

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ

ERDAL TANAS KARAGÖL, İSMAİL KAVAZ





DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ

ERDAL TANAS KARAGÖL, İSMAİL KAVAZ

COPYRIGHT © 2017

Bu yayının tüm hakları SETA Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı'na aittir. SETA'nın izni olmaksızın yayının tümünün veya bir kısmının elektronik veya mekanik (fotokopi, kayıt ve bilgi depolama, vd.) yollarla basımı, yayını, çoğaltılması veya dağıtımı yapılamaz. Kaynak göstermek suretiyle alıntı yapılabilir.

Uygulama: Hasan Suat Olgun
Baskı: Turkuvaz Haberleşme ve Yayıncılık A.Ş., İstanbul

SETA | SİYASET, EKONOMİ VE TOPLUM ARAŞTIRMALARI VAKFI

Nenehatun Cd. No: 66 GOP Çankaya 06700 Ankara TÜRKİYE
Tel: +90 312 551 21 00 | Faks: +90 312 551 21 90
www.setav.org | info@setav.org | @setavakfi

SETA | İstanbul

Defterdar Mh. Savaklar Cd. Ayvansaray Kavşağı No: 41-43
Eyüp İstanbul TÜRKİYE
Tel: +90 212 395 11 00 | Faks: +90 212 395 11 11

SETA | Washington D.C.

1025 Connecticut Avenue, N.W., Suite 1106
Washington D.C., 20036 USA
Tel: 202-223-9885 | Faks: 202-223-6099
www.setadc.org | info@setadc.org | @setadc

SETA | Kahire

21 Fahmi Street Bab al Luq Abdeen Flat No: 19 Cairo EGYPT
Tel: 00202 279 56866 | 00202 279 56985 | @setakahire

İÇİNDEKİLER

ÖZET	7
GİRİŞ	8
DÜNYADA YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE İLGİLİ GELİŞMELER	12
TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN DURUMU	18
TÜRKİYE AÇISINDAN YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ÖNEMİ VE GELECEĞİ	26
SONUÇ VE ÖNERİLER	28

YAZARLAR HAKKINDA

Erdal Tanas KARAGÖL

İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi İktisat Bölümü'nden 1992 yılında derece ile mezun oldu. Yüksek lisansını Connecticut Üniversitesi'nde tamamladı. Doktorasını ise 2002 yılında İngiltere'de York Üniversitesi'nde "Dış Borçlar ve Ekonomik Büyüme İlişkisi ve Dış Borç Öteleme Riski" konusu üzerinde tamamladı. Ekonomik büyüme, savunma ekonomisi, dış borçlar, borç krizleri, IMF stand-by anlaşmaları, enerji ekonomisi, kamu harcamaları, sosyal yardımlar ve yoksulluk konularında yayınları bulunmaktadır. Halen Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi İktisat Bölümü'nde profesör olarak çalışmaktadır.

İsmail KAVAZ

Gazi Üniversitesi Ekonometri Bölümü'nden mezun oldu. Yüksek lisansını Leicester Üniversitesi'nde tamamladı. Doktora eğitimine Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi İktisat Bölümü'nde enerji alanında devam etmektedir. Enerji ekonomisi, dış ticaret, ekonomik büyüme alanlarında çalışmalarını sürdürmektedir. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi İktisat Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

ÖZET

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 yüzde 20'si yenilenebilir kaynaklardan elde edilmektedir. Mevcut durumda fosil yakıtlara olan bağımlılık yüksek düzeyde olmasına rağmen yıllar itibarıyla yenilenebilir enerjinin kullanım oranları giderek artmaktadır.

Son yıllarda global trende ayak uyduran Türkiye'de de yenilenebilir enerji alanında önemli ilerlemeler kaydedilmektedir. 2016 yılsonu itibarıyla Türkiye'nin yenilenebilir enerji toplam kurulu gücü yaklaşık 35 GW olarak hesaplanırken, toplam elektrik üretiminin ise yüzde 35'i yenilenebilir kaynaklar tarafından karşılanmaktadır. Bu kurulu gücün büyük çoğunluğunu hidrolik enerji oluşturmaktadır. Rüzgar ve güneş gibi modern yenilenebilir enerji çeşitleri olarak tanımlanan kaynakların oranları ise yıllar içerisinde artmasına rağmen henüz tatmin edici seviyelerde değildir.

Türkiye bulunduğu coğrafi konumu ve jeopolitik yapısı nedeniyle bütün yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanma imkanına sahiptir. Özellikle hidrolik, jeotermal, rüzgar ve güneş enerjisi potansiyelleri bakımından AB ülkeleri ile karşılaştırıldığında, Türkiye'nin son derece elverişli bir konuma sahip olduğu görülmektedir. Ancak bu kaynaklardan yararlanma oranı düşük seviyelerdedir. Bu durumun önünde birtakım ekonomik ve hukuki kısıtlar olsa da gelişmeler memnuniyet vericidir. Türkiye'nin gelecek planlamaları ve özellikle 2023 hedefleri kapsamında yenilenebilir enerji konusuna ayrı bir önem vermesi bunu kanıtlar niteliktedir. Bu doğrultuda atılan adımlar neticesinde Türkiye mevcut yenilenebilir enerji potansiyelini değerlendirmeye öncelik vermektedir.

2023 yılında elektrik tüketiminin bugüne oranla yaklaşık iki kat artacağı tahmin edilmekte ve elektrik üretiminde kullanılan yenilenebilir enerji payının (hidroelektrik dahil) ise en az yüzde 30 olması hedeflenmektedir. Türkiye'nin elinde bulunan yenilenebilir enerji potansiyelini daha etkin ve verimli bir şekilde kullanması adına özellikle son dönemde yaşanan olumlu gelişmeler, gelecek hedeflerin gerçekleştirilmesi anlamında katkı sağlamaktadır.

Uzun vadede Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı ve enerji faturasını önemli ölçüde azaltacak olan yenilenebilir enerji, milli gelirden istihdama, yatırım alanlarından çevresel faktörlere, enerji arz güvenliğinden kaynak çeşitlendirmesine kadar birçok alanda da son derece önemli faydalar sağlayacaktır. Bu sayede Türkiye enerji ticaretinde merkez ülke olmanın yanında enerjide kendi kendine yetebilen bir ülke konumuna gelebilecektir.

Bu analiz dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarındaki gelişmelerin yanı sıra hem Türkiye'nin mevcut durumunu hem de gelecek hedeflerini incelemektedir.

GİRİŞ

1973 yılında meydana gelen birinci petrol krizinin ardından enerjinin önemi tüm dünya ülkeleri tarafından daha iyi anlaşılmaya başlanmıştır. Bu tarihten sonra ülkeler enerji kaynaklarını çeşitlendirme ve alternatif enerji kaynakları kullanma noktasında önemli adımlar atmış özellikle enerji ithal eden ülkeler enerjinin sürdürülebilir kullanımı adına çeşitli politika arayışları içine girmişlerdir. 2000’li yıllara gelindiğinde alternatif enerji arayışları büyük bir ivme kazanmış ve yenilenebilir enerji konusundaki çalışmalar artmaya başlamıştır.

Yenilenebilir enerjiyi “doğal kaynaklardan elde edilebilen ve kendini sürekli yenileyebilen bir enerji kaynağı” olarak tanımlamak mümkündür.¹ Yenilenebilir enerjiyi diğer enerji çeşitlerinden ayıran en önemli özellik doğal bir şekilde kendisini yenileyebilmesi ve yok olmamasıdır. Bunun yanı sıra yenilenebilir enerji çeşitleri çevreye zarar veren karbon salınımının azaltılması, yerli kaynaklar oldukları için ithal edilmeye ihti-

1. “What is Renewable Energy?”, Australian Renewable Energy Agency, <http://arena.gov.au/about-renewable-energy>, (Erişim tarihi: 21 Eylül 2016).

yaç duyulmaması ve bu sayede enerji konusunda dışa bağımlılığın azaltılması gibi hususlar açısından oldukça önemlidir.

Yenilenebilir enerji kaynakları başlıca “güneş”, “rüzgar”, “jeotermal”, “hidrolik”, “biyokütle”, “dalga” ve “hidrojen” enerjileri olarak gruplandırılmaktadır. Güneşin bu enerji çeşitlerinin büyük bir bölümünün ana kaynağı olduğu ve bunlara dolaylı veya dolaysız etkisinin bulunduğu söylenebilmektedir. Hatta fosil yakıt olarak bilinen kömür, petrol ve doğalgaz da esasında güneş enerjisinin şekil değiştirmiş halleridir. Bu nedenlerden ötürü güneşi dünyanın en önemli enerji kaynağı olarak tanımlayabilmek mümkündür. Aşağıda yenilenebilir enerji çeşitleri ve bunların kaynakları listelenmektedir (Tablo 1).

TABLO 1. YENİLENEBİLİR ENERJİ ÇEŞİTLERİ VE KAYNAKLARI

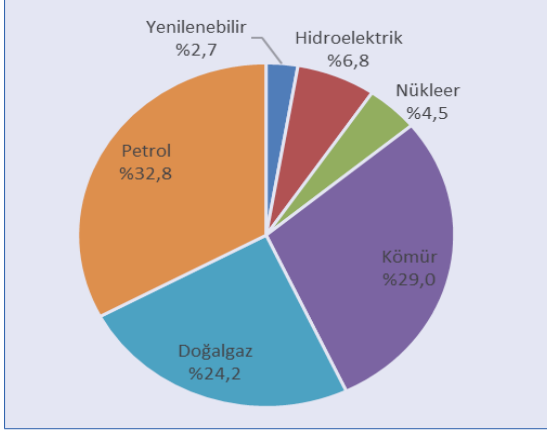
YENİLENEBİLİR ENERJİ ÇEŞİTLERİ	ENERJİNİN KAYNAĞI
Güneş Enerjisi	Güneş
Rüzgar Enerjisi	Rüzgar
Jeotermal Enerji	Yer Altı Suları
Hidrolik Enerji	Nehir ve Akarsular
Biyokütle Enerjisi	Biyolojik Atıklar
Dalga Enerjisi	Okyanus ve Denizler
Hidrojen Enerjisi	Su ve Hidroksitler

Kaynak: BBC²

Yenilenebilir enerji kaynakları bu denli 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 tüketimi³ içerisindeki payı ise sadece yüzde 9,5 (hidroelektrik ve yenilenebilir toplamı) kadardır (Grafik 1).

2. “Renewable Energy Sources”, BBC, http://www.bbc.co.uk/sc-hools/gcsebitesize/geography/energy_resources/energy_rev2.shtml, (Erişim tarihi: 22 Eylül 2016).

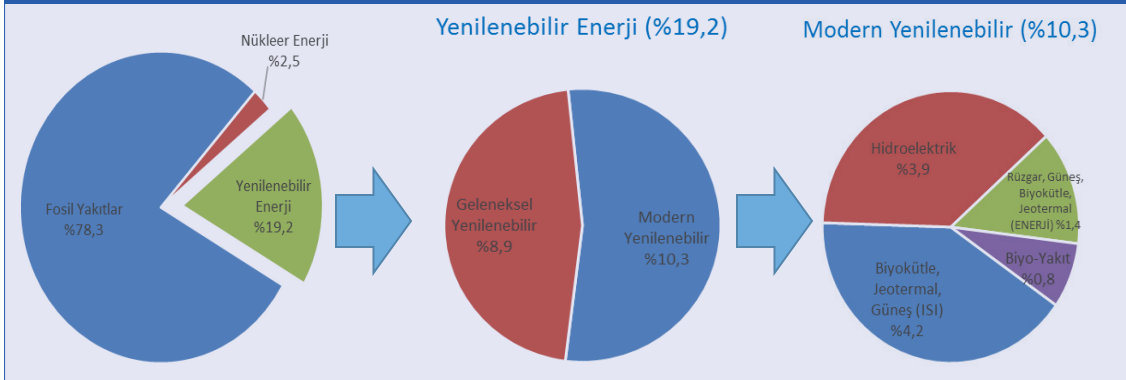
3. Birincil enerji, enerjinin işlem veya dönüşüm geçirmemiş, doğada bulunan hali olarak tanımlanabilir.

GRAFİK 1. DÜNYA BİRİNCİL ENERJİ TÜKETİM ORANLARININ KAYNAK BAZLI DAĞILIMI (2015, YÜZDE)

Kaynak: BP Energy Outlook to 2035

yenilenebilir enerji alanında yapılan yatırımlar ve teknolojik ilerlemeler sayesinde “temiz enerji” de diyebileceğimiz yenilenebilir enerjinin tüketim oranları giderek artmaktadır. Bu bağlamda 2016 yılsonu itibarıyla küresel nihai enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji payının yüzde 20-21 bandında olması beklenirken 2017 yılında ise bu oranın artması öngörülmektedir.⁵

Küresel ölçekte tüketilen toplam yenilenebilir enerjinin yaklaşık olarak yüzde 9'u geleneksel biyokütle denilen ve pişirme-ısınma gibi amaçlar doğrultusunda kullanılan enerji kaynaklarından karşılanırken yüzde 10,3'ü ise modern yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir (Grafik 2).

GRAFİK 2. KÜRESEL NİHAİ ENERJİ TÜKETİM ORANLARININ ENERJİ ÇEŞİTLERİNE GÖRE DAĞILIMI (2014, YÜZDE)Kaynak: REN21⁶

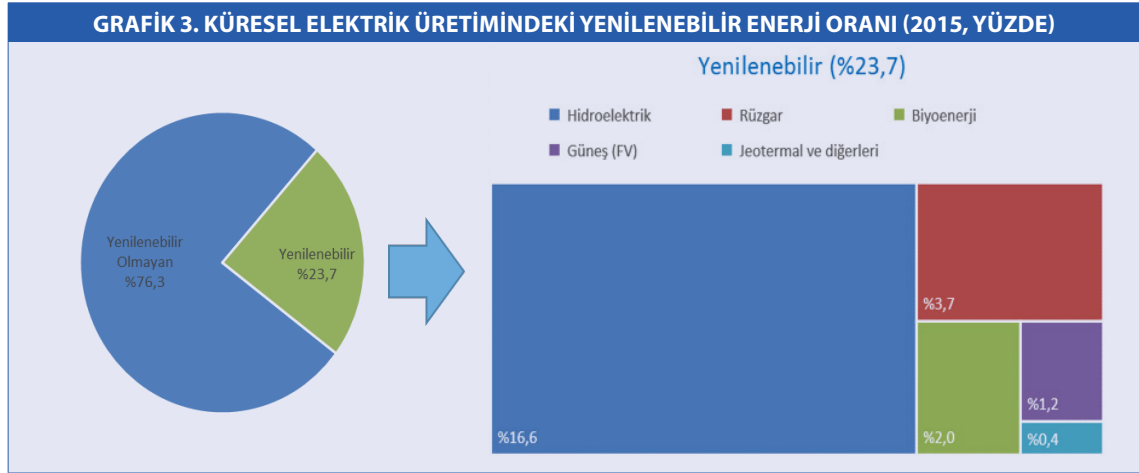
Diğer taraftan 2014 yılı itibarıyla küresel nihai enerji tüketiminde⁴ yenilenebilir enerjinin payı yüzde 19,2 olarak gerçekleşmiştir. Bu oran 2015 ve 2016 yıllarında da artmaya devam ederek yüzde 20 bandını aşmış bulunmaktadır. Fosil yakıtların nihai tüketim içerisindeki payı yaklaşık olarak yüzde 79 ve nükleer enerji ise yüzde 2,5 kadardır (Grafik 2). Bu durum dünyada tüketilen enerjinin yaklaşık olarak beşte birinin (1/5) yenilenebilir kaynaklardan karşılandığını göstermektedir. Bunun yanında fosil yakıtların toplam nihai enerji tüketimi içerisindeki oranı ise oldukça fazladır. Dünyanın fosil yakıtlara olan bağımlılığı hala üst seviyelerde olmasına rağmen son dönemlerde

Yaklaşık yüzde 10 olan modern yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı içerisinde ise biyokütle, jeotermal, güneş, rüzgar, hidroelektrik ve biyoyakıt gibi kaynaklardan elde edilen enerji çeşitleri bulunmaktadır. Modern yenilenebilir enerji çeşitlerinin nihai enerji tüketimi içerisindeki paylarına bakıldığında ise ısı enerji elde etmek için kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının yüzde 4,2 ve hidroelektrik enerjisinin yüzde 3,9 ile ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir.

5. “BP Energy Outlook 2016 Edition”, British Petroleum (BP), <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2016/bp-energy-outlook-2016.pdf>, (Erişim tarihi: 7 Kasım 2016).

6. “Renewables 2016 Global Status Report”, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report>, (Erişim tarihi: 8 Kasım 2016).

4. Nihai enerji tüketimi, birincil enerjinin dönüştürülmesi ile elektrik enerjisi halinde veya olduğu gibi tüketilmesi biçiminde tanımlanabilir.



Kaynak: REN21⁷

Yıllar itibarıyla yenilenebilir enerji kullanımının dünya genelinde hızlı bir şekilde arttığı görülmektedir. Diğer taraftan yenilenebilir enerjinin nihai enerji tüketimi içerisindeki artış oranları yeterince tatmin edici düzeyde değildir. Bu durumun başlıca nedenleri gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler açısından ele alınacak olursa; gelişmiş ülkelerde enerji talebi yavaş bir şekilde artmakta ve halihazırda var olan altyapının ve enerji tüketim alışkanlıklarının değiştirilmesi zaman almaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise enerji talebi hızlı bir şekilde artmakta ve fosil yakıtlar bu talebi karşılamada önemli bir rol oynamaktadır. Buna ilave olarak yenilenebilir enerji kaynakları ile elde edilen enerjinin fiyatlandırma açısından fosil yakıtlar ile rekabet edebilmesi mevcut durumda pek mümkün görünmemektedir. Bu bakımdan yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimi içerisindeki payının artmasının zaman alacağı öngörülmektedir. Ancak dünya genelindeki ülkeler, hükümet politikalarını yenilenebilir enerji kullanımını artırma ve bu alandaki teknolojilerinin geliştirilmesi yönünde yapmaktadır. Bu durum yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması açısından önem arz etmektedir.

Yenilenebilir enerji dünya elektrik üretiminde de önemli bir yere sahiptir. Toplam küresel elektrik üretiminin yüzde 23,7'si yenilenebilir

kaynaklardan elde edilmektedir. Bu oranın yüzde 16,6'lık kısmı hidroelektrik santralleri, yüzde 3,7'si rüzgar, yüzde 2'lik kısmı biyoenerji, yüzde 1'i fotovoltaik güneş sistemleri ve yüzde 0,4'ü ise jeotermal ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır (Grafik 3). 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.

Teknolojik ilerlemeler, finansal gelişmeler ve yeni pazar imkanları rüzgar ve güneş (fotovoltaik) başta olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak elektrik üretimi ile ilgili maliyetleri azaltıcı etki yapmaktadır. Özellikle kıyı bölgelerindeki rüzgar ve güneş enerjisi kullanımı, dışsalıklar hesaplanmadan bile fosil yakıtlar ile maliyetler açısından rekabet edebilir hale gelmektedir.⁸ Örneğin rüzgar enerjisi Brezilya, Kanada, Meksika, Yeni Zelanda, Güney Afrika, Türkiye, Çin, Avustralya ve ABD gibi birçok ülkede şebeke bazlı enerji açısından en uygun maliyetli seçeneklerden biri olarak değerlendirilmektedir.⁹ Ayrıca su, jeotermal ve biyokütle

7. "Renewables 2016 Global Status Report".

8. Adnan Z. Amin, "The Falling Costs of Renewable Energy: No More Excuses", *The Huffington Post*, 26 Kasım 2016.

9. "Renewables 2016 Global Status Report".

enerji kaynaklarından elde edilen elektrik üretimi bazı zamanlarda fosil kaynaklı üretimden daha avantajlı olabilmektedir. Bunun artırılması anlamında uygun koşulların yani kaliteli kaynaklar ve güvenli bir düzenleyici yapının meydana getirilmesi oldukça önemlidir. Diğer bir ifadeyle yenilenebilir enerjinin fosil yakıtlarla rekabet edebilmesi adına bu sektörde kurumsallaşma ve teşvik sistemine önem verilmesi gerekmektedir.

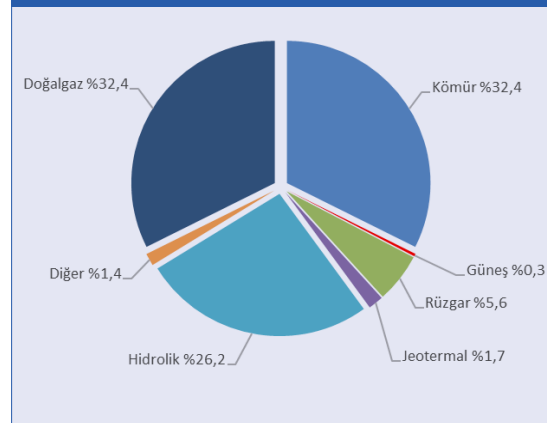
Dünyada yenilenebilir enerji açısından durum bu şekilde iken tükettiği enerjinin büyük bir bölümünü dışarıdan temin eden Türkiye'de özellikle son 15 yıllık dönemde yenilenebilir enerji alanında ciddi ilerlemeler göze çarpmaktadır. 2002 yılında yenilenebilir enerji kaynakları kurulu gücü 12 bin 277 MW olan Türkiye'nin 2016 yılı itibarıyla bu gücü yüzde 172 oranında artırarak 33 bin 352 MW seviyelerine çıkardığı görülmektedir. Yenilenebilir kaynaklar kullanılarak elde edilen elektrik üretimi 2002 yılında 34 milyar kWh iken 2015 yılında bu rakam 84 milyar kWh düzeyine getirilerek bu alanda ciddi bir ilerleme gerçekleştirilmiştir.¹⁰ Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı kapsamında Türkiye'nin 2023 yılı için toplam enerji tüketimi 1,2 trilyon MWh olarak tahmin edilmekte ve bu tüketimin 252 milyar MWh'lık kısmının yenilenebilir kaynaklardan karşılanması öngörülmektedir. Bu ilerlemeler göz önüne alındığında Türkiye'nin 2023 hedefleri kapsamındaki toplam enerji tüketiminin en az üçte birini (1/3) yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılaması adına önünde son derece önemli bir sürecin olduğu söylenebilir.

Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı yüzde 70 civarındadır. Bu oranın ilerleyen dönemlerde artabileceği varsayımı altında yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını teşvik etmek kaçınılmaz bir hal almaktadır. Bunun yanında enerjinin verimli bir şekilde kullanılması da özellikle Türkiye gibi enerjiyi dışarıdan satın

alan ülkeler açısından oldukça önemlidir. Enerji verimliliğinin artırılması kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılması, enerjide arz güvenliğinin oluşturulması, mal ve hizmetlerin daha tasarruflu ve az maliyetli bir şekilde üretilmesi ve çevreye verilen zararın azaltılmasına sebep olmaktadır. Türkiye'de 2001 yılından itibaren çıkarılan kanun ve mevzuatlar ile enerji sektöründe yeniden yapılandırma ve liberalleşme süreci başlamıştır. Bugün de yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi ve bu üretilen enerjinin verimli ve etkin bir şekilde kullanılması adına birçok düzenleme yapılmaktadır. Bu düzenlemelerin ana hedefi enerjide dışa bağımlılığın azaltılarak yerli kaynaklarla üretimi desteklemektir. Bu doğrultuda özellikle elektrik üretiminde kullanılan fosil kaynaklı yakıt maliyetlerinin azaltılması hedeflenmektedir.

Türkiye'de elektrik enerjisi üretim aşamasında kömür ve doğalgaz kaynaklarının üstünlüğü bulunmaktadır. Bunların ardından ise barajlar ve hidroelektrik santraller vasıtasıyla elektrik üretimi gelmektedir. Rüzgar, güneş, jeotermal ve diğer enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimindeki payları ise yüzde 10'u geçmemektedir (Grafik 4). Genel olarak toplam üretimin yaklaşık yüzde 35'lik kısmı yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır.

GRAFİK 4. TÜRKİYE'NİN ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNİN BİRİNCİL ENERJİ KAYNAKLARINA GÖRE DAĞILIMI (2016, YÜZDE)



Kaynak: ETKB

10. "2017 yılı Bütçe Sunumu", Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, 8 Aralık 2016, <https://goo.gl/ssbm-Dq>, (Erişim tarihi: 27 Kasım 2016).

Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA) üye ülkeler arasında Türkiye, elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı açısından 13. sırada bulunmaktadır. Türkiye'nin 2023 hedefleri arasında –tahmin edilen elektrik tüketimine paralel olarak– elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların (hidroelektrik dahil) payının en az yüzde 30 seviyelerine çıkarılması yer almaktadır. Bu doğrultuda yapılan çalışmalar ve yıllık gelişmelere bakıldığında 2023 hedeflerinin yakalanabileceği görülebilmektedir. Tüm bunların yanında TEİAŞ'ın tahminlerine göre 2023 yılında Türkiye'nin elektrik talebinin bugüne oranla iki kat artarak 500 milyar MW'a yaklaşacağı ve bu talebi karşılayabilmek adına halihazırdaki toplam kurulu gücün 100 bin MW olması gerektiği varsayımı altında, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile ilgili yüzde 30'luk hedefin tutturulması bir planlamadan ziyade zorunluluk halini almaktadır.

DÜNYADA YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE İLGİLİ GELİŞMELER

IEA'nın verilerine göre 2014 yılı itibarıyla dünyada yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimi içerisindeki payı (hidroelektrik dahil) yak-

laşık yüzde 20 olarak hesaplanırken bu oranın 2016 yılında yüzde 22 ve 2020 yılında ise en az yüzde 26 olması öngörülmektedir. Diğer bir ifadeyle 2020 yılına gelindiğinde dünyada tüketilen enerjinin dörtte birinin (1/4) yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle başta ABD, Çin, Japonya ve Hindistan gibi fosil kaynaklardan yoksun olan ve ihtiyaç duyduğu enerjiyi dışarıdan ithal ederek karşılamaya çalışan birçok ülkenin yenilenebilir enerjiye dönük önemli yatırımlar gerçekleştirdikleri görülmektedir.

Yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasının bir diğer sebebi de enerjinin arz güvenliği ve sürdürülebilirliğini sağlamaya yönelik politikalar. Ayrıca yenilenebilir enerji teknolojilerine yapılan yatırımlar ve devlet desteklerinin katkısı ile bu alana olan ilgi giderek artmaktadır. Bu sayede yüksek ve pahalı teknoloji gerektiren yenilenebilir enerji projelerinin maliyetleri azalmaya ve kullanımı yaygınlaşmaya başlamaktadır.

Dünya genelinde yenilenebilir enerjiye olan yatırımlar incelendiğinde 2015 yılı itibarıyla Çin'in bu yatırımlarda başı çektiği görülmektedir. Çin'i ABD, Japonya, Birleşik Krallık ve Hindistan takip etmektedir (Tablo 2).

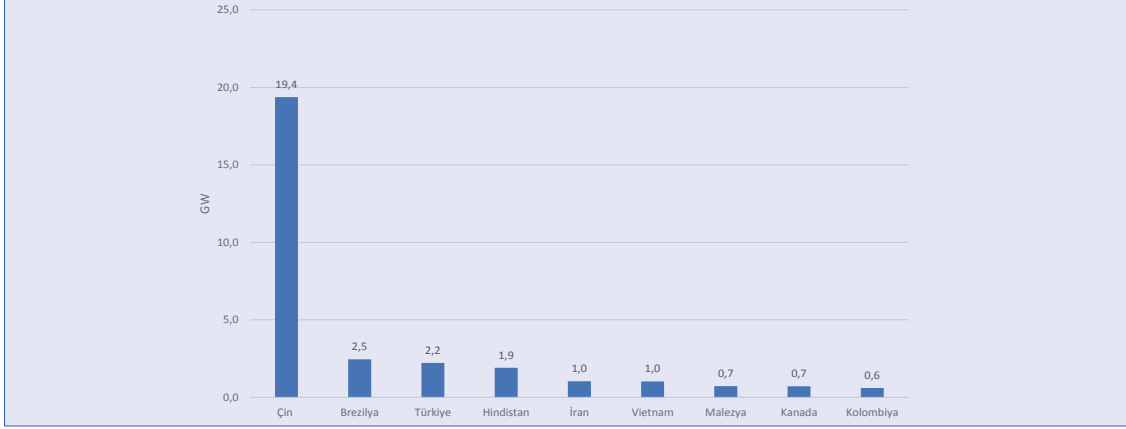
11. "Renewables 2016 Global Status Report".

TABLO 2. YENİLENEBİLİR ENERJİ ALANINDA YILLIK YATIRIM, NET KAPASİTE ARTIRIMI VE BİYOKYATIL ÜRETİMİNDE DÜNYADA İLK BEŞ ÜLKE

	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/Japonya
Hidrolik Enerji Kapasite Artışı	Çin	Brezilya	Türkiye	Hindistan	Vietnam
Güneş Fotovoltaik Sistem Kapasite Artışı	Çin	Japonya	ABD	Birleşik Krallık	Hindistan
Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi Sistemleri Kapasite Artışı	Fas	Güney Afrika	ABD	-	-
Güneş Kollektörü Kapasite Artışı	Çin	Türkiye	Brezilya	Hindistan	ABD
Rüzgar Enerjisi Kapasite Artışı	Çin	ABD	Almanya	Brezilya	Hindistan
Biyodizel Üretimi	ABD	Brezilya	Almanya	Arjantin	Fransa
Etanol Yakıt Üretimi	ABD	Brezilya	Çin	Kanada	Tayland

Kaynak: REN21¹¹

GRAFİK 5. ÜLKE BAZINDA HİDROLİK ENERJİ KAPASİTE ARTIŞI (2015, GW)



Kaynak: IHA¹²

Dünya genelindeki resmi daha net görebilmek adına yenilenebilir enerji çeşitlerinin ülkeler düzeyindeki kapasiteleri ve 2015 yılı itibarıyla kapasite artışlarını ayrı ayrı incelemekte fayda vardır.

Hidrolik Enerji

Hidrolik enerji suyun akış ve düşüş hızı sayesinde elde edilen bir enerji çeşididir. Diğer bir ifadeyle hidrolik enerji, su enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi yoluyla elde edilmektedir. Maliyet açısından diğer yenilenebilir enerji çeşitlerine göre daha avantajlı olmasından ötürü hidrolik enerji dünya çapında kullanılan en yaygın yenilenebilir enerji kaynağıdır.

IEA Hidrojen Programı Yürütme Komitesi başta olmak üzere çeşitli kuruluşlar ile ABD, Japonya ve Almanya gibi ülkeler hidrolik enerjinin kullanım ve maliyet sorunlarının çözülmesine yönelik araştırma ve çalışmalar yapmaktadır. Özellikle Amerika ve Güney Doğu Asya gibi bölgelerde meydana gelen kuraklık problemi hidrolik enerji üretimini olumsuz olarak etkilemektedir. Bu doğrultuda hem çevre hem de sürdürülebilir enerji temini açısından hidrolik enerji oldukça hassas bir yere sahiptir.

12. "2016 Hydropower Status Report", International Hydropower Association (IHA), https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/2016%20Hydropower%20Status%20Report_1.pdf, (Erişim tarihi: 16 Ocak 2017).

2015 yılındaki 28 GW'lık artış ile küresel hidrolik enerji kapasitesi yaklaşık 1.064 GW olarak gerçekleşmiştir. Diğer bir ifadeyle dünya elektrik enerjisinin yüzde 16,4'ü hidrolik enerji tarafından karşılanmaktadır. Ülke bazında ise Çin toplam kapasite ve 2015 yılındaki kapasite artışı bakımından ilk sırada yer almaktadır (Grafik 5).

Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında olduğu gibi hidrolik enerjide de ülkenin dünya üzerinde bulunduğu coğrafi konumu oldukça önemlidir. Özellikle engebeli araziler ve sulak bölgelerdeki ülkeler bu enerji çeşidinin potansiyeli açısından avantaja sahiptir. Bu özellikleri bünyesinde bulunduran Brezilya, Türkiye, Hindistan, Vietnam ve Malezya gibi ülkeler de hidrolik enerji bakımından önemli kapasite artışları gerçekleştirmektedir.

Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi yeryüzünde en yaygın bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Bu enerji çeşidinden elektrik ve ısı elde etmek için faydalanılır. Diğer taraftan fotovoltaik panel kullanımı fosil yakıt tüketmekten daha maliyetli olduğu için yeryüzüne gelen güneş enerjisinin yalnızca yüzde 0,04'ü insanlar tarafından kullanılmaktadır.¹³ Ancak son dönemde gerçekleş-

13. Javid Mohtasham, "Review Article-Renewable Energies", *Energy Procedia*, Sayı: 74, (2015), s. 1289-1297.

tirilen güneş enerjisi üretim ve depolama teknolojilerindeki ilerleme ile birlikte maliyetlerin hızlı bir şekilde düşmesi bu alandaki yatırımların sayısını artırmaktadır.

Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı yüzde 70 civarındadır. Bu oranın ilerleyen dönemlerde artabileceği varsayımı altında yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını teşvik etmek kaçınılmaz bir hal almaktadır.

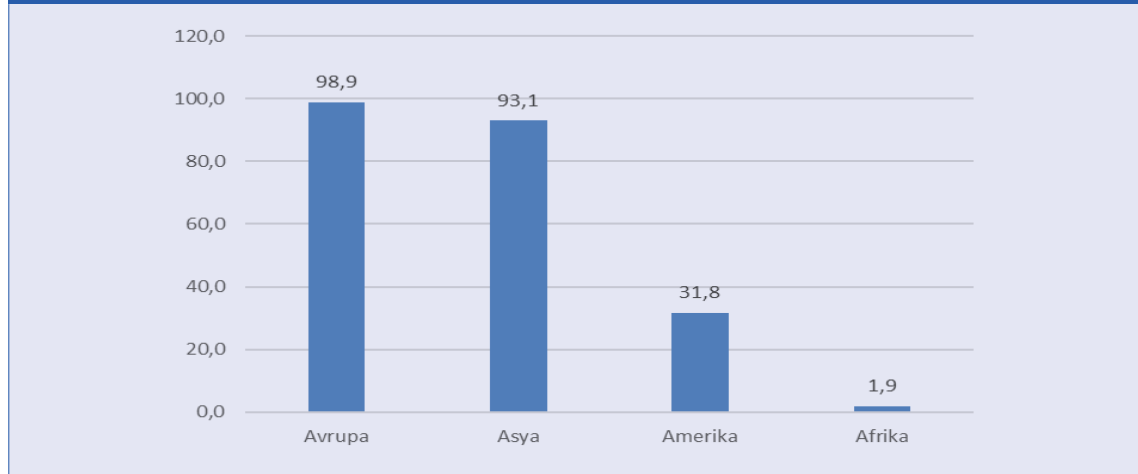
Güneş enerjisi piyasasının özellikle 2014 yılından sonra yüzde 25'lik bir büyüme kaydettiği görülmektedir. 2015 yılında güneş enerjisinde 50 GW'lık bir kapasite artışı gerçekleştirilmiş ve küresel ölçekte toplam 227 GW kapasiteye ulaşılmıştır. Bölgesel ölçekte güneş enerjisi kurulu gücünde en fazla kapasite Avrupa kıtasında bulunurken, onu Asya ve Kuzey Amerika takip etmektedir (Grafik 6). Diğer taraftan dünya genelinde en fazla güneş fotovoltaik sistem kapasitesi sırasıyla Çin, Almanya, Japonya, ABD ve İtalya'ya aittir (Tablo 3). Kişi başına düşen güneş fotovoltaik sistem ka-

pasitesi 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 (Tablo 3). Görüldüğü üzere Çin güneşten enerji üretme ve bundan yararlanma açısından oldukça önemli bir noktadadır. Ancak hala fosil yakıtlara olan bağımlılığı ülkenin yüzde 100 yenilenebilir enerji kullanma amacını baltalamaktadır.

2015 yılı yoğunlaştırılmış güneş enerji sistemleri kapasite artışında Fas 160 MW'lık kapasite artırımı ile ilk sırada yer alırken Güney Afrika (150 MW) ve ABD (110 MW) ikinci ve üçüncü sıralarda bulunmaktadır (Tablo 2). Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi toplam kapasitesi bakımından ise İspanya ilk sıradadır (Tablo 3). 2015 yılı yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sistemlerinin yaygınlaştırılması açısından oldukça önemli bir dönem olmuş ve toplam kapasite bu yıldaki 40 GW termallik artışla beraber 435 GW termal düzeyine ulaşmıştır.¹⁴

14. "International Energy Agency Solar Heating and Cooling Programme", IEA, <https://www.iea-shc.org>, (Erişim tarihi: 27 Eylül 2016).

GRAFİK 6. GÜNEŞ ENERJİSİ KURULU GÜCÜNÜN BÖLGELERE GÖRE DAĞILIMI (2015, GW)



Kaynak: Dünya Enerji Konseyi

TABLO 3. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ÜLKELER BAZINDA TOPLAM KAPASİTE AÇISINDAN SIRALAMASI (2015)

	1	2	3	4	5
ENERJİ					
Yenilenebilir Enerji (hidrolik dahil)	Çin	ABD	Brezilya	Almanya	Kanada
Yenilenebilir Enerji (hidrolik dahil değil)	Çin	ABD	Almanya	Japonya	Hindistan
Kişi Başına Yenilenebilir Enerji Kapasitesi (hidrolik dahil değil)	Danimarka	Almanya	İsveç	İspanya	Portekiz
Biyoenerji Üretimi	ABD	Çin	Almanya	Brezilya	Japonya
Jeotermal Enerji Kapasitesi	ABD	Filipinler	Endonezya	Meksika	Yeni Zelanda
Hidrolik Enerji Kapasitesi	Çin	Brezilya	ABD	Kanada	Rusya
Hidrolik Enerji Üretimi	Çin	Brezilya	Kanada	ABD	Rusya
Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi	İspanya	ABD	Hindistan	Fas	Güney Afrika
Güneş Fotovoltaik Sistem Kapasitesi	Çin	Almanya	Japonya	ABD	İtalya
Kişi Başına Güneş Fotovoltaik Sistem Kapasitesi	Almanya	İtalya	Belçika	Japonya	Yunanistan
Rüzgar Enerjisi Kapasitesi	Çin	ABD	Almanya	Hindistan	İspanya
Kişi Başına Rüzgar Enerjisi Kapasitesi	Danimarka	İsveç	Almanya	İrlanda	İspanya
ISI					
Güneş Kollektörü Kapasitesi	Çin	ABD	Almanya	Türkiye	Brezilya
Kişi Başına Güneş Kollektörü Kapasitesi	Avusturya	Kıbrıs	İsrail	Barbados	Yunanistan
Jeotermal Isı Kapasitesi	Çin	Türkiye	Japonya	İzlanda	Hindistan
Kişi Başına Jeotermal Isı Kapasitesi	İzlanda	Yeni Zelanda	Macaristan	Türkiye	Japonya

Kaynak: REN21

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. Bu doğrultuda güneş enerjisinden elektrik üretmek adına önemli kanuni düzenlemeler ve teşvik mekanizmaları geliştirilmektedir.

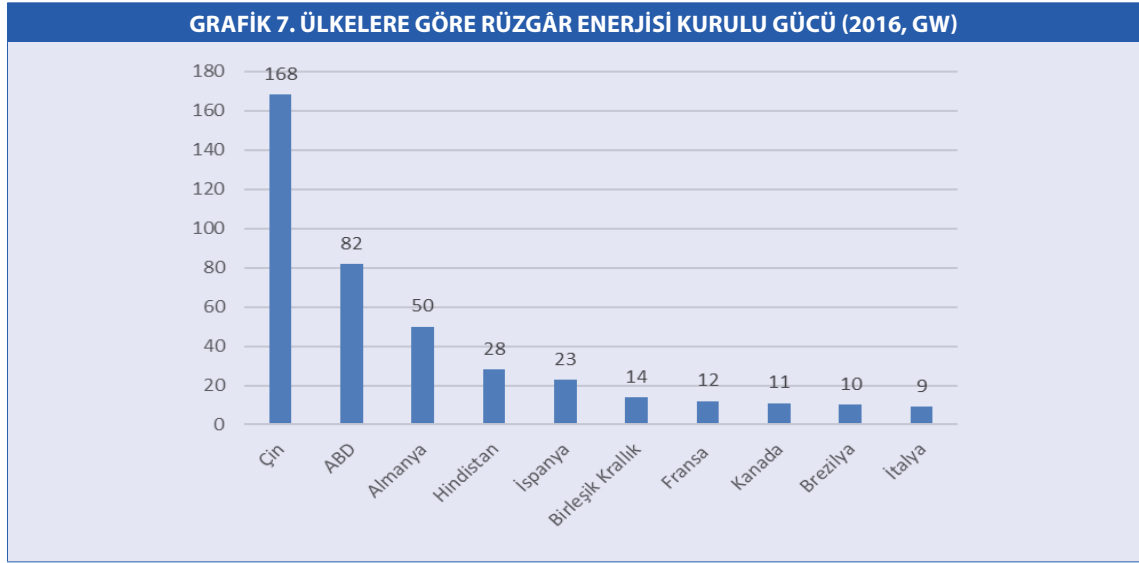
Rüzgar Enerjisi

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 yüzde 60'a çıkmaktadır. Uruguay, Portekiz, İrlanda ve İspanya'da ise yüzde 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 yüzde 4,5'te kalırken, Çin'de ise bu oran yüzde 3,2 civarlarındadır.¹⁵ Ülkeler yıllar itibarıyla elektrik üretiminde rüzgar enerjisi kullanım oranlarını giderek artırmaktadır. IEA verilerine göre 2050 yılına gelindiğinde dünya üzerinde kullanılan elektriğin yüzde 18'lik kısmının rüzgar enerjisi tarafından sağlanacağı tahmin edilmektedir.¹⁶

15. "BP Statistical Review of World Energy", British Petroleum, <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/renewable-energy/wind-energy.html>, (Erişim tarihi: 28 Eylül 2016).

16. "Technology Roadmap: Wind Energy-2013 Edition", International Energy Agency (IEA), https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Wind_2013_Roadmap.pdf, (Erişim tarihi: 28 Eylül 2016).



Kaynak: GWEC ¹⁷

Bu öngörüye ulaşmak için halihazırdaki toplam kapasite sekiz ila on kat artırılmalı ve bu alandaki yatırımlara hız verilmelidir. Bu bağlamda OECD üyesi olmayan ülkeler rüzgar tribünü imalatında lider olan Çin'in önderliğinde rüzgar enerjisi için uygun altyapı ve üstyapı çalışmaları yapmaktadır. Çin'in ardından imalat alanında pazar payı bakımından sırasıyla Danimarka, ABD ve Almanya gelmektedir. Diğer taraftan Afrika, Asya ve Latin Amerika bölgelerinde yeni pazarlar oluşturulmaktadır. Kısacası birçok ülke rüzgar enerjisini uygun ve düşük maliyetli bir enerji kaynağına dönüştürmek adına uğraş vermektedir.

Rüzgar enerjisi kapasitesi bakımından Çin ilk sırada yer alırken onu sırasıyla ABD, Almanya, Hindistan, İspanya ve Birleşik Krallık takip etmektedir (Grafik 7). 2016 yılı kapasite artışı bakımından ise yine Çin yaklaşık 23 GW ile geçtiğimiz yıl en fazla gelişim gerçekleştiren ülke olarak bu alanda da liderliği almıştır.¹⁸ Görüldüğü üzere küresel rüzgar enerjisi sektöründe Çin hem kapasite hem de kapasite artışı bakımından başı çekmektedir.

17. "Global Wind Statistics 2016".

18. "Global Wind Statistics 2016", Global Wind Energy Council (GWEC), 10 Şubat 2017, http://www.gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC_PRstats2016_EN_WEB.pdf, (Erişim tarihi: 10 Şubat 2017).

Rüzgar enerjisi 2016 yılında özellikle Avrupa ve ABD'de enerji üretim kapasitesi bakımından öncü bir kaynak olmuştur. Kişi başına düşen rüzgar enerjisi kapasitelerine bakıldığında ise AB ülkelerinin ilk sıralarda yer aldıkları görülmektedir (Tablo 3). Küresel ölçekte 2016 yılı için rüzgar enerjisi kapasite artışı 54 GW ve toplam kapasite ise yaklaşık 486 GW'tır.¹⁹

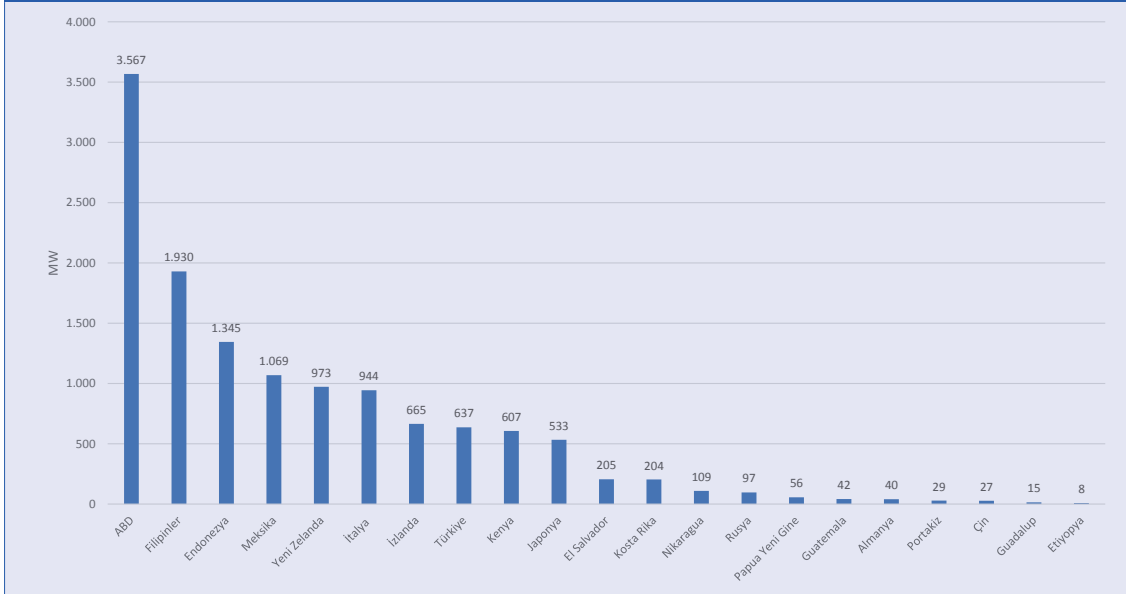
Bu rakamlarla beraber özellikle rüzgar ve güneş gibi modern yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretim noktasında artık daha fazla tercih edildikleri görülmektedir. Dünya piyasaları hidrolik yerine rüzgar ve güneş enerjisi sistemlerinden faydalanarak elektrik üretme yönünde hamleler yapmaktadır. Bu da göstermektedir ki ilerleyen dönemlerde bu alanlardaki maliyetler hızlı bir biçimde düşürülecek ve modern yenilenebilir kaynaklar olarak tanımlanan rüzgar ve güneş enerjisi ile elektrik üretimi daha da yaygınlaştırılacaktır.

Jeotermal Enerji

Yer kabuğunun bazı bölgelerinde yoğunlaşan sıcak su, buhar ve gazların oluşturduğu ve kaynağı ısı olan jeotermal enerjiden –düşük maliyetli olması, çevreye zarar vermemesi ve enerji arz gü-

19. "Global Wind Statistics 2016".

GRAFİK 8. JEOTERMAL ENERJİ ÜLKE KAPASİTELERİ (2015, MW)



Kaynak: GEA ²¹

venliğine sağladığı katkılardan dolayı– ülkelerin coğrafi yapılarına bağlı olarak yaygın bir şekilde faydalanılmaktadır. Jeotermal enerjinin iklim koşullarından etkilenmemesi, rüzgar ve güneş gibi hava şartlarına bağımlı olan diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre bir avantaj olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanında temiz enerji üretimi noktasında fayda sağlayan jeotermal enerji sayesinde çevreye çok düşük miktarlarda karbon salınımı gerçekleşmektedir. Bu nedenlerden ötürü jeotermal enerji ülkelerin üzerinde ciddiyle durduğu ve kullanılmasını teşvik ettikleri bir yenilenebilir enerji çeşididir.

Küresel ölçekte jeotermal enerjiden elektrik üretim oranı yaklaşık yüzde 0,04 civarındadır. IEA'nın yaptığı tahminler doğrultusunda ise 2050 yılına gelindiğinde toplam elektrik üretiminin yaklaşık yüzde 3,5'i jeotermal enerjiden elde edilecektir.²⁰ Bu rakamlar ışığında sahip olduğu avantajlara rağmen jeotermal enerjiye yeterince yatırım yapılmadığı ve faydalanma oranının düşük seviyelerde kaldığı söylenebilir.

2015 yılında 13,2 GW olan toplam jeotermal enerji kapasitesine yaklaşık 315 MW miktarında bir kapasite artırımı gerçekleşmiştir. Dünyada jeotermal enerji kapasitesi bakımından ilk sırada ABD yer alırken onu sırasıyla Filipinler, Endonezya ve Meksika takip etmektedir. (Grafik 8).²¹

Türkiye ise genel kapasite bakımından sekizinci sırada yer almakla birlikte 2015 yılında gerçekleşen kapasite artışı bakımından ise dünyada ilk sıradadır (Tablo 2). Türkiye'nin bu kapasite artışı yukarıda bahsedilen 315 MW'lık artışın neredeyse yarısı kadardır. Türkiye'den sonra global ölçekte en fazla kapasite artışını sırasıyla ABD, Meksika ve Kenya gerçekleştirmiştir.

Genel olarak sıcak su turizmi noktasında faydalanılan jeotermal enerji özellikle son dönemlerde gerçekleştirilen yatırımlar ile birlikte enerji üretiminde de kullanılmaya başlanmıştır. Diğer yenilenebilir enerji çeşitleri kadar yaygın bir kullanım alanına sahip olmamasına rağmen özellikle iklim şartlarından etkilenmemesi nede-

20. "Technology Roadmap-Geothermal Heat and Power", International Energy Agency (IEA), (2011), http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Geothermal_roadmap.pdf, (Erişim tarihi: 17 Ocak 2017).

21. "2016 Annual US&Global Geothermal Power Production Report", Geothermal Energy Association (GEA), <http://geo-energy.org/reports/2016/2016%20Annual%20US%20Global%20Geothermal%20Power%20Production.pdf>, (Erişim tarihi: 16 Ocak 2017).

niyle sürekli bir enerji kaynağı olmasından dolayı jeotermal enerji ülkelerin kullandıkları enerji çeşitleri arasındaki yerini almakta ve bu yeri giderek sağlamlaştırmaktadır.

Biyokütle Enerjisi

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 yüzde 14'ünü oluşturmaktadır. Bu oranın yüzde 4'ü hidrojen ile işlem görmüş bitkisel yağlar, yüzde 22'si biyodizel yakıtlar ve yüzde 74'ü de etanol yakıtlardan meydana gelmektedir.²² Dünya genelindeki biyokütle enerjisi üretimine bakıldığında ABD'nin yüzde 46 ile birinci, Brezilya'nın ise yüzde 24 ile ikinci sırada olduğu görülmektedir (Tablo 2).

Dünya biyoyakıt üretimi 2015 yılında yüzde 0,9 oranında artarak 2000 yılından beri en yavaş büyüme oranını göstermiştir. Etanol yakıt üretiminde 2015 yılında yüzde 4'lük bir artış gözlemlenirken biyodizel üretiminde ise önemli üretim bölgelerindeki düşüş sebebi ile yüzde 4,9 oranında azalma gerçekleşmiştir.²³

IEA'nın yaptığı projeksiyonlarda 2050 yılında biyoenerji üretiminin bugünkü üretimin üç katına çıkması öngörülmektedir. Bu bağlamda biyokütle enerjisinin dünya elektrik üretiminin yüzde 7,5'ini veya ulaşımda kullanılan yakıtın yüzde 27'sini karşılama potansiyeline sahip olabileceği tahmin edilmektedir.²⁴

Ticarileşme ve teknoloji alanındaki ilerlemeler biyoenerji üretiminde oldukça hassas bir

yere sahiptir. Bu açıdan bakıldığında tarife ve diğer ticari kısıtların azaltılmasının, biyoenerji alanındaki ticaretin zenginleştirilmesi ve dünyanın farklı bölgelerindeki talebin karşılanması açısından oldukça önemli olduğu görülmektedir. Bunun yanında ülkeler arasındaki uluslararası iş birliğinin ve teknolojik yatırımların artması dünyadaki biyokütle enerjisi potansiyelinin daha iyi kullanılması ve üretimin gelişmesi noktasında son derece kritik bir etken oluşturmaktadır.

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN DURUMU

Türkiye yenilenebilir enerji potansiyeli bakımından oldukça iyi bir coğrafi konumdadır. Ancak yenilenebilir kaynaklı enerji üretim seviyesi düşük miktarlardadır. Potansiyel ve yararlanma arasındaki makasın bu denli açık olmasının altında maliyetler ve yasal düzenlemelerdeki eksiklikler gibi birçok etken yatmaktadır. Ülkenin enerjide dışa bağımlılık oranları göz önünde bulundurulacak olursa mevcut yenilenebilir enerji potansiyellerinin kullanıma kazandırılması uzun dönemde Türkiye açısından oldukça önemli bir hal almaktadır.

Türkiye'de özellikle 2009 yılından sonra yenilenebilir enerji konusunda önemli gelişmeler kaydedildiği görülmektedir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji üretimindeki toplam kurulu güç kapasitesi 2009 yılında 15,5 GW iken 2015 yılı itibarıyla bu rakam 31,7 GW seviyelerine getirilerek bu alanda gözle görülür bir ilerleme yaşanmıştır.²⁵ 2016 yılsonu itibarıyla ise Türkiye'nin yenilenebilir enerji toplam kurulu gücü 34,2 GW olarak kayıtlara geçmiştir.²⁶

22. "Renewables 2016 Global Status Report".

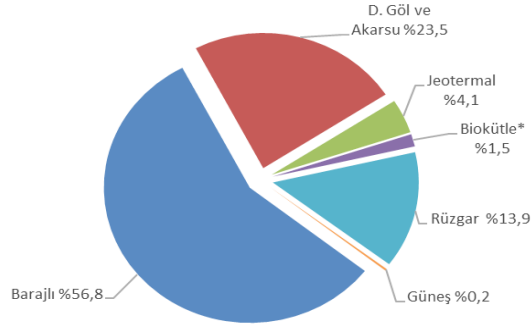
23. "BP Statistical Review of World Energy".

24. "Technology Roadmap-Bioenergy for Heat and Power", International Energy Agency (IEA), (2012), http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2012_Bioenergy_Roadmap_2nd_Edition_WEB.pdf, (Erişim tarihi: 28 Eylül 2016).

25. "Energy Policies of IEA Countries—Turkey 2016 Review", International Energy Agency (IEA), (2016), <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyPoliciesofIEACountriesTurkey.pdf>, (Erişim tarihi: 15 Ekim 2016).

26. "Türkiye Elektrik Sistemi Kurulu ve Yakıt Cinslerine Göre Kurulu Güç", TEİAŞ, www.teias.gov.tr/yukdagitim/kuruluguc.xls, (Erişim tarihi: 10 Şubat 2017).

GRAFİK 9. 2015 YILI TÜRKİYE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI DAĞILIMI (GWh, YÜZDE)



* Endüstriyel Atık Hariç

	GWh	Yüzde
Biyokütle *	1.241,1	1,48
Rüzgar	11.652,5	13,93
Güneş	194,1	0,23
Barajlı	47.514,1	56,80
D. Göl ve Akarsu	19.631,8	23,47
Jeotermal	3.424,5	4,09
Toplam	83.657,9	100,00

	GWh	Yüzde
Yenilenebilir Toplam	83.657,9	31,9
Türkiye Toplam	261.783,3	100

Kaynak: TEİAŞ

Türkiye’de yenilenebilir enerji alanında yapılan yatırımlar bir önceki yıla oranla yüzde 46 oranında artarak 2015 yılında 1,9 milyar dolara yükselmiştir. Türkiye bu yatırımlarla yenilenebilir enerji alanında İngiltere, Fransa ve Hollanda ile birlikte 1 milyar dolar eşliğini aşan dört Avrupa ülkesinden biri olmuştur. Buradan hareketle Türkiye’nin özellikle son yıllarda yenilenebilir enerji alanında çok önemli ilerlemeler kaydettiği söylenebilir.

2015 yılı itibarıyla Türkiye’nin toplam enerji kaynaklarının yaklaşık olarak yüzde 32’sini yenilenebilir kaynaklar oluşturmaktadır (Grafik 9). Bu oranın büyük bir çoğunluğunu hidroelektrik enerji kaynakları oluştururken en düşük pay güneş enerjisine aittir. Dünyada modern yenilenebilir enerji üretiminin hızla arttığı bir ortamda Türkiye’nin de bu alanlarda gelişme gösterme gerekliliği yadsınamaz bir gerçekliktir. Bu doğrultuda devlet ve özel sektör tarafından konulan hedeflere paralel olarak yenilenebilir enerji potansiyelleri değerlendirilmekte ve yatırımlar yapılmaktadır.

Türkiye’de önümüzdeki dönem için yenilenebilir enerji politika ve stratejileri başlıca şu şekilde sıralanabilir:

- Fosil yakıtlara olan bağımlılığı ve buna bağlı riskleri azaltmak amacıyla yenilenebilir enerji üretim ve tüketimini teşvik etmek
- Yenilenebilir enerji kaynakları (hidroelektrik dahil) ile elektrik üretiminin payını en az yüzde 30 seviyelerinde tutmak
- Tarım sektörü potansiyellerinden daha fazla faydalanılarak biyoyakıt enerjisi kullanımını artırmak
- Mevcut yenilenebilir enerji kaynakları ile yapılan üretim miktarlarını artırmak

Çalışmanın bu kısmında Türkiye’de faydalanan yenilenebilir enerji kaynakları ve bu kaynaklardaki mevcut durum ayrı ayrı incelenerek yukarıda bahsedilen konular daha ayrıntılı bir şekilde aktarılacaktır.

Hidrolik Enerji

Hidrolik enerji suyun akış veya düşüş hızı neticesinde güç kazanması ve bu gücün elektrik enerjisine dönüştürülmesiyle elde edilen bir enerji çeşididir. Ayrıca hidrolik enerji temiz ve düşük maliyetli bir yenilenebilir enerji kaynağı olması nedeniyle sera gazı salınımı ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltıcı etkiye sahiptir. Türkiye'nin teorik hidroelektrik potansiyeli (tüm doğal akışın yüzde 100 verimle değerlendirilebilmesi) 433 milyar kWh, teknik olarak değerlendirilebilir potansiyelin (teorik potansiyelin teknolojik koşullara göre değerlendirilebilmesi) 216 milyar kWh ve ekonomik potansiyelin (teknik potansiyelin ekonomik olarak değerlendirilebilmesi) ise 140 milyar kWh/yıl olduğu hesaplanmaktadır. Dünya genelinde elektrik üretiminde en yaygın kullanım alanına sahip yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan hidrolik enerji Türkiye'de de mevcut elektrik talebini karşılama noktasında en fazla katkısı yapan yenilenebilir enerji kaynağıdır (Grafik 4).

2000 yılında 11 bin 175 MW olan hidrolik enerji kurulu gücü 2016 yılsonu itibarıyla yaklaşık yüzde 140 oranında artarak toplamda 26 bin 681 MW seviyelerine ulaşmıştır (Grafik 10). Bunun 19 bin 558 MW'ı barajlı ve 7 bin 123 MW'ı ise akarsu tipindedir. 2023 hedefleri kapsamında

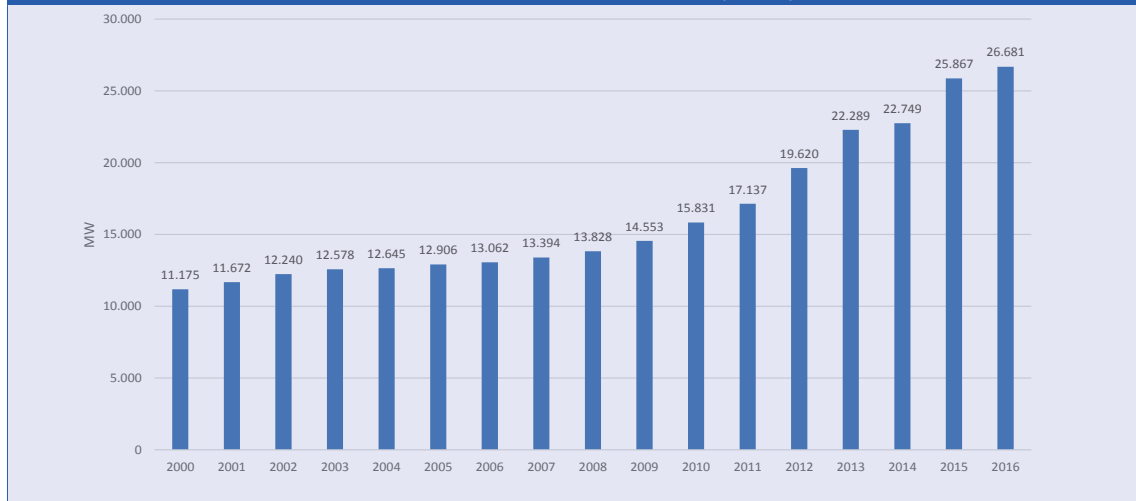
hidrolik enerji kurulu güç kapasitesinin 36 bin MW seviyesine çıkarılması öngörülmektedir.

Türkiye hidrolik enerji bakımından oldukça yüksek bir potansiyele sahiptir. Bu durumu enerji üretim aşamasında avantaja çeviren Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları arasında en büyük pay hidrolik enerji kaynaklarına aittir. Hammadde olarak su enerjisinden faydalanan hidroelektrik sistemler (HES) diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha düşük maliyet oranlarına sahiptir. Buna ek olarak hidroelektrik, pahalı elektriği ucuza üretme imkanı sayesinde fiyat dengeleyici bir rol üstlenmektedir. Tamamen yerli ve yenilenebilir bir kaynak olan hidrolik enerji ülkenin özellikle elektrik üretimi anlamında en fazla katkı yapan kaynakları arasındadır.

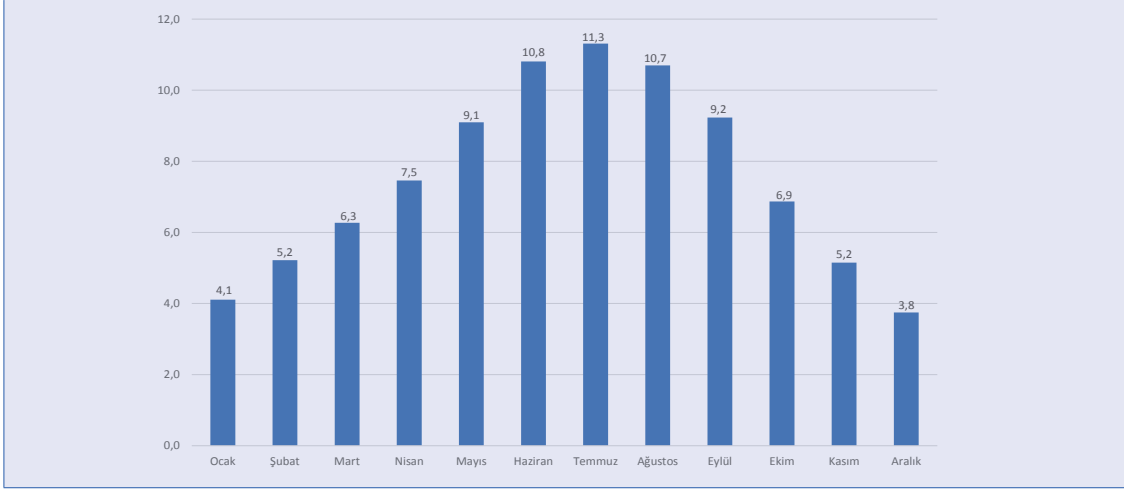
Güneş Enerjisi

Türkiye coğrafi konumundan ötürü güneş enerjisi bakımından yüksek bir potansiyele sahiptir. Türkiye'nin güneşlenme süreleri sene içerisinde değişiklik gösterse de yıllık olarak yaklaşık 2 bin 738 saattir (Grafik 11). Ortalama olarak günlük 7,5 saat güneşlenme süresine sahip olan Türkiye'nin Almanya'dan yüzde 60 daha fazla güneş ışınlarından yararlanma olanağı vardır. Ancak 2015 yılı kurulu güç kapasite artışı bakımından Almanya'nın binde 6'sı kadar bir ilerleme kaydedilmiştir.

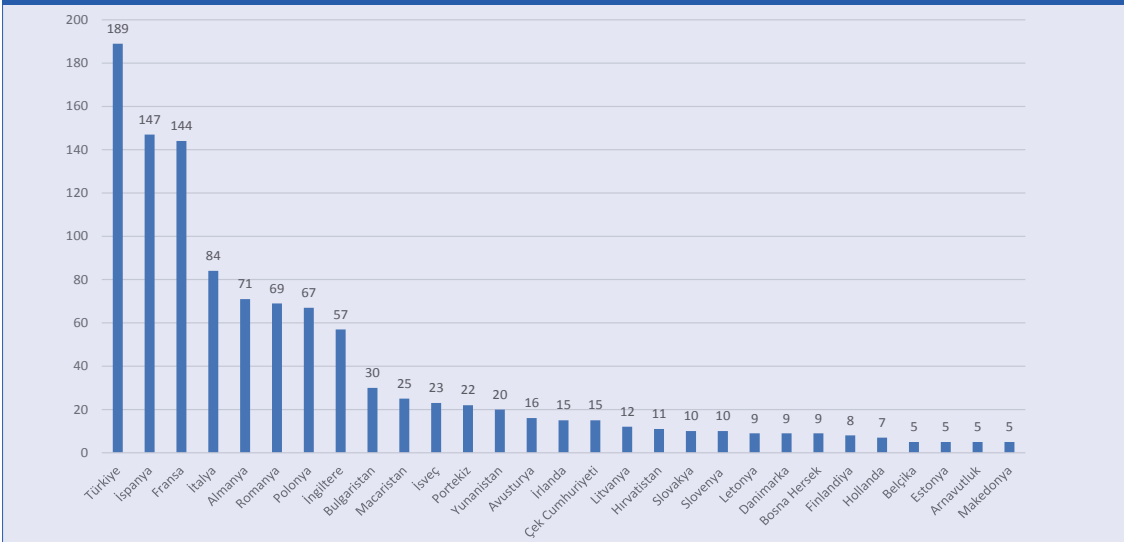
GRAFİK 10. TÜRKİYE'NİN HİDROLİK ENERJİ KURULU GÜÇ GELİŞİMİ (2000-2016, MW)



Kaynak: TEİAŞ

GRAFİK 11. TÜRKİYE'NİN AYLIK BAZDA GÜNEŞLENME SÜRELERİ (SAAT)

Kaynak: YEGM

GRAFİK 12. GÜNEŞ ENERJİSİ TEKNİK POTANSİYELİNİN AVRUPA ÜLKELERİNE GÖRE DAĞILIMI (GWH/YIL)Kaynak: Viyana Teknik Üniversitesi-Enerji Ekonomisi Grubu ²⁸

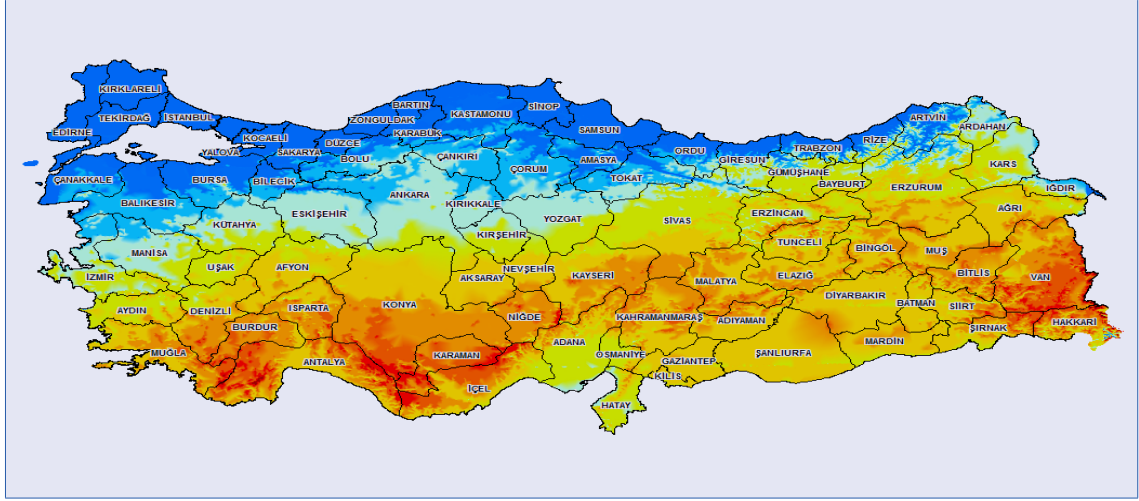
Türkiye'nin güneşten elektrik üretim potansiyeli yapılan hesaplamalar doğrultusunda en az 500 bin MW olarak tahmin edilmektedir.²⁷ Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında güneş Türkiye'de en fazla potansiyele sahip enerji kaynağıdır. 2016 yılsonu itibarıyla elektrik enerjisi toplam kurulu gücünün yaklaşık 79 bin MW olduğu göz önüne alındığında güneş enerjisindeki potansiyelin üretime dönüştürülmesinin önemi bir kez daha anlaşılmaktadır.

27. Kemal Gani Bayraktar, "Güneş Ülkemizin Enerji Geleceğidir", *Enerji ve Maden Dergisi*, Yıl: 5, Sayı: 13, (Nisan-Haziran 2016), s. 50.

Elektrik üretiminde güneş enerjisi teknik potansiyeli 189 GWh/yıl olan Türkiye, bu alanda kendisine en yakın ülkeler olan İspanya ve Fransa'dan yaklaşık yüzde 30 daha fazla potansiyele sahiptir (Grafik 12). Türkiye'nin yeryüzündeki coğrafi konumu gereği yıl içerisindeki güneşli gün sayısının fazla olması, teknik açıdan bu denli yüksek bir potansiyele sahip olmasında en büyük etkenlerin başında gelmektedir.²⁸

28. "The EU Project BETTER-Introduction to Modelling Framework", Vienna University of Technology-Energy Economics Group, 15 Mayıs 2014, http://better-project.net/sites/default/files/Introduction%20to%20the%20modeling%20framework_TUWIEN.pdf, (Erişim tarihi: 30 Kasım 2016).

ŞEKİL 1. TÜRKİYE GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ ATLASI (GEPA)



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

Türkiye'nin 2014 yılında yaklaşık 40 MW olan kurulu güç kapasitesi 2015 yılı itibarıyla yüzde 519 artarak 249 MW'a yükselmiş ve 2016'da ise 830 MW seviyesine ulaşmıştır.²⁹ Güneş enerjisinin toplam kurulu güç kapasitesi içindeki payı bu son rakamlar çerçevesinde yaklaşık yüzde 1 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'de 2010 yılı öncesine kadar güneş enerjisi genellikle binaların çatılarında termal güneş sistemleri adı altında su ısıtma amacıyla kullanılırken, 2010 yılından itibaren güneş paneli sistemlerinde bir büyüme trendi gözlemlenmiş ve güneş enerjisinden elektrik üretimi noktasında çalışmalar hız kazanmıştır. Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı çerçevesinde 2023 yılı için ısıtma ve soğutma ihtiyacının en az yüzde 15'inin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması amacı doğrultusunda güneş enerjisinin daha etkin, verimli, teknolojik ve yenilikçi bir biçimde kullanılması gerekmektedir. Bu açıdan Türkiye coğrafi konumunun avantajlarını en iyi biçimde kullanmak ve en kısa zamanda güneş enerjisi kullanımını yaygınlaştırmak zorundadır.

Türkiye'nin şu anki toplam elektrik ihtiyacını karşılayabilmek adına 790 km uzunluğun-

da bir alana yayılacak güneş panellerine ihtiyaç vardır.³⁰ 2023 yılı brüt elektrik talebinin 500 bin MW olacağı öngörüsü altında Türkiye tüm güneş potansiyelini kullanmak koşuluyla 2023 yılına gelindiğinde elektrik talebinin tamamını sadece güneş enerjisinden karşılayabilecektir. Ancak mevcut imkan ve maliyetlerin bu öngörünün gerçekleşmesine olanak sağlamayacağı açıktır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından yapılan tahminler 2019 yılı için güneş enerjisinde 3 bin MW'lık elektrik üretimi gerçekleştirilmesi ve bu rakamın 2023 yılında 5 bin MW'a ulaştırılması yönündedir.

Türkiye'de güneş enerjisi potansiyeli bakımından Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi ilk sıralarda yer almaktadır (Şekil 1). Diğer taraftan ülkenin en az güneş alan bölgeleri ise Marmara ve Doğu Karadeniz'dir. Türkiye güneş potansiyeli bakımından son derece elverişli bir konumda bulunsa da güneş enerjisinden faydalanma noktasında birtakım zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır.

Bu zorlukların en başında finansal ve teknolojik kısıtlar gelmektedir. Yerli üretimin ar-

29. "2017 Yılı Bütçe Sunumu", Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.

30. "Solar PV Atlas: Solar Power in Harmony with Nature", WWF Report, (2012), http://awsassets.panda.org/downloads/solar_atlas_low_res_final_8_jan_2013_1_.pdf, (Erişim tarihi: 23 Kasım 2016).

tırılması adına farklı teşvik sistemlerine ihtiyaç duyulmakla birlikte finansal şartlar iyileştirilmelidir. Bankaların teminat koşullarını, sigorta şirketlerinin ise poliçe koşullarını düzenlemelerine ihtiyaç vardır. Ayrıca sektörde yaşanan bürokratik işlemlerden kaynaklı sıkıntıların giderilmesi gerekmektedir. Diğer taraftan sektörde kalifiye iş gücüne ihtiyaç vardır. Bu doğrultuda çeşitli düzenlemeler ve eğitimler yapılmalıdır.

Rüzgar Enerjisi

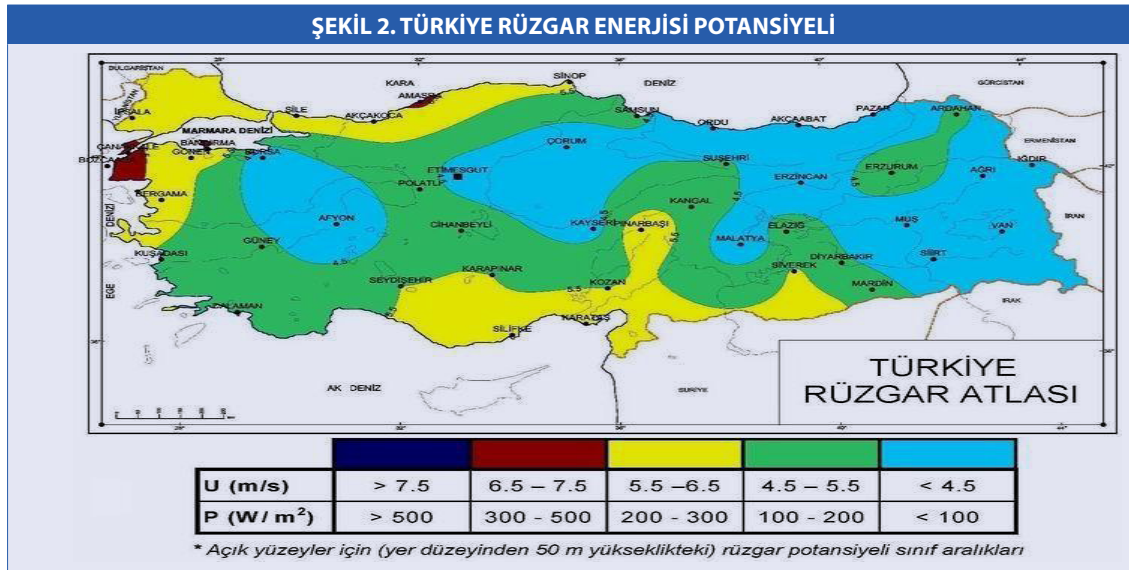
Türkiye üç tarafı denizlerle çevrili bir ülke olması nedeniyle rüzgar enerjisi potansiyeli bakımından oldukça önemli bir konumdadır. Türkiye'nin hesaplanan rüzgar enerjisi potansiyeli 88 bin MW civarındadır ve bu potansiyelin büyük çoğunluğu Ege, Doğu Akdeniz ve Marmara bölgelerinde bulunmaktadır (Şekil 2). OECD ülkelerinin geneline bakıldığında en yüksek rüzgar enerjisi potansiyeline sahip olan ülke Türkiye'dir. Teknik potansiyel bakımından Türkiye; Almanya'nın yaklaşık 7 ve İspanya'nın ise 2 katı daha fazla potansiyele sahiptir. Buradan hareketle Türkiye'nin elindeki potansiyeli bütünüyle ve etkin bir şekilde kullanarak bugün Almanya'nın ürettiği rüz-

gar enerjisinin yaklaşık 7 katı daha fazla enerji üretebilecek kapasitesi bulunmaktadır. Ancak toplam kurulu güç kapasiteleri açısından Türkiye bu ülkelerin çok gerisindedir. Örneğin Almanya, Türkiye'den yaklaşık 8,5 kat daha fazla toplam kurulu güce sahiptir.

Potansiyelin yüksek olmasının yanında bir ülkede rüzgarın hızının fazla olması da rüzgar enerjisinden faydalanma noktasında önemlidir. Türkiye'de rüzgar hızı ortalama 7,5 m/s olarak hesaplanmaktadır (Şekil 3). Bu özelliği ile Türkiye yine birçok ülkeye göre rüzgar enerjisi üretiminde önemli bir avantaja sahiptir.

Türkiye'nin 2006 yılında sahip olduğu 59 MW'lık rüzgar enerjisi kurulu güç kapasitesi 2016 yılsonu itibarıyla 6 bin 81 MW seviyelerine gelmiştir (Grafik 13). Bu rakamın 2002 yılında 18,9 MW olduğu ve 14 yıl içerisinde rüzgar enerjisinde hızlı bir ilerleme gösterildiği hesaba katılarak 2023 yılı için hedeflenen rüzgar enerjisi toplam kurulu güç kapasitesinin (20 bin MW) gerçekleştirilebileceği söylenebilir. Halihazırda inşası devam eden 61 Rüzgar Enerji Santrali (RES) bittiğinde toplam 1.868 MW'lık bir kapasite artışının daha gerçekleşmesi hedeflenmektedir.

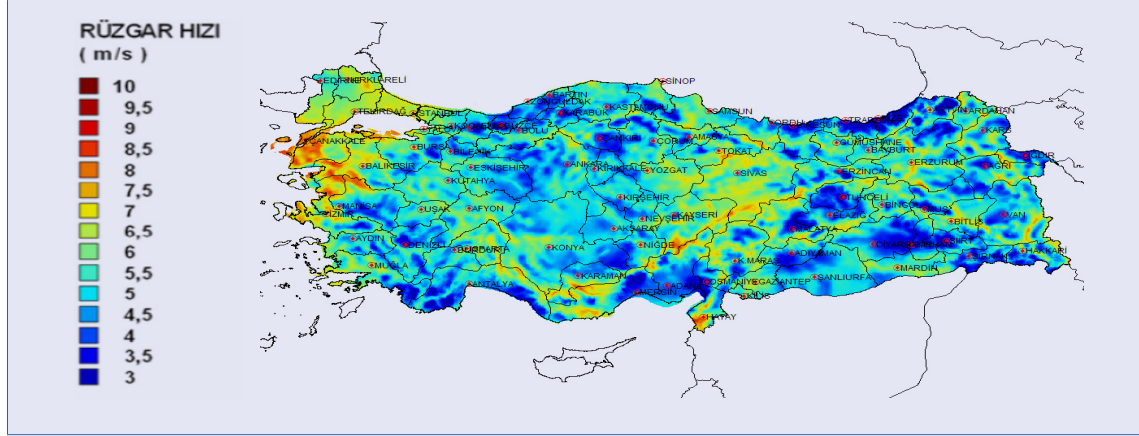
ŞEKİL 2. TÜRKİYE RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYELİ



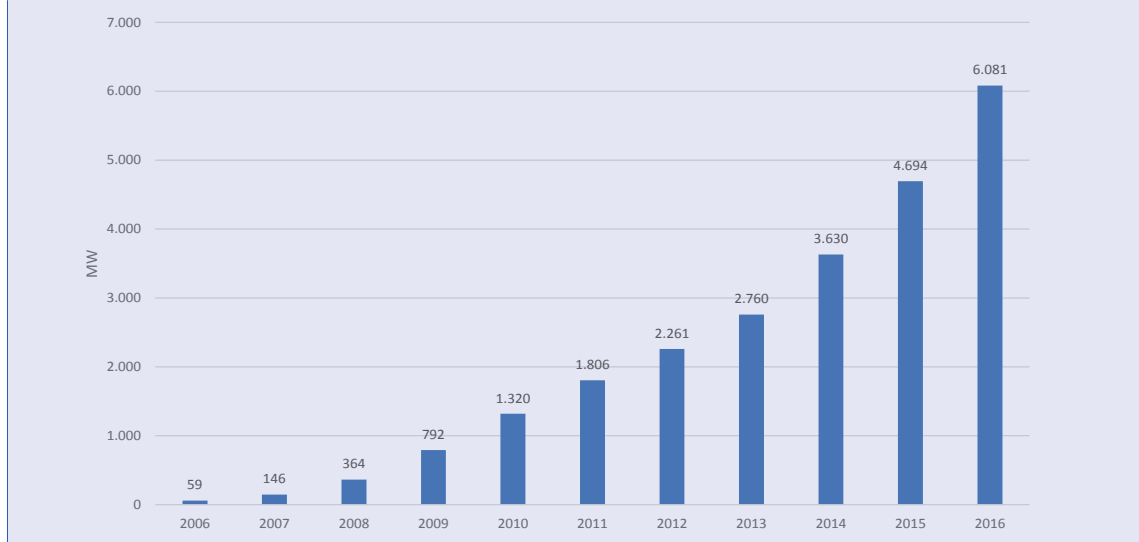
Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü³¹

31. "Türkiye Rüzgar Atlası", Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr/arastirma/yenilenebilir-enerji.aspx?s=ruzgaratlası>, (Erişim tarihi: 20 Mart 2017).

ŞEKİL 3. TÜRKİYE GENELİ ORTALAMA YILLIK RÜZGAR HIZ DAĞILIMI

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü³²

GRAFİK 13. TÜRKİYE'NİN RÜZGÂR ENERJİSİ KURULU GÜÇ DEĞİŞİMİ (2016, MW)



Kaynak: IRENA

Görüldüğü üzere birçok ülkeye göre yüksek rüzgar enerjisi potansiyeline sahip olan Türkiye'de elektrik üretiminde rüzgar enerjisinin payı düşük seviyelerdedir. Bu durum başlıca sebepleri mali kısıtlar ve teknolojik eksikliklerden kaynaklanmaktadır. Bunun yanında birtakım projelerin orman izinleri nedeniyle gerçekleştirilememesi, yine bazı projelerde kamulaştırmaların yürütmeyi durdurma kararlarıyla ilerleyememesi ve bürokratik engellemelerin azaltılamaması rüzgar enerjisi ile elektrik üretiminin önündeki başlıca sorunlardır.

Jeotermal Enerji

Yer kabuğunun çeşitli bölgelerinde toplanan sıcak su, buhar ve gazlardan elde edilen bir enerji çeşidi olan jeotermal enerji az maliyetli ve çevreci bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Türkiye coğrafi ve jeopolitik konumu nedeniyle bu yenilenebilir enerji kaynağının yaygın olarak bulunduğu bir bölgede yer almaktadır (Şekil 4). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün (MTA) yaptığı hesaplamalara göre Türkiye toplam 31 bin 500 MW termal ısı potansiyeline sa-

32. "Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli", Meteoroloji Genel Müdürlüğü, https://www.mgm.gov.tr/FILES/haberler/2010/rets-seminer/2_Mustafa_CALISKAN_RITM.pdf, (Erişim tarihi: 20 Mart 2017).

ŞEKİL 4. TÜRKİYE'NİN FAY HATLARI, VOLKANİK VE JEOTERMAL ALANLARI



Kaynak: YEGM³²

hiptir.³³ Bu özelliği ile Türkiye, Avrupa'da birinci ve dünyada ise yedinci sırada yer almaktadır.³⁴

Jeotermal enerji kurulu gücü yıllar içerisinde önemli bir gelişim göstermiştir. 2002 yılında 17,5 MW olan kurulu güç 2016 yılsonu itibarıyla 821 MW seviyesine gelmiştir.³⁵ Bu rakamın 2023 hedefleri çerçevesinde 1.000 MW'a ulaştırılması öngörülmektedir. Türkiye jeotermal ısı enerjisi kapasitesi bakımından dünyada Çin'in ardından ikinci sırada (Tablo 3), 2015 yılı kapasite artışı bakımından ise ilk sırada yer almaktadır (Tablo 2). Buradan da anlaşılabileceği üzere Türkiye jeotermal enerjide potansiyel ve kapasite artışı bakımından dünyada önemli bir yere sahiptir.

Jeotermal enerji arz güvenliğine sağladığı katkı, düşük maliyet gereksinimi ve çevreci bir kaynak olması nedeniyle enerji üretiminde tercih edilen bir unsur durumundadır. Bunun yanında 2007 yılında çıkarılan "Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu" ile jeotermal alanında ilk ciddi kanuni altyapı çalışmaları başlatılmış ve bu sayede jeotermal enerji ile ilgili yatırım yapanların sayısında ciddi bir artış meydana gelmiştir.

33. "Jeotermal Enerji Araştırmaları", Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), <http://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>, (Erişim tarihi: 20 Kasım 2016).

34. "Türkiyede Jeotermal Enerji", Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/turkiyede_jeo.aspx, (Erişim tarihi: 22 Kasım 2016).

35. "2017 Yılı Bütçe Sunumu", Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.

Biyokütle Enerjisi

Türkiye'de günden güne artan bir seyir izleyen biyokütle enerjisinin kullanımı genel olarak ısınma ve pişirme gibi geleneksel tekniklerden oluşmaktadır. Ülke genelinde potansiyeli yüksek olan biyokütle enerjisi diğer yenilenebilir enerji çeşitlerine nazaran kullanım açısından daha geri plandadır. 2016 yılsonu itibarıyla Türkiye'nin biyokütle enerjisi kurulu gücü yaklaşık 467 MW seviyelerinde bulunmaktadır.³⁶ Bu doğrultuda 2023 hedeflerinde 2 bin MW olarak belirlenen biyokütleyle dayalı enerji üretim miktarına ulaşmak adına teşvik mekanizmaları yeniden ele alınmalı ve gerekli tedbirler devreye sokulmalıdır.

Özellikle kıyı kesimleri orman bakımından zengin olan Türkiye'nin bu ormanlardan elde edilebilecek toplam atık miktarı yaklaşık olarak 4,8 milyon ton yani 1,5 MTEP'dir (Şekil 5). Yine ormanlarda kurulabilecek gazlaştırma tesisi kapasitesi ise 600 MW civarındadır. Diğer bir ifadeyle sadece Türkiye'deki orman kaynaklı biyokütle potansiyeli bile tam anlamıyla kullanılacak olursa halihazırdaki toplam biyokütle enerjisi kurulu gücünden daha fazla bir kapasiteye ulaşılabilir.

36. "Türkiye Elektrik Sistemi Kuruluş ve Yakıt Cinslerine Göre Kurulu Güç".

ŞEKİL 5. TÜRKİYE’NİN ORMAN VARLIĞI HARİTASI



Kaynak: Orman ve Su İşleri Bakanlığı³⁷

Buna ilave olarak tarla ve bahçelerdeki toplam kullanılabilir atık miktarı 15,3 milyon ton ve bu miktarın ısı değeri ise 303,2 PJ yani 7,24 MTEP’e eşittir. Bu rakamlar Türkiye’nin olağanüstü bir biyokütle potansiyeli olduğunu kanıtlar niteliktedir. Ancak Türkiye’de henüz modern teknikler kullanılarak biyokütle enerjisi üretimi gelişme aşamasında olması ve önceliğin diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının finansmanına verilmesinden ötürü bu alanda pek fazla ilerleme kaydedilememiştir.

TÜRKİYE AÇISINDAN YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ÖNEMİ VE GELECEĞİ

Türkiye açısından yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirmek ve yenilenebilir enerjinin diğer enerji kaynakları arasındaki payını artırmak enerji kaynaklarını çeşitlendirmek, yabancı kaynaklara olan bağımlılığı azaltmak ve bu sayede enerji arz güvenliğini sağlamak adına son derecede önemlidir. Bu noktada Türkiye’de yenilenebilir enerji sektöründe yaşanan gelişmeler memnuniyet vericidir. Halihazırda mevcut olan yenilenebilir enerji kapasitesi ve hesaplanan toplam potansiyel göz önüne alındığında Türki-

ye’nin gelecekteki hedefleri tutturabilme imkanı oldukça fazladır.

Türkiye’de 2023 hedefleri kapsamında 34 bin MW hidroelektrik, 20 bin MW rüzgar enerjisi, 5 bin MW güneş enerjisi, 1.000 MW jeotermal enerji ve 1.000 MW biyokütle enerjisi üretilmesi planlanmaktadır (Tablo 4). Bu hedefler doğrultusunda 2023 yılına gelindiğinde Türkiye’nin elektrik enerjisine olan talebinin en az yüzde 30’unun (hidroelektrik dahil) yenilenebilir enerji kaynakları tarafından sağlanması planlanmaktadır. Bu hedefin gerçekleşebilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarına yaklaşık olarak 60 milyar dolar yatırım yapılması öngörülmektedir.³⁸ Türkiye yenilenebilir enerji alanında 2023 hedeflerine ulaşmak ve bu hedefleri ilerletmek adına mevcut tüm yenilenebilir enerji yatırımlarını faal hale getirmek zorundadır. Aksi halde bu hedefler sadece rakamlardan ibaret kalma durumundadır.³⁹

37. “Orman Atlası”, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Orman%20Atlasi.pdf>, (Erişim tarihi: 25 Kasım 2016).

38. Mehmet Melikoğlu, “The Role of Renewables and Nuclear Energy in Turkey’s Vision 2023 Energy Targets: Economic and Technical Scrutiny”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Cilt: 62, (2016), s. 1-12.

39. “Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı”, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (Aralık 2014), http://www.eie.gov.tr/dururular_haberler/document/Turkiye_Ulusal_Yenilenebilir_Enerji_Eylem_Plani.PDF, (Erişim tarihi: 25 Kasım 2016).

TABLO 4. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAK BAZLI ENERJİ ÜRETİMİ VE HEDEFLER (MW)

Yenilenebilir Enerji Kaynağı	2015	2017	2019	2023
Hidroelektrik	25.526	28.763	32.000	34.000
Rüzgar	5.660	9.549	13.308	20.000
Güneş	300	1.800	3.000	5.000
Jeotermal	412	559	706	1.000
Biyokütle	377	530	683	1.000

Kaynak: ETKB

Söz konusu hedefler kapsamında 2023 yılı için brüt elektrik üretimi sırasıyla hidroelektrikte 91 bin 800 GWh, rüzgar enerjisinde 50 bin GWh, güneş enerjisinde 8 bin GWh, jeotermal enerjide 5 bin 100 GWh ve biyokütle enerjisinde ise yaklaşık 4 bin 500 GWh olarak tahmin edilmektedir. Bir diğer ifadeyle yenilenebilir enerji kaynaklarından toplamda 159 bin GWh gibi bir brüt elektrik üretimi elde edilmesi planlanmaktadır. Bu miktar 2023 için hesaplanan toplam brüt elektrik tüketim miktarının (yaklaşık 500 bin GWh) yüzde 32'sini oluşturmaktadır. Kısacası 2023 yılında Türkiye'de tüketilen toplam elektriğin yaklaşık üçte birinin (1/3) yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesi öngörülmektedir. Bu hedeflerin tutturulabilmesi için özellikle rüzgar ve güneş enerjisi ile elektrik üretimine büyük önem verilmesi gerekmektedir.

Gerek coğrafi konumu gerekse jeolojik yapısı bakımından bütün yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına uygun bir yerde olmasına rağmen Türkiye'nin yenilenebilir enerji alanında kullanılan teknoloji açısından gelişme göstermesi icap etmektedir. Türkiye'de yenilenebilir enerji sektöründe kullanılan donanımların geneli yabancı kaynaklıdır. Bu durum ülke ekonomisi açısından yüksek maliyetli olmakla birlikte yenilenebilir enerji üretiminin önünde kısıtlayıcı bir engel olarak durmaktadır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji sektöründe planlanan hedeflere ulaşması ve bu sektörü geliştirmesi için bir an önce daha düşük maliyetli yerli teknolojiye yönelmesi gerekmektedir.

Türkiye yenilenebilir enerjinin kendisi için ne denli önemli olduğunu farkındadır. Özellikle AR-GE noktasında yapılan ve yapılacak projelere finansal destek sağlanmaktadır. 2016 yılında yenilenebilir enerji projeleri için Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından toplam 5 milyon 70 bin lira ödenek ayrılmıştır. Ayrıca Dünya Bankası gibi çeşitli uluslararası finans kuruluşları da yenilenebilir enerji projelerine destek vermektedir. Bu doğrultuda yıllık yatırım programlarına yenilenebilir enerji projelerine verilecek destekler eklenmiş ve böylece büyük potansiyele sahip Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) artırılmaya başlanmıştır.

Türkiye yenilenebilir enerji potansiyeli bakımından oldukça iyi bir coğrafi konumdadır. Ancak yenilenebilir kaynaklı enerji üretim seviyesi düşük miktarlardadır.

Yenilenebilir enerjinin çevre kirliliğini önleme noktasında da olumlu katkıları bulunmaktadır. Karbon salınımı ve küresel ısınma hususlarında yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması son derece önemlidir. Türkiye gibi yoğun bir şekilde fosil yakıt kullanan ülkelerin bu konuda gerekli hassasiyetleri göstermeleri adına 2015 yılı sonlarında Paris'te 21. Taraflar Konferansı (COP21) gerçekleştirilmiş ve çevre duyarlılığı ile ilgili metinlerde anlaşmaya varıl-

mıştır. Türkiye'nin yukarıda bahsedilen hedefleri yakalaması hem bu anlaşmaya sadık kalması hem de çevre kirliliğini önleme noktasındaki kararlılığının bir göstergesi olacaktır.

Türkiye yenilenebilir enerji kullanımının artırılmasına bağlı olarak birtakım avantajlara sahip olacaktır. Bunlara kısaca değinmek gerekirse:

- Yenilenebilir enerji alanında gerçekleştirilen ilerlemeler milli geliri artırıcı fayda sağlayacaktır. Tesis sayılarının artırılması ile donanım ve hizmet temini sayesinde iş gücü ve sanayi sektörlerinde olumlu gelişmeler yaşanacaktır.
- Yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması yıllık yaklaşık 21 milyar metreküp doğalgaz ithalatının önüne geçecektir.⁴⁰ Bu sayede toplamda 4 milyar dolar gibi bir tasarruf sağlanması amaçlanmaktadır.
- Doğalgaz ithalatının azaltılması ile fosil yakıtların çevreye verdikleri zararın önüne geçilmiş olacaktır. Bu doğrultuda karbon emisyonu toplamda 47 milyon ton azaltılacaktır.⁴¹
- Yenilenebilir enerji sektöründe yapılan yatırımlar sayesinde istihdam artırılabilecektir. Bu alandaki eğitim ve çeşitli düzenlemelerle birlikte nitelikli iş gücü oluşturulması desteklenecektir.
- Özellikle elektrik üretimi anlamında yerli ve yenilenebilir kaynakların kullanılması Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılık oranlarını azaltacak ve enerji arz güvenliği noktasında katkı sağlayacaktır.

40. Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı" Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, http://www.eic.gov.tr/duyurular_haberler/document/Turkiye_Ulusal_Yenilenebilir_Enerji_Eylem_Planı.PDF, (Erişim tarihi: 22 Aralık 2016).

41. *Energy World Dergisi*, Sayı: 2, (Nisan 2015), <http://energyworld.com.tr/>

SONUÇ VE ÖNERİLER

Enerjide dışa bağımlılık özellikle enerji ihtiyacının büyük kısmını dışarıdan ithal eden ülkeler açısından bir handikap oluşturmaktadır. Bu bakımdan yenilenebilir enerji ülkelerin enerji ihtiyaçlarını kendi kendilerine karşılamalarında son derece önemli bir role sahiptir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Türkiye'nin 2016 yılında gerçekleşen enerji ithalatı bir önceki yıla oranla yaklaşık yüzde 30 azalarak 27 milyar 155 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Bu rakam 2012 yılından itibaren sürekli azalan bir eğilim göstermektedir. Başta petrol fiyatlarında yaşanan düşüş ile birlikte Türkiye'nin enerji ticaretinde merkez ülke olma noktasındaki hamleleri ve elindeki yerli ve yenilenebilir kaynakları daha etkin ve verimli bir şekilde kullanması bu durumun sebepleri arasında sayılabilir. Türkiye'nin önümüzdeki dönemlerde petrol ve doğalgaz arama projelerini hızlandırması, kömür ve kaya gazı arama çalışmalarına önem vermesi ve yenilenebilir enerji potansiyellerini bir an önce ekonomiye kazandırması gerekmektedir.

Türkiye gibi enerjisinin yaklaşık olarak yüzde 70'ini dışarıdan ithal eden bir ülkenin enerji kaynaklarını çeşitlendirmesi oldukça önemlidir. Ayrıca sürdürülebilir enerji kullanımı açısından halihazırdaki kaynakların verimli bir şekilde tüketilmesi gerekmektedir. Bu noktada yerli ve temiz enerji üretimi açısından yenilenebilir enerji oldukça önemli bir rol üstlenmektedir. Bu konularda başta Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) olmak üzere çeşitli kurum ve kuruluşlar gerek kanuni gerekse teşvik mekanizmaları açısından yoğun çalışmalar yapmaktadır.

Türkiye'nin enerji politikası şeffaflık, güvenilirlik, iş birliği, etkinlik, koordinasyon, yenilikçilik ve liderlik prensipleri çerçevesinde oluşmaktadır. Bu bağlamda Türkiye geleceğe yönelik enerji politika ve projelerini gerçekçi, güvenilir ve sağlam temellere oturtmak zorundadır. Yenilenebilir enerjinin uzun vadede Türkiye'nin

enerji politikasında oynayacağı hassas rol göz önüne alındığında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Yenilenebilir enerji sektörünün uluslararası kural ve düzenlemeler çerçevesinde dizayn edilmesine özen gösterilmelidir. Dünyanın küresel bir köy olduğu günümüzde yenilenebilir enerji sektöründeki değişimlere ayak uydurmak adına bu alanlarda ilerleme kaydetmiş Çin, Almanya ve Danimarka gibi ülkelerdeki yasal düzenlemeleri ve gelişmeleri takip ederek Türkiye'ye uygun olan kanunları uyarlamakta fayda vardır.
- Özellikle yenilenebilir enerji sabit fiyat garantisi kapsamındaki fiyatlandırmaların daha yukarı seviyelere çekilmesi gerekmektedir. Birçok Avrupa ve Kuzey Akdeniz ülkesine göre Türkiye'deki fiyatlandırma seviyesi aşağılardadır. Yatırımcıların teşvik edilmesi ve yenilenebilir enerjinin fosil yakıtlarla rekabet edebilmesi adına hükümetin sabit fiyatları artırması gerekebilir.
- Yenilenebilir enerji yatırımları açısından yüksek kaynak potansiyeline sahip olan Türkiye, bu potansiyeli değerlendirmek için çeşitli altyapı ve üstyapı çalışmalarına önem vermelidir. Mevcut teşvik sistemi ve hukuki yapı çerçevesinde var olan düzenlemelerin genişletilerek devam ettirilmesi gerekmektedir. Bu sayede yatırım seviyesinde ciddi artışlar görülebilecektir. Aynı zamanda toplam enerji tüketimindeki kullanım oranlarını artırmak adına yenilenebilir enerjiden faydalanma teşvik edilmelidir. Altyapısı uygun yerlerde yenilenebilir enerji kullanımı zorunlu hale getirilerek yaygınlaştırılabilir.
- Türkiye yenilenebilir enerji yatırımlarında yabancı teknolojiye ihtiyaç duymaktadır ve bu tarz yatırımlar maliyet açısından oldukça fazla yük getirmektedir. Bunun önüne

geçebilmek adına yenilenebilir enerji alanında kullanılan teknik ekipmanların yerli üretimleri teşvik edilmeli ve bizzat devlet tarafından desteklenmelidir. Bu doğrultuda özellikle rüzgar tribünleri ve güneş panelleri gibi yenilenebilir enerji donanımlarının yerli üretimleri kullanılmalıdır.

- Yenilenebilir enerji alanında yatırım yapan kuruluşların bu yatırımlarını devam ettirebilmesi adına öngörülebilir kamu politikaları ve siyasi istikrar gerekmektedir. Siyasi ve ekonomik istikrarın olmadığı dönemlerde yatırımların durması kaçınılmazdır. Yenilenebilir enerji gibi hassas sektörlerde yatırımlarının devam edebilmesi ve yatırımcının gelecek beklentilerini daha net olarak belirleyebilmesi adına siyasi ve ekonomik istikrar ortamı son derece önemlidir.
- Yenilenebilir enerji sektöründe yaşanan bürokratik engellerin giderilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda yatırımcıların lisanslama işlemleri, plan, proje ve yatırım faaliyetleri açısından başvuru yapılacak kurum sayısının en aza indirilmesine ihtiyaç vardır.
- Sektörde yaşanan kalifiye iş gücü sorununun çözümüne yönelik düzenlemeler ve eğitimler artırılmalıdır. Üniversiteler ve yenilenebilir enerji sektöründeki kuruluşlar arasında iş birliği yapılarak ilgili alanlarda belirlenen eksiklikler giderilmeli ve piyasanın ihtiyaçlarına yönelik eğitimler verilmelidir. Yine üniversitelerin lisans ve lisansüstü programlarında bulunan yenilenebilir enerji ile ilgili derslerin sayısı artırılmalıdır.
- Yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerjinin iletimi ve depolanması hususlarındaki sorunlar giderilmelidir. Yenilenebilir enerjiyi üretmek kadar onu iletmek ve depolamak da zahmetli ve maliyetli bir iştir. Özel-

likle rüzgar ve güneş enerjisi üretim alanları yerleşim bölgelerine nispeten uzak alanlarda kurulmaktadır. Buralarda üretilen enerjinin ihtiyaç doğrultusundaki kısmının yerleşim yerlerine ulaştırılması ve geri kalan kısmının da depolanması adına doldurulabilir pil ve son yıllarda gündeme gelen mobil elektrik (elektrikli araçlar için) gibi teknolojiler dikkatle incelenmelidir. Spesifik olarak ABD, Almanya ve Japonya'nın bu alanlara ciddi yatırımlar yaptıkları ve bu teknolojileri geliştirdikleri görülmektedir.

- Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını azaltması adına yenilenebilir enerji sektöründeki verimlilik artırılmalı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının diğer enerji kaynakları ile finansal açıdan rekabet edebilmesi sağlanmalıdır. Yenilenebilir enerji sistemlerinin kuruluş ve enerji üretim maliyetlerinin fosil yakıtlara oranla yüksek olmasının önüne geçebilmek adına bu alanda yapılan projelere devlet tarafından daha fazla finansal destek sağlanmalıdır.
- Yenilenebilir enerji yatırımları çevre etkileri hesaba katılacak şekilde gerçekleştirilmelidir. Yenilenebilir enerji çevreye duyarlı ve temiz bir enerji olma noktasında oldukça önemlidir. Ancak rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerji sistemlerinin kuruldukları bölgelerdeki ormanlık alanlar tahrip edilmeden bu sistemlerin aktif hale getirilmesi gerekmektedir.
- Görsel, yazılı ve sosyal medya yoluyla yenilenebilir enerji hakkında daha fazla bilgilendirme yapılmalı ve bu konudaki farkındalık artırılmalıdır. Yenilenebilir enerji ile ilgili bilinçlendirme çalışmalarına hız verilmelidir.

Sonuç olarak Türkiye coğrafi konumu ve jeolojik yapısından ötürü bütün yenilenebilir ener-

ji kaynaklarını kullanma noktasında uygun bir bölgede yer almaktadır. Bu doğrultuda hükümet tarafından bu potansiyelden faydalanmak adına gerekli tedbirler alınmaktadır. Diğer taraftan yenilenebilir enerji alanındaki teknolojik ilerlemelerin bir an önce ele alınması ve buna uygun adımlar atılması gerekliliği yadsınamaz bir gerçektir. Ayrıca yenilenebilir kaynaklardan enerji üretiminin önünde birtakım finansal kısıtlamalar mevcuttur. Bu sorunların üstesinden gelebilmek adına hükümet sabit fiyat garantisi, yatırım teşvikleri, önemli uluslararası kuruluşlardan destek, yenilenebilir enerji projelerine finansal teşvikler, danışmanlık destekleri ve vergi muafiyetleri gibi birtakım önlem ve politikalar geliştirmektedir.

İlerleyen dönemlerde Türkiye'nin yenilenebilir enerji alanındaki temel politikaları şu şekilde özetlenebilir:

- Yenilenebilir enerji üretim ve tüketimini teşvik edici önlemler alınarak fosil yakıt kullanımına olan bağımlılığı ve bu durumun getirdiği riskleri azaltmak
- Kullanılan mevcut yenilenebilir enerji kaynaklarının kapasitelerini artırmak ve yenilenebilir enerji kaynak alanlarını genişletmek
- Artan elektrik talebine paralel olarak elektrik üretiminde kullanılan yenilenebilir enerji payını en az yüzde 30 seviyelerine çıkarmak
- Tarım sektöründeki potansiyellerden daha fazla yararlanmak adına biyoyakıt kullanımını artırmak

Türkiye gibi tükettiği enerjinin büyük bir kısmını dışarıdan temin eden bir ülke için enerji kaynaklarını çeşitlendirmek ve yenilenebilir enerji üretimini teşvik edip artırmak bir zorunluluk halini almaktadır. Bu sayede 2023 yılına kadar istikrarlı bir enerji politikasıyla koyulan hedefler yakalanıp geliştirilebilecektir.

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 yüzde 20'si yenilenebilir kaynaklardan elde edilmektedir. Mevcut durumda fosil yakıtlara olan bağımlılık yüksek düzeyde olmasına rağmen yıllar itibarıyla yenilenebilir enerjinin kullanım oranları giderek artmaktadır.

Türkiye bulunduğu coğrafi konumu ve jeopolitik yapısı nedeniyle bütün yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanma imkanına sahiptir. Özellikle hidrolik, jeotermal, rüzgar ve güneş enerjisi potansiyelleri bakımından AB ülkeleri ile karşılaştırıldığında, Türkiye'nin son derece elverişli bir konuma sahip olduğu görülmektedir. Ancak bu kaynaklardan yararlanma oranı düşük seviyelerdedir. Bu durumun önünde birtakım ekonomik ve hukuki kısıtlar olsa da gelişmeler memnuniyet vericidir. Türkiye'nin gelecek planlamaları ve özellikle 2023 hedefleri kapsamında yenilenebilir enerji konusuna ayrı bir önem vermesi bunu kanıtlar niteliktedir. Bu doğrultuda atılan adımlar neticesinde Türkiye mevcut yenilenebilir enerji potansiyelini değerlendirmeye öncelik vermektedir.

Uzun vadede Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı ve enerji faturasını önemli ölçüde azaltacak olan yenilenebilir enerji, milli gelirden istihdama, yatırım alanlarından çevresel faktörlere, enerji arz güvenliğinden kaynak çeşitlendirmesine kadar birçok alanda da son derece önemli faydalar sağlayacaktır. Bu sayede Türkiye enerji ticaretinde merkez ülke olmanın yanında enerjide kendi kendine yetebilen bir ülke konumuna gelebilecektir.



ANKARA • İSTANBUL • WASHINGTON D.C. • KAHİRE

www.setav.org