmamaktadır (Şekil 3). Türkiye'nin yenilenebilir enerji kapasitesinin %50'sini kullanması halinde bile elektrik enerjisi talebinin tamamını karşılama imkânı bulunmaktadır.



Şekil 3. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kapasitesini Kullanım Oranları

Ülkemizde yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaşmasının önündeki belli başlı engeller

Ülkemizde yenilenebilir enerjinin yaygınlaşmasının önündeki en büyük engel finansal ve teknolojik kısıtlardır. Yerli üretimin artmasını sağlayacak bir teşvik sistemi henüz kurulamamıştır. Ayrıca, bürokratik işlemlerden kaynaklanan zorluklar da bu konuda

yatırım yapmak isteyen yatırımcıların önündeki en büyük engeldir. Lisans almak, tesis kurmak için bir girişimci, yaklaşık 40 civarında kurumdan belge almak ve bunların istediği koşulları sağlamak zorundadır. Sektörde kalifiye işçi bulmak da önemli bir problemdir. Özellikle lisansız üretim yapmak ve kendi ihtiyacını karşılamak isteyen girişimciler bu engellerden dolayı vazgeçmektedirler.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Önemli yenilenebilir enerji kaynağı potansiyeli bulunan ülkemizde, bu potansiyelin verimli bir şekilde değerlendirilmesi ve ülkemizin enerji probleminin çözümüne katkıda bulunması için aşağıdaki önerileri sıralamak mümkündür;

- Yenilenebilir enerji sektörü uluslararası kural ve düzenlemeler çerçevesinde yeniden yapılandırılmalıdır.
- Yenilenebilir enerji yatırımları açısından yüksek kaynak potansiyeline sahip olan ülkemizde, bu potansiyeli değerlendirmek için çeşitli alt yapı ve üst yapı çalışmalarına önem verilmelidir.

LİTERATÜR LİSTESİ

Baka, 2012. Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı Biyokütle Sektör Raporu.
www.baka.org.tr/uploads/1349952570BiYOKUTLE-SEKTOR-RAPORU-11EYLUL.pdf Erişim: Mart 2018

BP, 2016. Statistical World Review of Energy 2016.
www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html Erişim: Mart 2018.

- Büyük oranda yabancı teknolojiye ihtiyaç duyulan yenilenebilir enerji sektöründe, teknik ekipmanların yerli üretimi teşvik edilmeli ve bizzat devlet tarafından desteklenmelidir.
- Bürokratik engellerin giderilmesi için lisanslama, plan, proje ve yatırım faaliyetleri açısından başvuru sayısı yapılacak kurum sayısı azaltılmalıdır.
- Sektörde yaşanan kalifiye iş gücü sorununun çözümüne yönelik düzenlemeler ve eğitimler artırılmalıdır.
- Yenilenebilir enerji sektöründe verimlilik artırılmalı, finansal açıdan diğer enerji kaynaklarıyla rekabet edebilmesi sağlanmalıdır.
- Yenilenebilir enerji yatırımları çevre etkileri hesaba katılacak şekilde gerçekleştirilmelidir.
- Görsel, yazılı ve sosyal medya yoluyla yenilenebilir enerji konusunda daha fazla bilgilendirme yapılmalı ve bu konuda farkındalık artırılmalıdır.
- Üniversiteler ve araştırma kuruluşları yenilenebilir enerji konusunda AR-GE çalışmalarına ağırlık vermeli, projeler geliştirmelidir.

Enerji Atlası, 2017. Web Sitesi
<http://www.enerjiatlası.com>

ETKB, 2015. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Web Sitesi.
<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar> Erişim : Mart-2018