



Araştırma Makalesi  
Research Article

Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi  
Yıl: 2020 Cilt-Sayı: 13(2) ss: 213-226.

Academic Review of Economics and Administrative Sciences  
Year:2020 Vol-Issue: 13(2) pp: 213-226.

<http://dergipark.org.tr/tr/pub/ohuiibf/>

ISSN: 2564-6931

DOI:10.25287/ohuiibf.581747

Geliş Tarihi / Received: 24.06.2019

Kabul Tarihi / Accepted: 09.01.2020

## DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE GÜNEŞ, RÜZGAR VE JEOTERMALDE GÜNCEL İKTİSADİ GÖRÜNÜM

*Gelengül KOÇASLAN<sup>1</sup>*

### Öz

Güvenlik, toplumsal, iktisadi, siyasi ve çevresel boyutları dikkate alınarak, sürdürülebilir enerjiyi başarmak dünya genelinde ulusal ve uluslararası enerji politikalarının nihai amacı olmuştur. Bu amaca ulaşmak için politika belirleyiciler tüketim, üretim, ithalat, ihracat, yatırım, tasarruf, yasal düzenlemeler, ödemeler dengesi, gelecek tahminleri, inovasyon, araştırma&geliştirme ve beklentiler ile toplumsal/iktisadi/siyasal/çevresel konuları inceleyerek; enerji kaynaklarının gelecek senaryoları ve stratejik planlama içindeki paylarına odaklanmaktadır. Nasıl etkin, geçerli ve verimli bir dağılım yapılacağı son derece önemlidir. Rüzgar, güneş, jeotermal, hidroelektrik, gel-git, dalga ve biyokütle yenilenebilir enerji kaynakları olarak sınıflandırılırken; kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer enerji yenilenemeyen enerji kaynakları ya da fosil yakıtlar olarak bilinmektedir. Önerilen enerji politikalarının yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının her ikisini de değerlendirirken 4A'yı; kullanılabilirlik, ulaşılabilirlik, karşılanabilirlik ve kabul edilebilirliği göz önünde bulundurması beklenir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının hızla artan enerji talebini karşılamakta fosil kaynaklara önemli birer alternatif olduklarına genellikle soru işareti ile yaklaşılsa da; dünyadaki son gelişmeler sorulara cevap olarak karşımızda durmaktadır. Son yıllarda teknolojik yenilikler ve araştırma geliştirme faaliyetleri artan enerji talebinin karşılanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının özellikle de güneş, rüzgar ve jeotermalde cazibesine dikkat çekmiştir. Bu çalışmanın amacı dünyada ve Türkiye'de güneş, rüzgar ve jeotermaldeki güncel durumu iktisadi göstergeler, uluslararası gelişmeler ve güncel verilerle değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** : Enerji, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Rüzgar Enerjisi, Güneş Enerjisi, Jeotermal Enerji.

**Jel Kodları** : Q40, Q20.

<sup>1</sup>Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, kocaslan@istanbul.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4902-2054.

## CURRENT ECONOMIC VIEW IN SOLAR, WIND AND GEOTHERMAL IN THE WORLD AND IN TURKEY

### Abstract

*Achieving sustainable energy considering security, social, economic, political and environmental aspects has been the ultimate aim of the national and international energy policies worldwide. To reach this aim policy makers focus on the shares of the energy resources in future scenerios and strategic planning examining consumption, production, import, export, investment, savings, legislative regulations, balance of payment, future forecasts, innovation, research&development, expectations and social/economic/political/environmental issues. It is critical how to make an efficient, effective and productive allocation. While wind, solar, geothermal, hydropower, tidal-wave and biomass are classified as renewable energy resources; coal, oil, natural gas and nuclear energy are known as nonrenewable energy resources or fossil fuels. Suggested energy policies are expected to consider 4As; availability, accessibility, affordability and acceptability evaluating both renewable and nonrenewable energy resources.*

*Although it is often called into question that the renewable energy resources are important alternatives to fossil resources to meet the rapid growth in energy demand; recent developments all over the world are worth examining. In the recent years, technological innovations, research and development in the field draw attention to the attractiveness of renewable energy resources especially solar, wind and geothermal to meet the increasing energy demand. The aim of the study is to evaluate current situation in solar, wind and geothermal in the world and in Turkey considering economic indicators, international developments and recent data.*

**Keywords** : Energy, Renewable Energy Resources, Wind Energy, Solar Energy, Geothermal Energy.

**Jel Codes** : Q40, Q20.

### GİRİŞ

Enerjide artan dışa bağımlılık oranları ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi sağlayan teknolojilere ilgi göstermelerine ve bu alanda yatırım yapmalarına neden olmuştur. Güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik, biyokütle, hidrojen, dalga ve gelgit yenilenebilir enerji kaynakları ve bu kaynaklardan elde edilen enerji de yenilenebilir enerjidir. Yenilenebilir enerji süreklilik arzeden enerji akışı anlamına gelmekte ve sözkonusu kaynaktan elde edilen enerji miktarına eşit veya kaynağın tükenme hızıyla mukayese edildiğinde kendisini çok daha hızlı bir biçimde yenileyebilme özelliğine sahip enerji kaynaklarını kapsamaktadır (YEGM, 2018). Tanımından ve adından da anlaşıldığı gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını cazip kılan en önemli etken yenilenebilir yani sürdürülebilir başka bir deyişle de tükenmez olmalarıdır. Son yıllarda ülkelerin enerji politikalarında önemli bir yere sahip olan enerjide artan oranlarda dışa bağımlılık, enerji arz güvenliği, enerjinin güvenli ve sürekli temini problemleri yerli ve tükenmez yenilenebilir kaynak kullanımının, bu kaynaklardan enerji teminini sağlayacak teknolojilerin geliştirilmesinin ve bu alana yatırım yapmanın, yapılan yatırımların desteklenmesinin ve teşvik edilmesinin önemini gözler önüne sermektedir.

Çevre dostu, temiz kaynaklar olan yenilenebilir enerji kaynakları sera gazı emisyonu yaratmamakta ve dolayısıyla bütün dünyayı tehdit eden iklim değişikliği sorununda çözüm sağlayacak iyileştirici ve engelleyici alternatifler olarak karşımızda durmaktadırlar. Paris İklim Zirvesi'ne katılan ülkeler en az gelişmiş olanlar da dahil; Paris Antlaşması ile karbon emisyonunu azaltmak üzere taahhütte bulunmuşlardır (France Diplomatie, 2019). Yenilenebilir enerji kaynakları enerji politikaları içerisinde iklim değişikliği ile mücadelede başlıca stratejiler olarak yer almaktadır (Zerrahn vd. , 2018). Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişin CO<sub>2</sub> emisyonunu 2010 yılından 2050 yılına kadar % 90 oranında azaltacağı ifade edilmektedir (Pursiheimo vd. , 2018). Çeşitli enerji sistem modelleri yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya elektrik

tüketimi içerisindeki payının, küresel ısı artışını 1.5 °C olarak sınırlandıracak şekilde artırılması gerektiğini öngörmektedir (Bosch vd. , 2018). Bu kapsamda ülkelerin halihazırda almış olduğu önlemler dikkat çekmektedir. 2015 Yılı'nın İngiliz hükümetinin düşük hava kalitesinin halk sağlığına en büyük çevresel risk olduğunu vurgulayarak, hava kirliliği ile mücadele etmek için 2040 itibarıyla bütün yeni arabaların etkin bir şekilde sıfır emisyon olacağını ve bu bağlamda dizel ve benzinli araçların yasaklanacağını açıklamaları tartışmalara yol açmıştır (IEA, 2019a). İrlanda ise fosil enerji kaynaklarına yapılan yatırımların yasaklanması kararını almıştır (Green, 2018; Hopke & Hestres, 2017). Fransız hükümeti 2040 yılından sonra fosil yakıt kullanan araçların satışının tamamen yasaklanacağını, elektrikli ve hibrit otomobillerin satışının destekleneceğini, eski otomobillere çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle ek vergiler getirileceğini açıklamıştır (Li vd. , 2019; Adeyanju vd. , 2018). Benzer biçimde Almanya'da sağlığa zararlı nitrik oksit emisyonu yarattığı gerekçesiyle Hamburg, Münih ve Stuttgart'ta dizel motorlu araçların trafiğe çıkmasına yasak getirilmiştir (Möhner, 2018).

Gündeme geldiği ilk dönemlerde sözkonusu kaynakların ülkelerin enerji ihtiyaçlarını karşılamada asla fosil kaynaklara birer alternatif olarak düşünülmemeyeceği ve sözkonusu kaynakların ihtiyaç duyulan enerjiye sağlayacağı katkının oldukça düşük düzeylerde kalacağı, bu teknolojilerin oldukça pahalı olduğu ve böylece amacıyla tezat bir biçimde dış bağımlılık yarattığı eleştirileri sıklıkla dile getirilmiş olsa da; bugün dünyada birçok ülkenin enerji ihtiyaçlarını tamamen yenilenebilir kaynaklardan elde etmeye yönelik sistem ve politikalar geliştirdikleri ve başarıya ulaştıkları görülmektedir. Günümüzde artık elektrik enerjisinin evlerin çatılarında ya da bahçelerinde inşa edilebilen sistemlerle elde edilebileceği paketler üretilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları ve özellikle rüzgar enerjisi alanındaki yatırımları ile öne çıkan ülkeler arasında yer alan İsveç 2020 itibarıyla toplam enerji kullanımının en az %50, 2040 itibarıyla ise %100'ünü yenilenebilir enerji üretiminden karşılamayı hedeflediklerini bildirmiştir (IEA, 2019b). Las Vegas'ta halihazırda enerji ihtiyacının %100'ü yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır (Las Vegas Nevada. Gov. , 2019). Ekonomik gelişme için yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma hedefini benimseyen İskoç hükümeti yıllık enerji tüketiminin %100'ünü, karma yenilenebilir enerji teknolojilerini kullanarak üretmeyi amaçlamaktadır (Alldritt & Hopwood, 2017).

Bir yandan yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji elde edilirken diğer yandan yeni santraller ve istasyonların inşa çalışmaları da devam etmektedir. 1954 yılında tanıtılan ilk fotovoltaik pilden bu yana güneş enerjisi endüstrisi aygıtlarının etkinliği artırılmış, sektör maliyetleri düşürülmüş, güneş termal gücü gibi güneş teknolojilerinin de eklenmesiyle güneş enerjisi dünya enerji ekonomisinin hızla büyüyen, en karlı enerji yatırımı haline gelmiştir (Phillips, 2019). Yüksek nüfusu, hızlı nüfus artış oranları ve artan otomobil sayısı ile yüksek oranlardaki karbon emisyonları ile dikkati çeken Çin son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji elde edilmesi ve özellikle güneş enerjisi konusundaki yatırımları ile güneş fotovoltaik güç imalatının yeni ve rekabetçi bir merkezi olmuştur (Wang vd. , 2010, Hopkins & Li, 2016). Yine güneş enerjisi konusundaki uygulamaları ile öne çıkan ve hükümetinin 2022 yılı itibarıyla 1,00,000MW'ını güneş gücünün meydana getireceği 1,75,000 MW yenilenebilir güç üretim kapasitesi hedefleyen bir diğer ülke Hindistan güneş gücü donanım kapasitelerine göre belirlemiş olduğu akıllı şehirlerde uygulamalara başlamış; Hindistan demiryolları tarafından Güney Hindistan'da yoğun olarak kullanılan 3 hat üzerinde faaliyet gösteren üzerine güneş fotovoltaik modüllerin yerleştirildiği trenlerin her birinin günde en az 18kWh elektrik üreteceği ve bunun yılda 1700 litre dizel tasarrufu sağlayacağı açıklanmıştır (Vidyanagar vd. , 2016; Shrivanth vd. , 2017, Shrivanth vd. , 2018). Faal durumda olan mevcut santral 7 MW kurulu gücü ile hizmet vermekte olan Kayseri Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan Kayseri OSB Güneş Enerjisi Santralinin ortalama 8.760.000 kilovatsaat elektrik üretimi ile 2.647 kişinin konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi günlük hayatta ihtiyaç duyulan alanlarda elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabileceği ifade edilmektedir (Kayseri OSB, 2019).

Küresel rüzgar enerjisi endüstrisi incelendiğinde iki önemli aktör dünya piyasasındaki %38-47 düzeyindeki payı ile Çin ve % 41- 50 düzeyine erişen payı ile Avrupa Birliği olarak karşımızda durmaktadır (Arantegui, 2019). Finlandiya, İsveç, İngiltere, Litvanya, Norveç ve rüzgar gücünden

başlıca enerji kaynağı olarak faydalan Hollanda için kıyı ve açık deniz rüzgar potansiyelinin 2030 yılı elektrik talebini 2’den 7 kata kadar aşması beklenmektedir (Eerens & Visser, 2008; Shaddiq, 2013). Elektrikli trenlerin tümünün %100 rüzgar gücüyle faaliyet gösterdiği ülkede, hava yolu taşımacılığının önde gelen isimlerinden Schiphol Grubu 2018 yılından bu yana havalimanlarında %100 rüzgar gücü kullanıldığını açıklamış ve Hollanda bu alandaki politika hedefini 2020 yılında iç talebin 18–24 TWh’a karşılık gelen %17’sini yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamak olarak belirlemiştir (Junginger vd. , 2004; Schiphol, 2019). Vestas Wind Systems ve Mitsubishi Heavy Industries ortaklığıyla Danimarka Oestrild’de denize kurulan 220 m yüksekliğindeki rüzgar türbini ile günde 216.000 kWh olarak gerçekleşen enerji üretimi, ticari olarak bir rekor kabul edilmektedir (Patel, 2014). 2020 itibariyle %21 yenilenebilir elektrik hedefinin çoğunlukla rüzgar gücünden karşılanması beklenen İngiltere’de büyük ölçekli rüzgar çiftliklerinden biri olan ve DONG, E.ON and Masdar tarafından geliştirilen London Array 630 MW güce sahiptir (Higgins & Foley, 2013; Higgins & Foley, 2014). Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımında ilk sıralarda yer alan, kırsal ve sapa bölgelerde kıyı ve kıyıdan uzak açık denizlerde değerlendirilmeye elverişli önemli miktarda rüzgar potansiyeli barındıran İskoçya faal durumda dünyanın ilk yüzen offshore rüzgar çiftliğini de içeren 304 MW gücünde offshore rüzgar kurulu gücüne sahiptir (Munro, 2018; Offshorewind Scotland, 2019). Amerika’da ise bu alanda bir ilk yaşanmış, Enerji Ekonomisi ve Finansal Analiz Enstitüsü ilk kez Nisan 2019’da hidro, biyokütle, rüzgar, güneş ve jeotermalden oluşan yenilenebilir enerji sektöründe üretilen elektriğin, kömür santrallerinde üretilenden fazla kaydedildiği ve Enerji Bilgi İdaresi (EIA) kısa dönem enerji görünümü tarafından yine bu ay açıklanan dataya göre Mayıs 2019’da da aynı durumun sözkonusu olabileceği ifade edilmiştir (Institute for Energy Economics and Financial Analysis, 2019).

“Dünyada ve Türkiye’de Güneş, Rüzgar Ve Jeotermalde Güncel İktisadi Görünüm” başlıklı makale dünyada ve Türkiye’de güncel iktisadi göstergelerin yer aldığı ilk bölüm ve son yıllarda ön plana çıkan güneş, rüzgar ve jeotermal kaynak kullanımında Türkiye ve dünya verilerine yer verilen ikinci bölümün ardından değerlendirmenin yer aldığı sonuç bölümü ile tamamlanmaktadır.

## **I.DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE GÜNCEL İKTİSADİ GÖSTERGELER**

Fosil enerji kaynakları olarak da isimlendirilen yenilenemeyen enerji kaynak rezervlerinin hızla tükenmekte oluşu, enerji güvenliği problemleri, çevre üzerinde giderek artan olumsuz etkiler, enerjide dışa bağımlılığın getirdiği cari açık problemi politika belirleyicilerin dikkatlerini yenilenebilir enerji kaynakları üzerine çekmiştir (Bulut & Muratoğlu, 2018). Aydın ve çalışma arkadaşları 26 OECD ülkesi için 1980-2015 yılları arasında yenilenebilir ve yenilenemeyen kaynaklardan elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiş ve yenilenebilir-yenilenemeyen enerji kaynaklarından elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik tespit ederek; politika belirleyicilerin yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik tüketimini enerji güvenliğini sağlayacak, enerji bağımlılığını azaltacak ve ekonomik büyümeyi teşvik edecek şekilde desteklemelerini önermişlerdir (Aydın, 2019). Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde yenilenemeyen kaynaklara alternatif olarak kullanılabilirliği, mikroekonomik fayda-maliyet analizlerinin yanısıra ortaya çıkacak makroekonomik etkilerle özellikle de orta vadede ekonomik büyüme üzerindeki pozitif etkiler ile değerlendirilmektedir (Andini vd. , 2019). Elektrik üretimi maliyetlerindeki artışla artan elektrik fiyatı yenilenebilir enerji kaynaklarını daha rekabetçi hale getirirken bu durum sözkonusu kaynak teknolojilerinde inovasyon arayışını ortaya çıkarmaktadır (Lin & Chen, 2019).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji kaynağı olarak kullanılıp benimsenmesinde toplumsal tercihler ve alışkanlıklar da önem arz etmektedir. Kim ve çalışma arkadaşları yaptıkları araştırmada enerji kaynaklarının insan yaşamı ile doğrudan ilişkisi nedeniyle toplumun enerji kaynakları bileşimindeki değişiklikleri ne kadar kabul edip ne kadar benimseyeceklerini belirlemenin önemine dikkat çekmiş; Korelilerin enerji politikalarında yenilenebilir enerji kaynaklarını kabul etme oranlarını yüksek düzeyde hesaplamış ve bu tercihte eğitim seviyesinin etkili olduğunu bulmuşlardır (Kim vd. , 2018). Neves ve çalışma arkadaşları yaptıkları araştırmada

demokratik ülkelerin yenilenebilir enerjiye yatırım yapma eğilimlerinin yüksek olduğunu; gelir, enerji bağımlılığı, çevresel etkiler ve emisyonlar gibi konuları da dikkate aldıklarını göstermişlerdir (Neves vd. , 2018).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya genelinde kullanımındaki yükselişleri ve bu kaynakların her geçen gün yenilenen teknolojileri ile artan cazibelerine rağmen sözkonusu kaynakların sürdürülebilirlik, uyumsuzluk, siyasi etkiler gibi nedenlerle problemlili ve tartışmalı olduğuna da dikkat çekilmektedir (Harjanne & Korhonen, 2019). Yenilenebilir enerji kaynaklarının artan payı enerji pazarındaki değer zincirinde yer alan piyasa katılımcıları için başta risk unsuru olmak üzere, yeni zorlukları da beraberinde getirmektedir ( Hain vd. , 2018). Her ne kadar elektrik şebekeleri sektörler arasındaki sinerjiden faydalanırken bağlantılar nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerji kaynaklarından temin edilen enerjinin payını artırmakta olsa da (Pfeifer, 2018); depolama yenilenebilir enerji kaynakları kullanımında bir diğer zorluk olarak dile getirilmektedir (Trainer, 2017). Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalar her ne kadar her iki kaynak çeşidinin de ekonomik büyüme üzerindeki etkisini pozitif olarak saptamışsa da; yenilenemeyen enerji kaynaklarının artırıcı etkisini yenilenebilir kaynaklarla mukayese edildiğinde daha yüksek olarak tespit etmişlerdir (Adams vd. , 2018). Bununla birlikte %100 yenilenebilir enerji sistemlerine geçiş teknik ve kurumsal soruları da beraberinde getirmekte; akıllı enerji sistemleri, farklı enerji sistemleri ve farklı yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonunun maliyetlerde yaratacağı değişikliklerin yanısıra; %100 yenilenebilir kaynaklardan meydana getirilen simülasyonlar mevcut elektrik pazarının böyle bir dönüşümü finansal olarak destekleyebilir durumda olmadığını, gerek elektrik üretim maliyetlerinin gerekse toplam sistem maliyetlerinin yenilebilir kaynaklar için yenilenemeyen kaynaklardan daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır (Jakob vd. , 2018). Her ne kadar yenilenebilir enerji kaynak kullanımının milli gelir üzerinde olumlu etki yaratacağı düşünülse de Türkiye için yapılan araştırmalarda yenilenebilir kaynaklar enerji tüketimi ve milli gelir arasında bir nedensellik tespit edilememiş; bu durum toplam enerji tüketimi içerisinde yenilebilir enerji kaynaklarının payının düşüklüğü ile ilişkilendirilmiştir (Bulut & Muratoğlu, 2018). Yenilenebilir enerji kaynakları piyasasında beklenen ve istenilen başarının yakalanmasında bir diğer engel olarak açıklanan kalifiye insan kaynağının yetersizliğinin özellikle gelişmekte olan ülkelerde belirginleştiği, eğitim sistemi çıktıları ve sanayi talebi arasında uyumsuzluk olduğu ortaya konmuştur (Lucas vd. , 2018). Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimine geçişin bölgesel ekonomik etkilerini açıklamak için teknoloji gibi temel konuların, bölgesel etki değerlemesinin, istihdam oranları, tedarik zinciri analizleri, girdi-çıkıtı modelleri ve hesaplanabilir genel denge modelleri gibi uygulamalı etki değerlendirme metodlarının belirlenmesi gerekliliği vurgulanmıştır (Jenniches, 2018).

Dünya genelindeki hızlı nüfus artışına ve iktisadi büyümeye bağlı olarak enerji talebi de hızla artmaktadır. Enerji talebinin hızla arttığı alanlara dikkat edildiğinde özellikle üç alanın ön plana çıktığı anlaşılmaktadır. Bu alanlar elektrik, ısınma ve ulaşımdır. IEA elektrik ile ısınmada yenilenebilir kaynakların ve ulaşımda biyoyakıtların payını 2015 yılında sırasıyla %23, %9 ve %4 olarak tespit etmiş iken 2022 yılı için yaptığı projeksiyonlarda sözkonusu oranları sırasıyla %30, %11 ve %5 olarak güncellemiştir (IEA, 2018). Yenilenebilir bir kaynak olan biyokütlenin üretimi için toprak, su ve besinler gerekmekte böylece biyolojik kaynakların sürdürülebilir üretimi sağlanarak biyoenerji gibi katma değerli ürünlere dönüşüm mümkün olabilmektedir (Sanchez vd. , 2019). Biyokütle dönüşümü yakıt pillerinde kullanılmak üzere oksijensiz çürüme, metabolik işlemler, fermantasyon ve gazlaşma süreçlerini içeren tarım, orman, bazı konut ve sanayi çöplerinden yararlanan biyoyakıt ve biyolojik olarak üretilmiş gazların ayrıştırılmasını içermektedir (Archer & Wilckens, 2018).

2017 verileri ışığında dünya genelinde ülkelerin milyon ton eşdeğer petrol birimi (Mtoe) ile tüketim miktarları Çin 3105 Mtoe, ABD 2201 Mtoe, Hindistan 934 Mtoe, Rusya 744 Mtoe, Japonya 429 Mtoe, Almanya 314 Mtoe, Güney Kore 296 Mtoe, Brezilya 291 Mtoe, Kanada 287 Mtoe, İran 253 Mtoe, Fransa 243 Mtoe, Endonezya 240 Mtoe olarak gerçekleşirken aynı yıl üretim miktarları Çin 2499 Mtoe, ABD 2018 Mtoe, Rusya 1418 Mtoe, Suudi Arabistan 652 Mtoe, Hindistan 596 Mtoe, Kanada 504 Mtoe, Endonezya 429 Mtoe, İran 401 Mtoe, Avustralya 386

Mtoe, Brezilya 293 Mtoe, Nijerya 250 Mtoe, Birleşik Arap Emirlikleri 229 Mtoe olarak açıklanmıştır. Bu bilgiler ışığında dünya genelinde en yüksek enerji tüketimi 3105 Mtoe ile Çin'de gerçekleşmektedir. Çin'i 2201 Mtoe ile ABD izlemektedir. Çin ve ABD'yi ise 934 Mtoe ile Hindistan izlemektedir. Üretim değerleri incelendiğinde ise Çin ve ABD'nin yüksek üretim düzeyleri ile tüketimdeki gibi ilk iki sıradaki yerlerini korudukları görülmektedir. Bununla birlikte enerji tüketiminde Çin ve ABD'nin ardından üçüncü sırada yer alan Hindistan, üretimde beşinci sıraya yerleşmiştir (Enerdata, 2018, 2018b).

Yüksek hacimde enerji ticareti yapan ülkeler ise aşağıdaki tabloda sıralanmaktadır. Buna göre yüksek hacimde enerji ticareti yapan ilk üç ülke Çin, Japonya ve Hindistan'dır. ABD bu tabloda 6. sırada yer almaktadır. Türkiye ise 115 Mtoe ile 9. Sıradadır.

**Tablo 1. Enerji Ticaret Hacminin Ülkelere Göre Dağılımı (Mtoe) (2017)**

Çin	621	İtalya	125
Japonya	405	Fransa	120
Hindistan	336	Türkiye	115
Güney Kore	255	Tayvan	106
Almanya	211	İspanya	102
ABD	165	Tayland	74

**Kaynak:** Enerdata, 2018c.

Türkiye son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji elde etmeye yönelik yatırımlarını artırmış ve sahip olduğu potansiyeli değerlendirmeye yönelik altyapı, araştırma-geliştirme ve teknoloji yatırımlarına hız vermiştir. Türkiye'de özellikle rüzgar, güneş, jeotermal ve biyokütleden elektrik enerjisi elde edilmesine yönelik ciddi adımlar atılmış ve önemli kazanımlar elde edilmiştir. 2018 Haziran verileriyle Türkiye'nin 87.138,7 MW olarak hesaplanan elektrik enerjisi kurulu gücü içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı giderek artmaktadır (EMO, 2018). 2018 Haziran sonu açıklanan veriler incelendiğinde yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten tesislerin kurulu güç gelişimi 2015-2016-2017 yılları itibarıyla güneşte 248.8 MW, 832.5 MW, 3420 MW, biyokütleden 362.4 MW, 488.7 MW, 634.2 MW, jeotermalde 623.9 MW, 820.9 MW, 1063.7 MW, rüzgarda 4503.2 MW, 5751.3 MW ve 6516.2 MW olarak gerçekleşmiş olup, bunlar içerisinde güneş enerjisi kurulu gücünde yıllar itibarıyla dikkat çekici bir artış gözlenmektedir (YEGM, 2018). Türkiye'de 14.07.2018 Cumartesi günü tüketilen enerji miktarı 914.665 MWh, aynı gün gerçekleştirilen elektrik üretimi ise 937.626.020 kWh olup; sözkonusu elektrik üretiminin hangi enerji kaynaklarından ne miktarlarda elde edildiği ve aynı zamanda bu enerji kaynaklarının ithal ve yerli olarak dağılımı aşağıdaki tabloda gösterilmektedir (Enerji Atlası, 2018a, 2018b):

**Tablo 2. 14. 07. 2018 Türkiye Elektrik Üretimi (Kwh)**

İthal	Fosil	Doğalgaz	301.572.220	%32.16
Yerli	Yenilenebilir	Hidrolik	176.824.860	%18.86
İthal	Fosil	İthal Kömür	166.116.230	%17.72
Yerli	Fosil	Taş Kömürü ve Linyit	145.410.170	%15.51
Yerli	Yenilenebilir	Rüzgar	95.635.450	%10.20
Yerli	Yenilenebilir	Güneş*	24.558.770	%2.62
Yerli	Yenilenebilir	Jeotermal	16.498.810	%1.76
Yerli	Yenilenebilir	Biyogaz	6.392.810	%0.68
İthal	Fosil	Fuel-Oil ve Nafta	4.616.700	%0.49

\*Güneş enerjisi ile günlük elektrik üretimine, kurulu güç ve mevsimsel tahmin verileri dikkate alınarak lisanssız santrallerde ihtiyaç fazlası olarak üretildiği tahmin edilen 24.430.000 kWh ilave edilmiştir.

**Kaynak:** Enerji Atlası, 2018a.

**Tablo 3. 14. 07. 2018 Elektrik Üretiminde Yerlilik Oranı**

Yerli kaynaktan üretim	465.320.870	%49,63
İthal kaynaktan üretim	472.305.150	%50,37

**Kaynak:**Enerji Atlası, 2018a.

14 Temmuz 2018 tarihinde üretilen elektriğin %49.63'ü yerli, %50.37'ise ithal kaynaktan üretimle elde edilmiştir.

## **II.GÜNEŞ, RÜZGAR VE JEOTERMAL KAYNAK KULLANIMINDA TÜRKİYE VE DÜNYA VERİLERİ**

Ülkemizde 2017 yılı Ekim ayı ve öncesi 24 aylık dönemde lisanslı ve lisanssız güneş enerjisi santralleri ile gerçekleştirilen elektrik üretimi 119 GWh Ekim değerinin öncesinde Kasım ayından başlamak kaydıyla takip eden aylarda sırasıyla 26 GWh, 21 GWh, 20 GWh, 36 GWh, 55 GWh, 73 GWh, 82 GWh, 97 GWh, 127 GWh, 122 GWh, 123 GWh olarak gerçekleşirken, Ekim ayının ardından sırasıyla 100 GWh, 66 GWh, 75 GWh, 128 GWh, 159 GWh, 258 GWh, 230 GWh, 277 GWh, 326 GWh, 325 GWh, 332 GWh ve bir sonraki Ekim ayında ise 320 GWh olarak gerçekleşmiştir (Enerji Atlası, 2018b). 2014, 2015, 2016 ve 2017 yıllarında güneşten elde edilen yıllık enerji miktarları ise sırasıyla 17, 194, 1020, 2429 GWh olarak açıklanmıştır (Enerji Atlası, 2018b).

Ülkemizin güneş enerjisi potansiyeli yüksek olup son yıllarda güneşten elde edilen elektriğin toplam üretim içerisindeki payı artmaya başlamışsa da; güneşten elde edilen elektriğin toplam tüketim içerisindeki oranını gerek şebeke bağlantısının olmaması gerekse öz tüketiminin büyük bölümünü lisanssız üretimle karşılayan tesis sayısının fazla olması nedeniyle tam olarak hesaplamak zordur (Enerji Atlası, 2018b).

Dünyada güneş enerjisi kurulu gücüne ilişkin resmi istatistikler incelendiğinde ise hemen hemen bütün ülkelerde güneş enerjisinden elektrik elde edildiği görülmekle birlikte iki grup üretim özellikle dikkati çekmektedir (Enerji Atlası, 2018c):

- enterkonnekte sistemine bağlı olmayan of-grid santraller
- şebeke bağlantılı on-grid sistemler.

Dünya genelinde en fazla güneş enerji santraline sahip ülkeler (on-grid) ve kişi başına düşen güneş enerjisi santrali kurulu gücü incelendiğinde Çin 102.470 MW kurulu gücü ile dünya sıralamasında birinci olurken, kişi başına düşen güneş enerji santrali kurulu gücünde Almanya ilk sıraya yerleşmektedir. Dünyada güneş enerji santrali kurulu gücü Çin 102.470 MW (2017 Haziran güncellemesiyle), Japonya 42.750 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Almanya 42.710 MW (2017 Ekim güncellemesiyle), ABD 40.300 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), İtalya 19.279 MW(2016 Aralık güncellemesiyle), Birleşik Krallık 11.630 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Hindistan 9010 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Fransa 7130 MW(2016 Aralık güncellemesiyle), İspanya 6730 MW (2017 Temmuz güncellemesiyle), Avustralya 5900 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Güney Kore 4350 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Belçika 3422 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Kanada 2715 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Yunanistan 2610 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Türkiye 2246 MW (2017 Kasım güncellemesiyle), Tayland 2150 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Hollanda 2100 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Çekya 2080 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Şili 2053 MW(2017 Ağustos güncellemesiyle), Güney Afrika 1779 MW (2017 Eylül güncellemesiyle), İsviçre 1640 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Romanya 1330 MW (2016 Aralık güncellemesiyle),Avusturya 1077 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Bulgaristan 1043 MW (2016 Aralık güncellemesiyle),

Tayvan 1010 MW (güncelleme belirtilmemiş), Pakistan 1000 MW (güncelleme belirtilmemiş), İsrail 910 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Danimarka 900 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Filipinler 900 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Slovakya 545 MW (2017 Aralık güncellemesiyle), Portekiz 513 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Honduras 389 MW (güncelleme belirtilmemiş), Meksika 320 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Cezayir 300 MW (güncelleme belirtilmemiş), Macaristan 288 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Malezya 286 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Slovakya 259 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Polonya 196 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), İsveç 175 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Lüksemburg 123 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Malta 82 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Litvanya 80 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Kıbrıs Rum Kesimi 55 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Hırvatistan 50 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Norveç 27 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Makedonya 17 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Finlandiya 15 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Estonya 10 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), İrlanda 5 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Letonya 2 MW (2016 Aralık güncellemesiyle) olarak ölçülmüş olup kişi başına düşen kurulu güç ise Almanya 516 W, Japonya 337 W, İtalya 318 W, Belçika 301 W, Yunanistan 242 W, Avusturalya 240 W, Lüksemburg 208 W, Çekya 197 W, İsviçre 195 W, Malta 191 W, Birleşik Krallık 177 W, Danimarka 156 W, Bulgaristan 147 W, İspanya 145 W, Slovenya 125 W, ABD 124 W, Avusturya 122 W, Hollanda 122 W, Şili 112 W, Fransa 106 W, İsrail 104 W, Slovakya 100 W, Güney Kore 85 W, Kanada 74 W, Çin 74 W, Romanya 67 W, Kıbrıs Rum Kesimi 65 W, Portekiz 50 W, Honduras 44 W, Tayvan 43 W, Güney Afrika 31 W, Tayland 31 W, Macaristan 29 W, Litvanya 28 W, Türkiye 28 W, İsveç 17 W, Hırvatistan 12 W, Malezya 9 W, Filipinler 9 W, Makedonya 8 W, Estonya 8 W, Cezayir 7 W, Hindistan 7 W, Norveç 5 W, Polonya 5 W, Pakistan 5 W, Finlandiya 3 W, Meksika 3 W, İrlanda 1 W, Letonya 1 W olarak hesaplanmıştır (Enerji Atlası, 2018c).

Üç tarafı denizlerle çevrili olması itibarıyla açık deniz rüzgar çiftlikleri için oldukça elverişli bir konuma sahip olan Türkiye'nin enerji politikalarında bu konuya pek fazla yer verilmemiş olsa da Argın ve çalışma arkadaşları Bozcaada, Bandırma, Gökçeada, İnebolu ve Samandağ kıyı şeridini açık deniz rüzgar çiftlikleri kurulumu için uygun lokasyonlar olarak tesbit etmiş ve elde edilecek rüzgar gücü kapasitesini de 1,629 MW olarak tahmin etmişlerdir (Argın vd. , 2019). Derin sularda açık deniz rüzgar enerjisi tarlalarının kurulmasında izlenecek yol haritalarında inovasyon, inovasyonun idaresi ve geçerliliği, bilgi üretme, tecrübe, uzmanlaşma gibi konular üzerinde durularak daha gerçekçi beklentiler üzerine kurulmuş bir politika üretmek mümkün görünmektedir (Bento vd. , 2019). Rüzgar enerjisinde ticari anlamda elde edilen ilerlemeler rüzgarın yoğunluğu ve hızının yanısıra; çevresel risk ve maliyet unsurları ile de yakından ilişkilidir (Zheng vd. , 2019). Rüzgar enerjisinde yeni yaklaşımlar çerçevesinde geleneksel metodlara alternatif olarak önerilen yapay nöral ağlar öngörü ve tahmin, dizayn optimizasyonu, hata tespiti ve tanı ve optimal kontrol olmak üzere dört grupta incelenmektedir (Marugan vd. , 2018). 2000 yılında bu yana 17 adet rüzgar türbini ile elektrik üreten Bozcaada Rüzgar Enerjisi Santralinden sonra Türkiye'nin rüzgar hızının elektrik üretimine imkan verdiği bölgelerinde çok sayıda rüzgar enerjisi santrali faaliyete geçmiştir. Rüzgar enerjisinden faydalanmak ilk yıllarda türbin, kanat teknolojileri gibi unsurlar nedeniyle yüksek maliyet oluştursa da günümüzde geleneksel noktada teknolojik imkanlar sözkonusu maliyetleri makul düzeylere düşürmüştür ayrıca bu alanlarda yerli üretime de geçilmiştir.

2017 yılı Kasım Ayı (1112 Gwh) ve önceki 24 ayda yine kasım ayından başlamak suretiyle (995 Gwh) takip eden aylarda sırasıyla 1054 Gwh, 1259 Gwh, 1137 Gwh, 1248 Gwh, 816 Gwh, 923 Gwh, 1107 Gwh, 1797 Gwh, 1699 Gwh, 1314 Gwh, 1115 Gwh, 1339 Gwh, 1614 Gwh, 1632 Gwh, 1550 Gwh, 1359 Gwh, 983 Gwh, 1302 Gwh, 971 Gwh, 1977 Gwh, 2249 Gwh, 1060 Gwh, 1329 Gwh olarak elde edilen kayıtların yanısıra; 1998-2017 yılları arasında rüzgar enerjisinden üretilen elektrik ve rüzgar santrallerinden elde edilen elektriğin toplam tüketimi karşılama oranları sırasıyla 6GWh/0.005, 21GWh/0.02, 23GWh/0.03, 62GWh/0.05, 48GWh/0.04, 61GWh/0.04, 58GWh/0.04, 59GWh/0.04, 127GWh/0.07, 355GWh/0.19, 847GWh/0.43, 1495GWh/0.77, 2916GWh/1.39, 4724GWh/2.05, 5861GWh/2.42, 7558GWh/3.04, 8367GWh/3.25, 11652GWh/4.39, 15370GWh/5.59, 17716GWh/6.12 ve 14.07.2018 tarihi ile de 6.41 Gwh olarak ölçülmüş ve yıllar itibarıyla artan seyir izlemiştir (Enerji Atlası, 2018d).



Dünyada rüzgardan elektrik elde eden çok sayıda ülke vardır. Rüzgar enerjisinden elektrik elde eden başlıca ülkeler Çin 168.732 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), ABD 82.184 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Almanya 55.340 MW (2017 Ekim güncellemesiyle), Hindistan 28.700 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), İspanya 22.841 MW (2017 Temmuz güncellemesiyle), Birleşik Krallık 14.543 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Fransa 12.066 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Kanada 11.900 (2016 Aralık güncellemesiyle), Brezilya 10.740 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), İtalya 9.257 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), İsveç 6.520 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Türkiye 6.504 MW (2017 Kasım güncellemesiyle), Polonya 5.782 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Portekiz 5.316 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Danimarka 5.228 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Hollanda 4.328 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Avusturalya 4.327 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Meksika 3.527 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Japonya 3.234 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Romanya 3.028 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), İrlanda 2.830 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Avusturya 2.632 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Belçika 2.386 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Yunanistan 2.374 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Güney Afrika 1.583 MW (2017 Eylül güncellemesiyle), Finlandiya 1.539 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Şili 1.421 MW (2017 Ağustos güncellemesiyle), Uruguay 1.210 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Güney Kore 1.031 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Norveç 838 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Mısır 810 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Fas 787 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Tayvan 682 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Yeni Zelanda 623 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Pakistan 591 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Ukrayna 526 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Litvanya 493 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Hırvatistan 422 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Macaristan 329 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Etiyopya 324 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Estonya 310 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Kosta Rika 298 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Çekya 281 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Arjantin 279 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Panama 270 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Tunus 245 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Peru 241 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Tayland 223 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Filipinler 216 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Honduras 176 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Karayipler Bölgesi 164 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Kıbrıs Rum Kesimi 158 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Dominik Cumhuriyeti 135 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Ürdün 119 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), İsviçre 75 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Letonya 63 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Lüksemburg 58 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Makedonya 37 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Faroe Adaları 18 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Rusya 15 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Pasifik Adaları 13 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Sırbistan 10 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Belarus 3 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), İzlanda 3 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Slovakya 3 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Slovenya 3 MW (2016 Aralık güncellemesiyle) olarak ölçülmüş olup; kişi başına düşen kurulu güç ise Danimarka 908 W, Almanya 668 W, İsveç 647 W, İrlanda 595 W, Portekiz 516 W, İspanya 491 W, Faroe Adaları 358 W, Uruguay 346 W, Kanada 325 W, Avusturya 299 W, Finlandiya 279 W, ABD 252 W, Hollanda 252 W, Estonya 236 W, Birleşik Krallık 222 W, Yunanistan 220 W, Belçika 210 W, Kıbrıs Rum Kesimi 186 W, Fransa 180 W, Avusturalya 176 W, Litvanya 175 W, Norveç 159 W, Romanya 153 W, İtalya 153 W, Polonya 150 W, Yeni Zelanda 130 W, Çin 122 W, Hırvatistan 102 W, Lüksemburg 98 W, Türkiye 80 W, Şili 77 W, Panama 71 W, Kosta Rika 60 W, Brezilya 52 W, Macaristan 34 W, Letonya 33 W, Tayvan 29 W, Meksika 29 W, Güney Afrika 28 W, Çekya 27 W, Japonya 26 W, Fas 23 W, Hindistan 22 W, Tunus 22 W, Güney Kore 20 W, Honduras 20 W, Makedonya 18 W, Dominik Cumhuriyeti 13 W, Ukrayna 12 W, Ürdün 12 W, İsviçre 9 W, İzlanda 9 W, Mısır 9 W, Peru 8 W, Arjantin 6 W, Etiyopya 3 W, Tayland 3 W, Pakistan 3 W, Filipinler 2 W, Slovenya 1 W, Sırbistan 1 W, Slovakya 1 W, Belarus 0 W, Rusya 0 W olarak hesaplanmıştır (Enerji Atlası, 2018e).

Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde dünya genelinde popülaritesi artan jeotermal kaynakların suyunun sıcaklığı 50 derece ve üzerinde olanlar konut ve seraların ısıtılmasında, kaplıçalarda ve sıcak su hamamlarında, 60-180 derece arasında değişenler ise elektrik üretiminde kullanılmakta olduğu gözönünde bulundurulduğunda ülkemiz açısından önemli bir sonuç ortaya çıkmaktadır; elektrik ihtiyacının fazla olduğu Batı ve Kuzeybatı Anadolu'da yüksek

sıcaklıklı elektrik üretimine elverişli kaynaklar ve Orta ve Doğu Anadolu’da ise ısıtma amacıyla kullanıma elverişli düşük sıcaklıklı kaynaklar bulunmaktadır (Koçaslan, 2006:63, 64).

2017 Kasım 535 GWh ve önceki 24 aylık dönemde gerçekleşen aylık jeotermal elektrik üretimi istatistikleri kasım ayından başlamak suretiyle sırasıyla 370 GWh, 346 GWh, 397 GWh, 354 GWh, 419 GWh, 387 GWh, 398 GWh, 312 GWh, 334 GWh, 341 GWh, 348 GWh, 357 GWh, 386 GWh, 419 GWh, 452 GWh, 394 GWh, 435 GWh, 391 GWh, 399 GWh, 383 GWh, 364 GWh, 403 GWh, 455 GWh, 520 GWh olarak kaydedilmiş olup yıllık üretim değerleri ise 2009:436 GWh, 2010:668 GWh, 2011:694 GWh, 2012:899 GWh, 2013:1364 GWh, 2014:2252 GWh, 2015:3318 GWh, 2016:4214 GWh, 2017:3568 GWh olarak hesaplanmış jeotermal kaynaklardan elde edilen elektrik üretiminin toplam tüketimi karşılama oranları ise 2009/0.225 GWh, 2010/0.318 GWh, 2011/0.301 GWh, 2012/0.371 GWh, 2013/0.549 GWh, 2014/0.875 GWh, 2015/1.25 GWh, 2016/1.53 GWh, 14.07.2018 tarihi itibarıyla de 2.31 GWh olarak açıklanmıştır (Enerji Atlası, 2018f).

Dünyada çeşitli coğrafyalara dağılmış jeotermal kaynaklardan elektrik elde eden başlıca ülkeler ABD 3567 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Filipinler 1868 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Endonezya 1699 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Türkiye 1028 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Yeni Zelanda 980 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), İtalya 944 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Meksika 926 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Kenya 676 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), İzlanda 665 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Japonya 542 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), El Salvador 205 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Kosta Rika 204 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Nikaragua 109 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Rusya 97 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Papua Yeni Gine 56 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Guatemala 42 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Almanya 38 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Portekiz 29 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Çin 27 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Şili 24 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Etiyopya 8 MW (2016 Aralık güncellemesiyle), Avusturya 1 MW (2016 Aralık güncellemesiyle) olarak ölçülmüş olup kişi başına düşen kurulu güç ise İzlanda 1.933 W, Yeni zelanda 204 W, Kosta rika 41 W, El slvador 31 W, Filipinler 18 W, Nakiragua 17 W, İtalya 16 W, Kenya 14 W, Türkiye 13 W, ABD 11 W, Meksika 8 W, Papua yeni Gine 7 W, Endonezya 6 W, Japonya 4 W, Portekiz 3 W, Guatemala 3 W, Şili 1 W, Rusya 1 W, Almanya 0 W, Avusturya 0 W, Etiyopya 0 W, Çin 0 W olarak hesaplanmıştır (Enerji Atlası, 2018g).

## **SONUÇ VE DEĞERLENDİRME**

Tüm dünyada ve Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji üretimi ve tüketimi içerisindeki payı her geçen gün artmaktadır. Sanayileşme, büyüme ve hızla artan nüfus için gereken enerji talebini temiz, yerli ve güvenli şekilde temin etmek tüm hükümetlerin enerji politikalarının temel amacıdır. Dolayısıyla ihtiyaç duyulan enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesine yönelik düzenlemelere öncelik verilmiştir.

Fosil kaynaklar halihazırda enerji tüketiminde büyük paya sahiptir. Ancak bu kaynakların dünyadaki rezervleri sınırlıdır. Ayrıca sözkonusu kaynakların çevre üzerinde son derece olumsuz etkileri sözkonusudur. Bu etkileri azaltmak amacıyla uluslararası toplantılar düzenlenmekte, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılmasına yönelik uluslararası anlaşmalar imzalanmakta ve karbon emisyonunda ilk sırada yer alan ülkeler bu miktarları makul düzeylere çekme hususunda çeşitli taahhütlerde bulunmaktadır.

Bunların yanı sıra fosil kaynaklar dünya genelinde homojen bir coğrafi dağılım göstermemekle birlikte önemli rezervler genellikle siyasi istikrarsızlık gösteren bölgelerde yer almaktadır. Dolayısıyla bu kaynakların temininde enerji güvenliği ve arz güvenliği hususları önemli birer problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Sözkonusu istikrarsızlıklar bu kaynakların fiyatlarına da yansımakta; kaynak fiyatlarındaki dengesizlikler ithalatçı ülkelerin ödemeler dengesini olumsuz etkilemektedir.

İlk yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklardan enerji temini pahalı olmakla eleştirilmişse de günümüzde bu sorunun üstesinden büyük ölçüde gelinmiştir. Teknolojik gelişmeler yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji temini alanında da destek sağlamış; bu kaynaklardan enerji temini fiyatlaması makul düzeylere çekilmiş, bu yapı adeta kendi piyasasını oluşturmuş; sözkonusu sistemlere ait üretim artmış, parça maliyetleri düşmüş, amortisman süresi kısalmıştır. Günümüzde bu teknolojiler hanelerde kullanılabilir şekilde tasarlanmaktadır.

Ortaya atıldığı ilk yıllarda hibrid otomobiller uygulanamaz bulunmuş ise de günümüzde dünyanın önde gelen otomobil üreticilerinin piyasaya sürdüğü hibrid otomobillere artan ilgi trafikteki sayılarını artırmıştır. Bu sektördeki çalışmalar bir sonraki hedef olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına yoğunlaşmıştır. Güneş enerjisinden ve biyokütle enerjisinden faydalanan otomobil ve otobüslerin üretilmesine yönelik çalışmalar başlamıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının rekabet gücünün artması için gerek üretim gerekse tüketimde devlet desteği ve teşviklerif gerekmektedir. Gerek dünya genelinde gerekse Türkiye'de ihtiyaç duyulan enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından teminine ilişkin artan ilgiyi; yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji elde edilmesi alanında yasal düzenlemeler, devlet dairelerinde ilgili uygulamalar, fosil kaynak kullanımında farklı sektörlerde uygulanacak dünyada örnekleri de bulunan çeşitli kısıtlamalar ve teşvik ve sübvansiyonlar ile desteklemek sözkonusu kaynakların cazibesini artırmak anlamında faydalı olacaktır. Bütün bunlara ek olarak bu alanda bilgilendirme toplantılarının düzenlenmesi, kamu spotlarının oluşturulması ve yaygınlaştırılması, eğitim kurumlarında yenilenebilir kaynaklar ve bu kaynakların değerlendirilmesi hususunun vurgulandığı seminerler düzenlenmesi varolan bilincin gelişmesine ve yeni teknolojik gelişmelerin bu yollarla duyurulması da farkındalığın artmasına imkan sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

- Adams, S. ,Klobodu, E. K. M. & Apio, A. (2018). Renewable and Non-Renewable Energy, Regime Type and Economic Growth. *Renewable Energy*, 125, 755-767.
- Adeyanju, A. A. , Manohar, K. & Ramnath, A. (2018). Statistical Analysis of Electric Vehicle Adoption in Trinidad and Tobago. *Innov Ener Res*, 7(3), 1-23.
- Alldritt, D. & Hopwood, D. (2010). Renewable Energy In Scotland. *Renewable Energy Focus*, 11(3), 28-33.
- Andini, C. , Cabral, R. & Santos, J. E. (2019). The Macroeconomic Impact Of Renewable Electricity Power Generation Projects. *Renewable Energy*, 131, 1047-1059.
- Arantegui, R. L. (2019). Globalization In The Wind Energy Industry: Contribution and Economic Impact Of European Companies. *Renewable Energy*, 134, 612-628.
- Archer, S. A. & Wilckens, R. S. (2018). Systematic Analysis Of Biomass Derived Fuels For Fuel Cells. *International Journal of Hydrogen Energy*, 43(52), 23178-23192.
- Argin, M. , Yerci, V. , Erdoğan, N. , Küçüksarı, S. & Cali, U. (2019). Exploring The Offshore Wind Energy Potential Of Turkey Based On Multi-Criteria Site Selection. *Energy Strategy Reviews*, 23, 33-46.
- At Vallabh Vidyanagar, A. V. , Joshi, S. & Joshi, F. M. (2016). Role Of Solar Energy Applications In Developing Smartcities Of India. Conference Paper, Conference: Recent Advances in Computer Science & Technology.
- Aydın, M. (2019). Renewable and Non-Renewable Electricity Consumption–Economic Growth Nexus: Evidence From OECD Countries. *Renewable Energy*, In Press, Accepted Manuscript.
- Bento, N. & Fontes, M. (2019). Emergence Of Floating Offshore Wind Energy: Technology and Industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , 99, 66-82.
- Bosch, J. , Staffell, I. & Hawkes, A. D. (2018). Temporally Explicit and Spatially Resolved Global Offshore Wind Energy Potentials. *Energy*, 163, 766-781.

- Bulut, U. & Muratoğlu, G. (2018). Renewable Energy In Turkey: Great Potential, Low But Increasing Utilization, and An Empirical Analysis On Renewable Energy-Growth Nexus. *Energy Policy*, 123, 240-250.
- Eerens, H. & de Visser, E. (2008). Wind-energy potential in Europe 2020-2030. The European Topic Centre On Air and Climate Change (ETC/ACC) Technical Paper.
- Green, F. (2018). Anti-fossil Fuel Norm. *Climatic Change*, 150(1-2), 103–116.
- Hain, M., Schermeyer, H., Homburg, M. U. & Fichtner, W. (2018). Managing Renewable Energy Production Risk. *Journal of Banking & Finance*, 97, 1-19.
- Harjanne, A. & Korhonen, J. M. (2019). Abandoning The Concept Of Renewable Energy. *Energy Policy*, 127, 330-340.
- Higgins, P. & Foley, A. M. (2013). Review Of Offshore Wind Power Development In The United Kingdom. Conference Paper. Conference: Environment and Electrical Engineering (EEEIC).
- Higgins, P. & Foley, A. (2014) The Evolution Of Offshore Windpower In The United Kingdom. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 599-612.
- Hopke, J. & Hestres, L. E. (2017) Fossil Fuel Divestment and Climate Change Communication. Research presented at the 67th Annual Conference of the International Communication Association (ICA), San Diego, California.
- Hopkins, M. Li, Y. (2016). In Y. Zhou, W. Lazonick, Y. Sun (Eds.) The Rise of The Chinese Solar Photovoltaic Industry: Firms, Governments, and Global Competition. *China As an Innovation Nation* (pp.306-332). Oxford University Press.
- Jakob, S. D., Thellufsen, Z. & Sorknaes, P. (2018). The Electricity Market In A Renewable Energy System. *Energy*, 162, 148-157.
- Jenniches, S. (2018). Assessing The Regional Economic Impacts Of Renewable Energy Sources – A Literature Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 93, 35-51.
- Junginger, M., Agterbosch, S., Faaij, A. & Turkenburg, W. C. (2004). Renewable Electricity In The Netherlands. *Energy Policy*, 32(9):1053-1073.
- Kim, J., Park, S. Y. & Lee, J. (2018). Do People Really Want Renewable Energy? Who Wants Renewable Energy?: Discrete Choice Model Of Reference-Dependent Preference In South Korea. *Energy Policy*, 120, 761-770.
- Li, C., Negnevitsky, M., Wang, X., Yue, W. L. & Zou, X. (2019). Multi-Criteria Analysis Of Policies For Implementing Clean Energy Vehicles. *China Energy Policy*, 129, 826–840.
- Lin, B. & Chen, Y. (2019). Does Electricity Price Matter For Innovation In Renewable Energy Technologies In China? *Energy Economics*, 78, 259-266.
- Lucas, H., Pinnington, S. & Cabeza, L. F. (2018). Education and Training Gaps In The Renewable Energy Sector. *Solar Energy*, 173, 449-455.
- Maambo, H. (2017). Renewable Energy Electricity Generation In Scotland Using Energy PLAN, Technical Report, Heriot-Watt University.
- Marugan, A. P., Pedro, F., Marquez, P. G., Perez, J. M. P. & Hernandez, D. R. (2018). A Survey Of Artificial Neural Network In Wind Energy Systems. *Applied Energy*, 228, 1822-1836.
- Möhner, M. (2018). Driving Ban For Diesel-Powered Vehicles In Major Cities: An Appropriate Penalty For Exceeding The Limit Value For Nitrogen Dioxide? *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 91(4), 373–376.
- Munro, F. R. (2018). Renewable Energy and Transition-Periphery Dynamics In Scotland. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, In Press, Corrected Proof.
- Neves, T., Marcelo, S. & Santos, S. (2018). Renewable Energy and Politics: A Systematic Review and New Evidence. *Journal of Cleaner Production*, 192, 2018, 553-568.
- Patel, S. (2014). *Generation Of Vestas 8-MW Offshore Wind Prototype Begins*.
- Patel, S. (2017). Big Winds For Big Offshore Wind Turbines From Siemens, MHI Vestas. *Power*, 161(3).

- Pfeifer, A. ,Dobracev, V. , Pavlinek, L. , Krajacic, G. &Duic, N. , (2018). Integration Of Renewable Energy and Demand Response Technologies In Interconnected Energy Systems. *Energy*, 161, 447-455.
- Phillips, L. (2019). Solar Energy. In T. M. Letcher (Eds.) *Managing Global Warming. An Interface of Technology and Human Issues*(pp. 317-332). London, Academic Press.
- Pursiheimo, E. ,Holttinen, H. &Koljonen, T. (2018). Inter-Sectoral Effects Of High Renewable Energy Share In Global Energy System. *Renewable Energy*, In Press, Corrected Proof.
- Sanchez, J. , Curt, M. D. , Robert, N. &Fernandez, J. (2019). Chapter Two–Biomass Resources. In C. Lago, N. Caldés, Y. Lechón (Eds.) *The Role of Bioenergy in the Bioeconomy Resources, Technologies, Sustainability and Policy*(pp. 25-111). London, Academic Press.
- Shaddiq, S. (2013). Wind Turbin Energy As An Alternative Resource and Environmentally Friendly. Renewable Energy Conference Paper.
- Shravanth V. M. ,Vashista, G. A. , Jayaraman, S. &Ramasesha, S. (2017). Rail Coaches With Rooftop Solar Photovoltaic Systems: A Feasibility Study. *Energy*, 118:684-691.
- Shravanth, V. , Aravindan, M. , Balaji, V. &Arumugam, M. (2018). Status Of Solar Photovoltaic Systems In India. Conference Paper.
- Trainer, T. (2017). Some Problems In Storing Renewable Energy. *Energy Policy*, 110, 2017, 386-393.
- Wang, F. ,Yin, H. , &Li, S. (2010). China's Renewable Energy Policy: Commitments and Challenges. *Energy Policy*, 38(4),1872-1878.
- Zerrahn, A. , Schill, W. P. &Kempf, C. (2018). On The Economics Of Electrical Storage For Variable Renewable Energy Sources. *European Economic Review*, 108, 259-279.
- Zheng, C. , Xiao, Z. , Peng, Z. X. , Li, C. &Du, Z. (2018). Rezoning Global Offshore Wind Energy Resources. *Renewable Energy*, 129, Part A, 1-11.
- Enerdata (2018a). *Total Energy*. Retrieved January 1, 2018 (de indirildi) from the World Wide Web: worldconsumption.<https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html>
- Enerdata. (2018b). *Total Energy, World Energy Production*. Retrieved January 1, 2018 (de indirildi) from the World Wide Web: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-production.html>
- Enerdata. (2018c). *Total Energy, World Import Export Statistics*. Retrieved January 1, 2018 (de indirildi) from the World Wide Web: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-import-export-statistics.html>
- EMO. (2018). *Ekler*. Retrieved January 1, 2018 (de indirildi) from the World Wide Web: [http://www.emo.org.tr/ekler/89bb9e665db0b5a\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/89bb9e665db0b5a_ek.pdf)
- Enerji Atlası. (2018a). *Elektrik Tüketimi*. Retrieved January 1, 2018 (de indirildi) from the World Wide Web: [www.enerjiatlası.com/elektrik-tuketimi/](http://www.enerjiatlası.com/elektrik-tuketimi/)
- Enerji Atlası. (2018b). *Elektrik Üretimi*. Retrieved January 1, 2018 (de indirildi) from the World Wide Web: <http://www.enerjiatlası.com/elektrik-uretimi/>
- Enerji Atlası. (2018c). *Elektrik Üretimi, Güneş*. Retrieved January 1, 2018 (de indirildi) from the World Wide Web: <http://www.enerjiatlası.com/elektrik-uretimi/gunes>
- Enerji Atlası. (2018d). *Ülkelere Göre Güneş*. Retrieved January 1, 2018 (de indirildi) from the World Wide Web: <http://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-gunes-enerjisi.html>
- Enerji Atlası. (2018e). *Elektrik Üretimi, Rüzgar*. Retrieved January 1, 2018 (de indirildi) from the World Wide Web: <http://www.enerjiatlası.com/elektrik-uretimi/ruzgar>
- Enerji Atlası. (2018f). *Ülkelere Göre Rüzgar Enerjisi*. Retrieved January 1, 2018 (de indirildi) from the World Wide Web: <http://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-ruzgar-enerjisi.html>
- Enerji Atlası. (2018g). *Elektrik Üretimi, Jeotermal*. Retrieved January 1, 2018 (de indirildi) from the World Wide Web: <http://www.enerjiatlası.com/elektrik-uretimi/jeotermal>
- Enerji Atlası. (2018h). *Ülkelere Göre Jeotermal Enerji*. Retrieved January 1, 2018 (de indirildi)

- from the World Wide Web: <http://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-jeotermal-enerji.html>
- France Diplomatie. (2019). *French Foreign Policy, Climate, 2015 Paris Climate Conference*. Retrieved April 12, 2019 (de indirildi) from the World Wide Web: <https://www.diplomatie.gouv.fr/en/french-foreign-policy/climate/2015-paris-climate-conference-cop21/>
- IEA. (2018). *Renewables*. Retrieved January 1, 2018 (de indirildi) from the World Wide Web: <https://www.iea.org/topics/renewables/>
- IEA. (2019a). *Banning Diesel Petrol Cars Will Impose Vast Costs On Drivers*. Retrieved April 12, 2019 (de indirildi) from the World Wide Web: <https://iea.org.uk/media/banning-diesel-petrol-cars-will-impose-vast-costs-on-drivers/>
- IEA. (2019b). *Member Activities, Sweeden*. Retrieved April 12, 2019 (de indirildi) from the World Wide Web: <https://community.ieawind.org/about/member-activities/sweden>
- Institute for Energy Economics and Financial Analysis (2019). *April Is Shaping Up To Be Momentous In Transition From Coal To Renewables*. Retrieved April 12, 2019 (de indirildi) from the World Wide Web: [ieefa.org/ieefa-u-s-april-is-shaping-up-to-be-momentous-in-transition-from-coal-to-renewables/](http://ieefa.org/ieefa-u-s-april-is-shaping-up-to-be-momentous-in-transition-from-coal-to-renewables/)
- Kayseri OSB. (2019). *Kayseri OSB*. Retrieved April 12, 2019 (de indirildi) from the World Wide Web: <https://www.kayseriosb.org>
- Lasvegas Nevada. Gov. (2019). *Government Initiatives, Sustainability Resources*. Retrieved April 12, 2019 (de indirildi) from the World Wide Web: <https://lasvegasnevada.gov/Government/Initiatives/Sustainability/Sustainability-Resources?tab=0>
- Offshorewind Scotland. (2019). *Offshorewind Scotland*. Retrieved April 12, 2019 (de indirildi) from the World Wide Web: <https://www.offshorewindscotland.org.uk/>
- Schiphol. (2019). *Dutch Windpower*. Retrieved April 12, 2019 (de indirildi) from the World Wide Web: <https://www.schiphol.nl/en/schiphol-group/page/100-procent-dutch-wind-power/>
- YEGM. (2018). *Yenilenebilir*. Retrieved January 1, 2018 (de indirildi) from the World Wide Web: <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir.aspx>