



SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMADA YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ÖNEMİ: TÜRKİYE ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

THE IMPORTANCE OF RENEWABLE ENERGY IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT: AN ASSESSMENT ON TURKEY

Müdrke ÖNAL¹

Öz

Sürdürülebilir çevre ve temiz enerji sürdürülebilir kalkınmanın önemli iki sütununu oluşturmaktadır. Günümüzde enerji, fosil yakıtlardan ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Son yıllarda temiz enerji için yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar dünya genelinde artış göstermiştir. Buna rağmen hali hazırda üretimin büyük kısmında fosil yakıtların payı bulunmaktadır. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynağı potansiyelini değerlendirmeye yönelik yatırımlar ve çalışmalar son yıllarda artarak devam etmektedir. Bu çalışmada Türkiye’nin yenilenebilir enerjide mevcut durumu veriler ışığında yorumlanarak bir değerlendirme yapılmıştır. Türkiye’nin potansiyelini değerlendirmede yetersiz kaldığını söylemek mümkündür. Hem enerjide dışa bağımlılığını azaltarak hem de doğasını koruyarak sürdürülebilir bir kalkınma sağlamak için Türkiye’nin, bu potansiyelini daha fazla kullanması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Sürdürülebilir Kalkınma, Türkiye.

Jel Kodlar: Q01, Q40, Q42

Abstract

Sustainable environment and clean energy constitute two important pillars of sustainable development. Today, energy is obtained from fossil fuels and renewable energy sources. In recent years, investments in renewable energy sources for clean energy have increased worldwide. Despite this, fossil fuels still have a large share in production. Turkey's investments and projects on assessing the potential of renewable energy sources continues to rise in recent years. By employing the recent data, Turkey's current situation in renewable energy is discussed in this paper. It could be argued that Turkey has not been sufficiently used its potential of renewable energy. Turkey should make more use of this potential for both reducing its dependency on foreign energy sources and preserving its environment whilst ensuring a sustainable development.

Keywords: Energy, Renewable Energy Sources, Sustainable Development, Turkey

Jel Codes: Q01, Q40, Q42

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Avrupa Birliği ve Uluslararası Ekonomik İlişkiler ABD, AB Ekonomi- Maliye Programı. E-Posta: onalmudrike@gmail.com, ORCID:

1. Giriş

Ekonomik kalkınma, çıktı dağılımı ve ekonomi yapısındaki değişikliklerin bir arada yer alması ile bir ülkenin üretimindeki artış veya kişi başına gelir ile ölçülen ekonomik büyümeden ayrılmaktadır (Nafziger, 2005:15). Kalkınma kavramı, bireylere ulaşan mal ve hizmetlerin kalitesi, yüksek gelir ve bu gelirin eşit dağılımı, ekonomik ve sosyal tercihlerin özgürce verilmesi ile yakından ilişkilidir. Bu çerçevede kalkınma bir toplumun yalnızca ekonomik değil, sosyal ve kültürel olarak da gelişimini ifade etmektedir. Ekonomik büyümeye önem veren ülkeler, kalkınmalarını hızlı üretime dayandırarak gerçekleştirmiş ancak 1970'lere kadar izlenen hızlı üretime dayalı politikaların sonucunda ortaya çıkan sorunlar -çevresel, sosyal ve ekonomik-, ülkelerin dengeli politikalar izlemesini zorunlu kılmıştır. Bu yıllardan itibaren etkisi daha fazla hissedilmeye başlayan çevresel olaylar ile ülkelerin ekonomik gündeminin eksenini "büyüme" başlıklı politikalarından, sürdürülebilir kalkınmaya dönük çözümlere kaymıştır.

İlk kez 1980'li yıllarda kullanılmaya başlanan sürdürülebilir kalkınma kavramının temelinde "gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama olanakları ellerinden alınmadan şimdiki neslin ihtiyaçlarının karşılanabilmesi" (Brundtland Raporu, 1987) düşüncesi yatmaktadır. Ekonomi, toplum ve çevre olmak üzere üç bileşenden oluşan sürdürülebilir kalkınma, ekonomik ve toplumsal gelişme sürecinde çevrenin gözetilmesi prensibine dayanmaktadır: İhtiyaçları karşılayan üretim, doğal kaynakları tüketmeden ve çevreye zarar vermeden gerçekleştirilirken üretim sürecine toplumun her kesiminden bireyin katılma hakkının gözetilmesi ve yine bu üretimin toplumun her kesimine eşit ve adil bir şekilde ulaştırılmasıdır. Bu bağlamda ihtiyaçların karşılanması için gereken üretimin en kritik bileşeni enerji olmuştur. Çevre politikalarının üretim modellerine dahil edilmemesi, enerji üretiminin günümüze kadar büyük oranda başta petrol, doğal gaz ve kömür olmak üzere doğal kaynaklardan (fosil yakıtlardan) gerçekleştirilmesine yol açmıştır.

Fosil yakıtlar, yenilenemeyen ve yakılması sonucunda ortaya çıkan sera gazı ile çevreye zararı yüksek olan enerji kaynaklarıdır. Dünya çapında enerji sistemlerinin fosil yakıtlardan üretime dayandırılmış olması, hızla artan dünya nüfusu ve gelişen teknoloji ile bir araya gelerek küresel çevre sorununu dönüşü olmayan bir noktaya taşımıştır. Bu soruna karşın enerji arzında bir dönüşüm sürecine girilmiştir. Son yıllarda çevresel sorunlara dikkat çekilmesi, fosil yakıtların kullanımının azaltılması ve çevreye verilen zararı düşük seviyelerde tutarak enerji üretiminin bir alternatifini oluşturan yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş yönünde adımlar atılmaktadır. Buna istinaden Türkiye'nin de içinde bulunduğu çok sayıda ülkede 'yenilenebilir' enerji ile 'sürdürülebilir' kalkınmaya geçiş için çalışmalar

yürütölmektedir. Uluslararası alanda yürütölen bu çalışmalar ile yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji arzında ilerleme kaydedilmiştir. Buna rağmen fosil yakıtlar, enerji üretiminde ilk sırada yer almaya devam etmektedir. Mevcut enerji sisteminin yerleşik olması ve geçiş sürecinin bir anda gerçekteşiril(e)memesi hem Türkiye hem de dünya için yenilenebilir enerjinin ‘yedek’ enerji kaynağı olmasına yol açmaktadır. Bu nedenle yenilenebilir enerjinin sunduğu temiz, ekonomik ve güvenilir enerjiye ulaşım alternatifinin aksine sürdürülebilir kalkınmadan uzak bir noktada bulunduğunu söylemek mümkündür.

Makalenin devamında kalkınma, sürdürülebilir kalkınma ve yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki ilişkinin araştırıldığı literatür çalışmalarına yer verilmiş; bu bağlamda enerji talebini karşılamanın alternatif bir yolu olan yenilebilir enerji kaynaklarının kalkınmayı sürdürülebilir kılmasındaki öneminin altyapısı oluşturulmuştur. Ardından çalışmaya alınan yenilenebilir enerji kaynaklarının tamamı için kesin verilerin 2018 yılına kadar olması sebebi ile 2000-2018 yılı arasında Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinden gerçekteşirdiği enerji üretimi ve bu kaynakların kurulu gücü bağlamında kat edilen yola değinilmiştir. Dördüncü başlıkta yenilenebilir enerjide kayda değer bir noktaya ulaşmış Türkiye’nin mevcut potansiyelini daha fazla değerlendirebilecek noktada bulunmasına istinaden uzun vadeli ve kapsamlı politikalar ile yenilenebilir enerji potansiyelini daha etkili değerlendirmesinin Türkiye ekonomisinde yer alan iki soruna cevap niteliği taşımına yer verilmiştir.

Çalışmanın amacı, Türkiye’nin yenilenebilir enerji potansiyelini ve bu potansiyelin mevcut durumunu veriler işığında ele alarak gelecek senaryosunda yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla yer vermesinin sürdürülebilir kalkınması açısından önemini değerlendirmektir.

2. Literatür İncelemesi

İktisat politikalarının ekolojik kaygıları içermesinin önemini vurgulayan Goodland ve Ledec (1987), çalışmalarında neo-klasik teoriyi ve kalkınma politikası uygulamalarını ekolojik kaygıları içermediği veya önemsemediği noktada eleştirmişlerdir. Ekolojik olarak sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin bazılarını ana hatlarıyla ağıklamış ve istikrarlı devlet politikasının doğal kaynak tüketimindeki büyüme sınırlarını içeren ekonomik planlar ile bir araya getirilerek kullanılabileceğini savunmuşlardır. GSYİH’nin kalkınmanın bir ölçüsü olarak kullanılması, bir ülkenin doğal kaynaklarını fevri kullanmasına yol açmaktadır. Naidu (1996), çalışmasını Hindistan verilerini SWOT analizinde kullanarak gerçekteşirmiş ve yenilenebilir enerjiyi sürdürülebilir bir kalkınma programına uyarlama olanaklarını

tartışmıştır. Beklentileri sektörel bazda analiz ederek alternatif enerjilere kademeli geçişi hedefleyen politikaları ve stratejileri paylaşmıştır. Çevreye duyarlı bir kalkınma yolunu tercih eden Hindistan'ın, sürdürülebilir kalkınmayı amaçlayan yenilenebilir enerji hareketinde önemli bir rol üstleneceğini ön görmüştür.

Yenilenebilir enerji kaynakları ve kullanımı, sürdürülebilir kalkınma ile yakından ilişkilidir. Sürdürülebilir kalkınmayı amaçlayan ülkelerin sürdürülebilir enerji kaynaklarını keşfetmeye yönelik çabalarının önemini vurgulayan Dinçer (2000), sürdürülebilir kalkınma ve bugün sahip olunan çevre sorunlarına çözüm bulmak için uzun vadeli potansiyel eylemlerin gerekliliğine değinmiştir. Sürdürülebilir kalkınma ve yenilenebilir enerji konularını mevcut ve gelecek bakış açısı ile inceleyerek yenilenebilir enerji kaynaklarının en verimli ve etkili çözümlerden biri olduğu sonucuna ulaşmıştır. Enerji, refah ve ekonomik kalkınma anlamında kayda değer bir faktörü oluşturmakta ve bu durum neredeyse tüm dünya tarafından kabul görmektedir. Enerjinin önemini bu şekilde değerlendiren Kaygusuz ve Kaygusuz (2002), çalışmalarını Türkiye örneği üzerinde gerçekleştirmişlerdir. Yenilenebilir enerjinin nükleer ve fosil yakıtlar ile ilişkili ortaya çıkan çevresel ve sosyal sorunların çoğuna çözüm sunduğu, verilerin ışığında Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları için önemli bir potansiyele sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımı her zaman ülkenin potansiyeli alakalı olmamaktadır. Bir ülke yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zengin olsa da yetersiz altyapıya sahip olması sebebiyle mevcut potansiyelini kullanamama sorunuyla karşılaşabilmektedir. Bugaje (2006), Afrika'da yaşanan enerji sıkıntısını ele alarak bölgenin yenilenebilir enerji kaynaklarını Güney Afrika, Mısır, Nijerya ve Mali üzerinden değerlendirmiştir. Bu ülkelerin ulusal enerji politikalarını analiz etmiş, sürdürülebilirliği sağlamak için gerekli noktaları ele almıştır. Kıtada yer alan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılabilmesi için uygun altyapı sağlanır ve bu altyapı beceriyle desteklenir ise bölgenin enerji üretimini karşılayabilecek tüm potansiyele sahip olduğu sonucuna varmıştır. Ekonomik ve güvenilir enerjiye ulaşılabilirlik, sürdürülebilir kalkınma için bir ön koşuldur. Oyedepo (2014), Nijerya'nın yenilenebilir enerji kaynakları ve fosil yakıtlar açısından zengin olmakla birlikte ülkenin yenilenebilir kaynaklarını verimli kullanmakta yetersiz kaldığını vurgulamıştır. Tükenmeyen enerji kaynakları teknolojilerinin özellikle kırsal topluluklar için dağıtılmış enerji (decentralized energy) şeklinde kullanılmasının, petrol tüketiminin azalmasına yol açacağına ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teşviklerin yanı sıra arz güvenliğini artırmaya yönelik altyapıların da kurulması gerektiğine değinmiştir.

Enerji ihtıyacının tamamının yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmasının mümkün olup olmadığına ilişkin bir çalışma Lund (2007) tarafından yapılmıştır. Sürdürülebilir bir kalkınma için strateji oluşturulmasında yenilenebilir enerjinin (rüzgâr, biyokütle, dalga ve güneş) bakış açısını tartıştığı makalesinde örneklem olarak Danimarka'yı seçmiştir. Bu perspektife yönelik stratejilerin üç teknolojik değişikliği içerdiğini ortaya koymuştur; enerji arzında verimlilik artışı, enerji talebi tarafında enerji tasarrufu ve fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı. Enerji sistemlerini %100 yenilenebilir enerji sistemine entegre etmek için sunduğu bakış açısı ile entegrasyonun gerçekleşebileceği sonucuna varmıştır.

Sürdürülebilir kalkınma için olumsuz toplumsal etkilere sahip olmayan temiz, yenilenebilir ve ekonomik yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir yollarla tedarik edilmesi gerekmektedir. Kothari, Tyagi ve Pathak (2010), çalışmalarında enerjinin sürdürülebilir kalkınma için kilit bir öneme sahip olduğunu vurgulamışlardır. Sürdürülebilir enerji kaynakları arasında yer alan biyokütle yakıtlar ve atıkların hidrojen, biyogaz, biyoalkol gibi enerji formlarına dönüştürülebileceğine değinerek sürdürülebilir enerji teknolojilerini, atıktan enerjiye teknolojileri ile incelemiştirler. Fosil yakıt yerine atıktan enerjiye teknolojilerinin (WTE) yüksek enerji potansiyeli taşıdığı ve bu teknolojilere yönelik araştırma geliştirme çalışmalarına ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır.

3. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji

Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili çalışmalar hem Türkiye’de hem de dünyada hızla ilerlemektedir. Küresel ısınma, asit yağmurları gibi çevresel sorunların gerçekliğinin artması ülkeleri, enerji üretimine yönelik yeni çalışmalara itmiştir. Türkiye, coğrafi konumu itibariyle yenilenebilir enerji kaynakları açısından potansiyeli yüksek bir ülkedir. Bu noktada yenilenebilir enerji kaynaklarının her biri için potansiyeline ve bu potansiyelin ne kadarının değerlendirildiğine bakılması gereklidir. Türkiye’nin başlıca yenilenebilir enerji kaynakları arasında rüzgâr, güneş, hidroelektrik, jeotermal ve biokütle yer almaktadır.

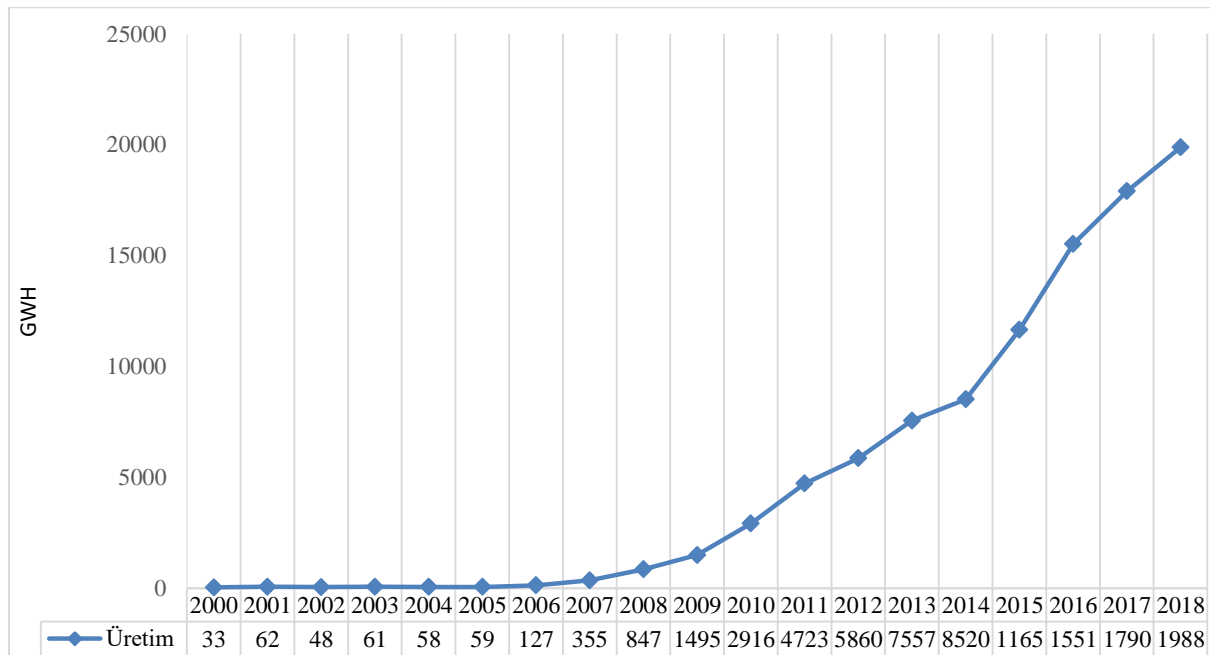
3.1. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr, hareket halindeki havanın yarattığı kinetik enerjiyi kullanarak elektrik üretmek için kullanılmaktadır. Rüzgâr türbinleri/rüzgâr enerjisi dönüşüm sistemleri kullanılarak kinetik enerji, elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Türbinin bıçaklarının uzunluğu ve türbinin büyüklüğüne göre rüzgârdan toplanabilecek güç miktarı değişiklik

göstermektedir. Teorik olarak rüzgâr hızı ikiye katlandığında rüzgâr enerjisi potansiyeli sekiz kat artmaktadır. Yeni rüzgâr enerjisi projeleri, karada yaklaşık 2 MW (megawatts) ve açık denizde 3-5 MW türbin kapasitesine sahiptir. En hızlı büyüyen yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan rüzgâr enerjisine yapılan yatırımlar dünya çapında öne çıkmaktadır. En gelişmiş ve verimli yenilenebilir enerji kaynağı olma özelliğine sahip rüzgâr enerjisinden elektrik üretiminde Çin, ABD, Almanya, Hindistan ve İspanya ilk beşte yer almaktadır (WWEA, 2018).

Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyeli 48.000 MW (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2018) iken bu potansiyelin büyük kısmı Marmara ve Ege Bölgelerinde bulunmaktadır. 2018 yılında rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi, bölgelere göre sırasıyla şu şekilde gerçekleşti: %38,43 Ege, %33,3 Marmara, %13,52 Akdeniz, %9,86 İç Anadolu, %3,70 Karadeniz ve %1,26 Güneydoğu Anadolu. TÜREB Raporuna göre 2018 yılı itibariyle 198 rüzgâr santralının 18'i inşa halinde, 180'i üretimde; 54'ü lisanslı, 100'ü ön lisanslıdır. İnşa aşamasında olanlar lisanslı kurulu güce henüz ulaşamamışlardır.

Grafik 1. Türkiye'nin Rüzgâr Enerjisinden Enerji Üretimi (2000-2018, GWh)



Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)².

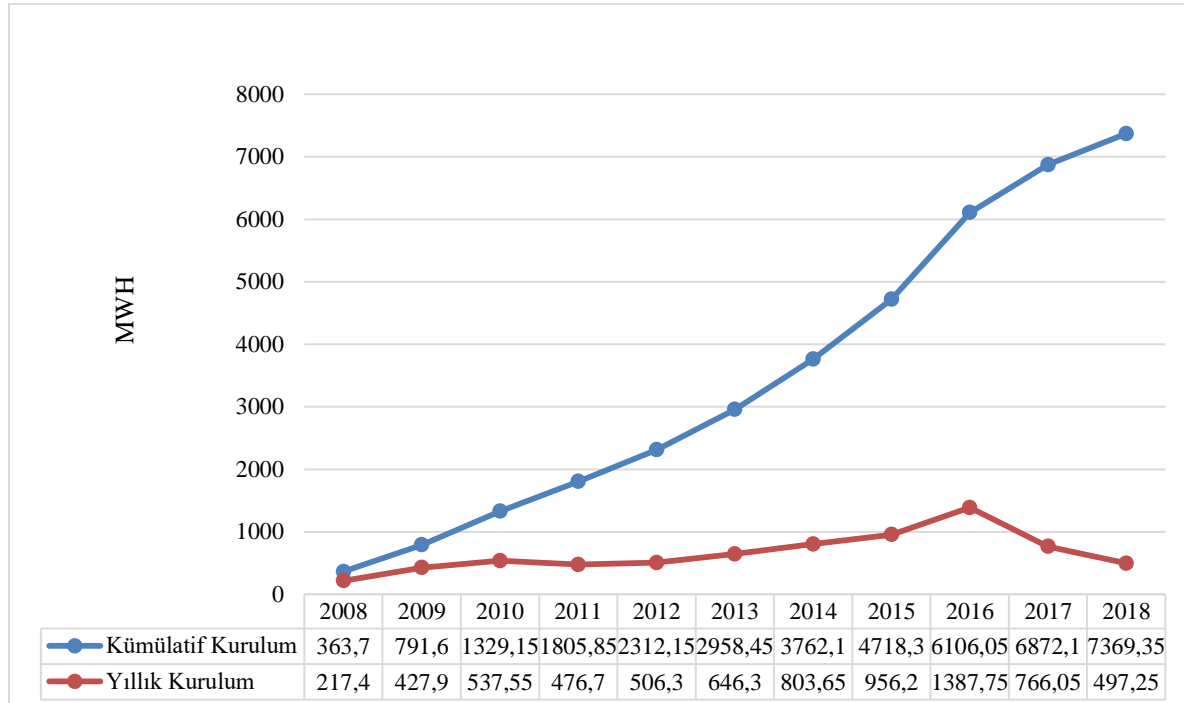
Türkiye'de 2000- 2018 yılları arasında rüzgâr enerjisinden elektrik üretiminin yer aldığı Grafik 1'de rüzgâr enerjisine yapılan yatırımın yıllar içerisinde artış trendinde olduğu görülmektedir. 2000'de 33 GWh (gigawatts-hours) olan üretim, 2018'de 19,882 GWh olmuştur. Artış trendi umut verici olmakla birlikte Türkiye, sahip olduğu potansiyelin

² Uluslararası Enerji Ajansı Resmi İnternet Sitesi, Türkiye Sayfası, <https://www.iea.org/countries/turkey>

tamamını kullanamamaktadır. Bu durumun başlıca sebepleri; rüzgâr enerjisinin ilk kurulum maliyetlerinin masraflı olması -işletilmesi ve bakımı az maliyetlidir- ve ileri teknoloji konularında Türkiye'nin sıkıntılarının devam ediyor olmasıdır.

Rüzgâr enerji santrallerinin enerji üretimindeki ortalama payı 2018 yılı için ortalama %6,78 olarak gerçekleşmiştir (EPİAŞ, 2019). Rüzgâr enerjisi çevreye zarar vermeden bir enerji üretme kaynağı olmasının yanı sıra gürültü oluşturması, kuşlar için tehlike yaratması ve radyo-TV yayınlarıyla etkileşimi gibi dezavantajlara sahiptir. Çevre kirliliğinin önüne geçme imkânı sunması, tükenmeyen bir kaynak olması ve mevcut potansiyelin yüksek olması, bu alana yönelik yatırımların artırılması için gerekli sebepleri oluşturmaktadır.

Grafik 2. Türkiye Rüzgâr Enerjisi Santralleri Yıllık ve Kümülatif Kurulumu (2008-2018)



Kaynak: TÜREB Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu, 2019.³

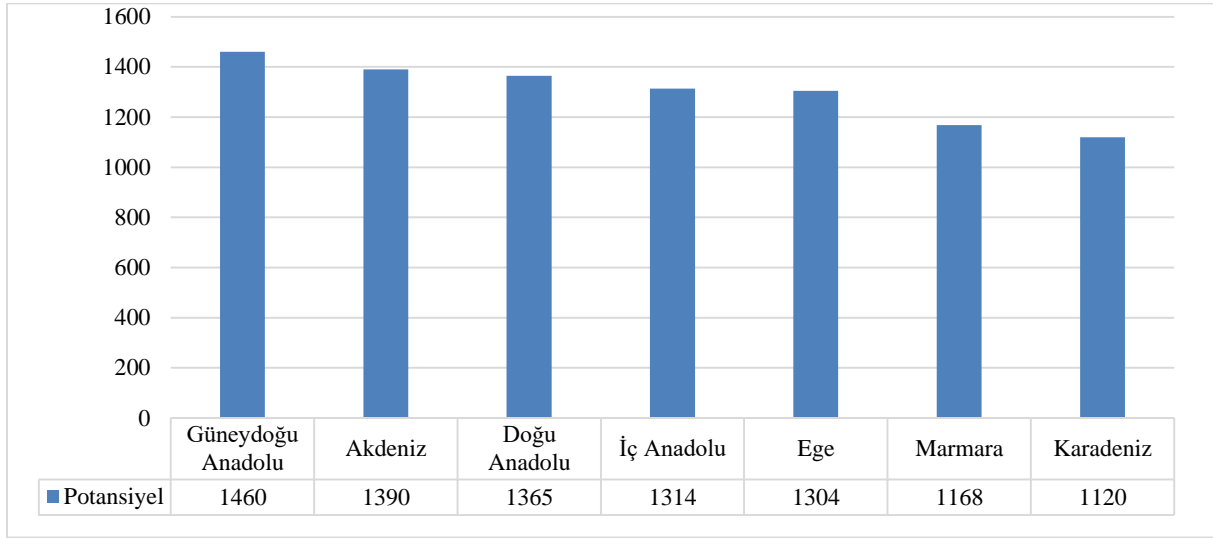
3.2. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, bir diğer yenilenebilir enerji kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Güneş enerjisi teknolojileri, aktif ve pasif olmak üzere iki alt başlığa ayrılmaktadır. Aktif güneş enerjisi teknolojisi güneş ışınımının toplanarak ısı ve elektrik gücüne dönüştürülmesi için kullanılırken; pasif teknoloji, ışık/ısı enerjisinin/enerjinin başka bir güce dönüşmeden güneş enerjisi toplama prensibini içerir. Aktif güneş enerjisi teknolojisi olan fotovoltaik (PV)

³ TÜREB Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu, 2019 Temmuz, https://www.tureb.com.tr/files/bilgi_bankasi/turkiye_res_durumu/istatistik_raporu_temmuz_2019.pdf

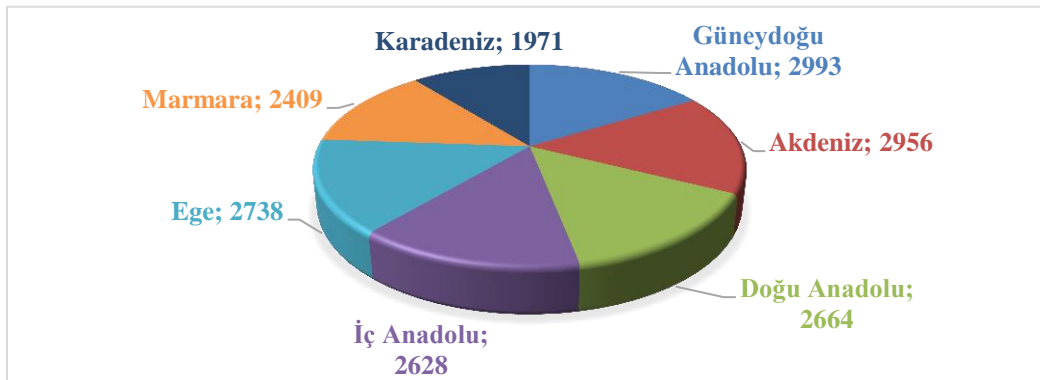
teknoloji, PV hücreleri/panelleri ile direkt güneş ışınlarının toplandığı ve elektriğe dönüştürüldüğü sistemdir. Güneş enerjisi hem elektrik üretiminde hem de ısınmada kullanılabilir. Türkiye, güneşlenme süresi bakımından şanslı bir ülkedir; yıllık toplam 2640 saat güneşlenme süresi ve 110 günlük güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Bu noktada gerekli yatırımların yapılması ile Türkiye'nin yıllık ortalama 1315 kWh/m² güneş enerjisi üretme imkânı bulunmaktadır. Türkiye'nin bölgelere göre güneş enerjisi potansiyeli ve yıllık güneşlenme süresi, Grafik 3 ve Grafik 4 ile gösterilmektedir.

Grafik 3. Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı



Kaynak: TÜBA Güneş Enerjisi Teknolojileri Raporu, 2018 (kWh/m²-yıl).⁴

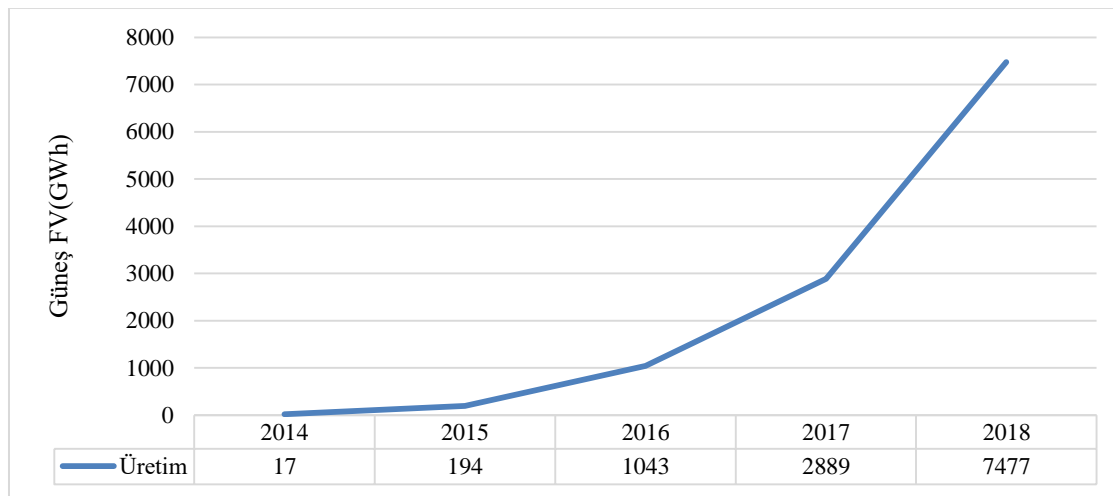
Grafik 4. Bölgelere Göre Yıllık Toplam Güneşlenme Süresi (h/yıl).



Kaynak: TÜBA Güneş Enerjisi Teknolojileri Raporu, 2018.

Türkiye, güneş enerjisinden enerji üretimine 2014 yılında başlamıştır. Rüzgâr enerjisi gibi güneş enerjisinden elektrik üretimi de yıl bazında artış göstermektedir. Solar Power Europe verilerine göre Türkiye 2018 yılında yeni güneş enerjisi kurulum gücünün önceki yıla göre değişimi sıralamasında ilk 10'da yer almaktadır: Çin 44,4, ABD 10,6, Hindistan 8,3, Japonya 6,6, Avustralya 5,3, Almanya 2,9, Meksika 2,8, Güney Kore 2, Türkiye 1,6 ve Danimarka 1,5 gigawatts. Grafikte yer alan verilerin ışığında 2017- 2018 yılları arasında yaşanan değişim, Türkiye'nin bu sıralamada bulunmasını şaşırtıcı kılmamaktadır. Güneş enerjisi potansiyeli ve güneş enerjisinden enerji üretimi verileri birlikte değerlendirildiğinde ise daha fazla atılıma ihtiyaç olduğu açıktır.

Grafik 5. Türkiye'nin Güneş Enerjisinden Enerji Üretimi (2014-2018)



Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA).

3.3. Hidroelektrik (Hidrolik) Enerji

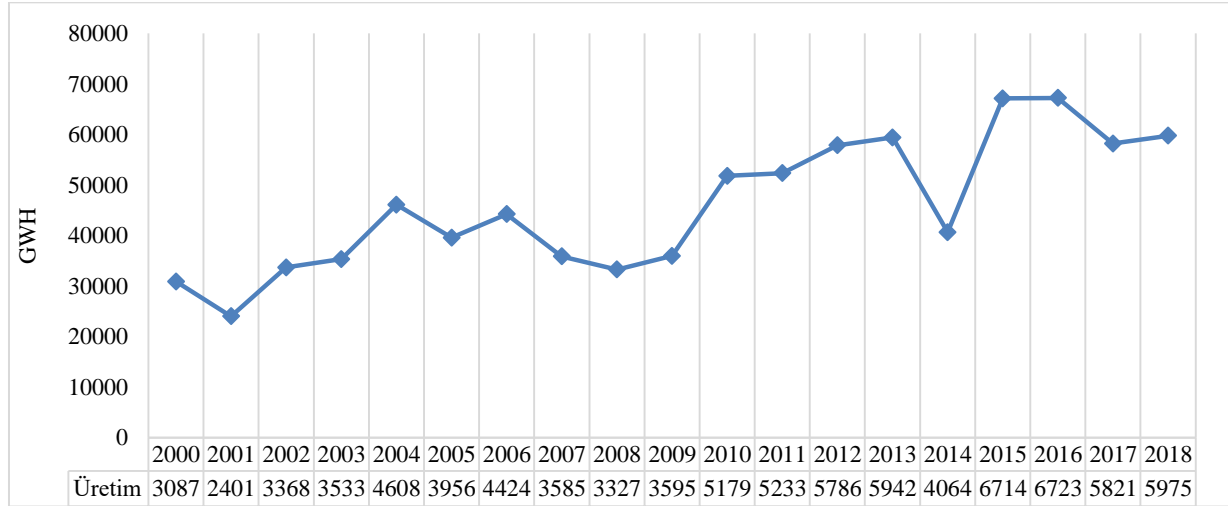
Hidrolik enerji, yenilenebilir enerji kaynakları arasında teknolojik gelişmişliği en fazla olanıdır. Enerji üretimi, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile gerçekleşmektedir. Hidroelektrik santral çeşitleri; akarsu, pompalama ve su tutma tesisleri şeklindedir. Santrallerin suyun akış hızının yüksek olduğu yerlere kurulması, verimlilik açısından tercih sebebi olmalıdır. Hidroelektrik enerji tesislerinde akarsu canlıları için tehlike oluşturmamak adına oksijen seviyesini dengede tutan havalandırma sistemleri kullanılmalıdır. Hidroelektrik enerji santrallerinin uzun ömürlü olması, bakım giderlerinin görece düşük olması ve yakıt maliyetinin olmaması hidrolik enerjiyi avantajlı bir konuma taşımaktadır.

Hidroelektrik enerji Türkiye'de en fazla gelişme gösteren yenilenebilir enerji kaynağı olmasının yanında enerji üretiminde de diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla en yüksek paya sahiptir. Türkiye su kaynakları açısından şanslı bir ülke olmamakla birlikte hidroelektrik enerji açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu anlamda Avrupa ülkeleri

arasında Rusya'dan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Brüt hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh/yıl, değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyeli 216 milyar kWh/yıl ve ekonomik olarak geliştirilen potansiyeli ise 158 milyar kWh/yıl şeklindedir (DSİ,2018).

Türkiye'nin su gücünden elektrik üretme hikayesi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla daha eskiye dayanmaktadır. Grafikte 2000-2018 yılları arasında gerçekleşen hidrolik enerji üretimi yer almaktadır. Hidrolik enerjinin dezavantajlarından biri olan yıllık yağış miktarlarına bağlı olarak yıllık üretimde dalgalanmalar meydana gelmektedir.

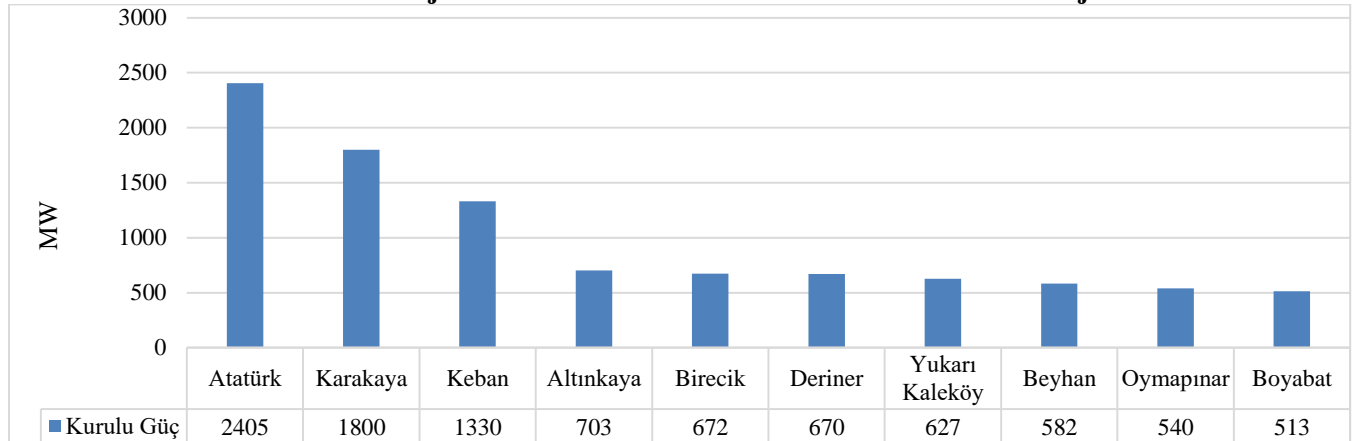
Grafik 6. Hidroelektrik Santrallerinden Yıllık Enerji Üretimi



Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA).

Grafik 7'de görüldüğü üzere Türkiye hidrolik enerji potansiyelinin büyük kısmı Atatürk, Keban, Altınkaya ve Karakaya barajlarında değerlendirilmektedir. Grafikte yer alan barajlara ek olarak 500 MW ve üstünde kurulu güç sağlayacak ve inşası devam eden barajlar ise şu şekildedir: Ilısu (Mardin) 1200 MW, Yusufeli (Artvin) 558 MW, Çetin (Siirt) 517 MW ve Aşağı Kaleköy (Bingöl) 500 MW Barajı. Türkiye'nin 2019 Eylül ayı itibarıyla 669 tane (lisanslı-lisanssız) hidrolik santralleri bulunmaktadır (ETKB, 2019).

Grafik 7. Hidrolik Enerji Üretiminde Kurulu Gücü En Yüksek 10 Baraj



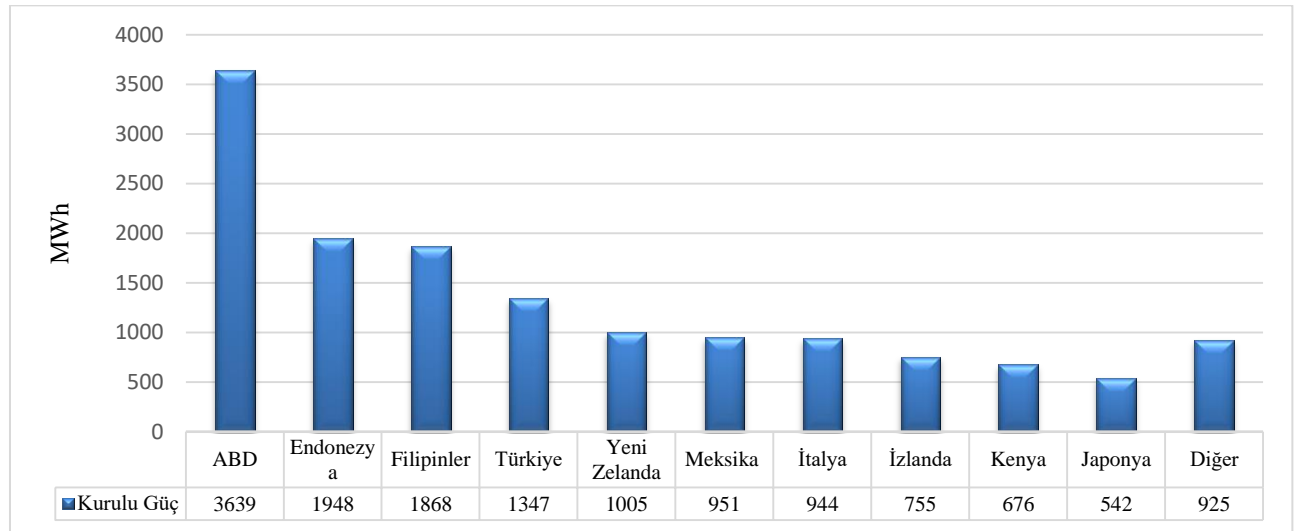
Kaynak: Enerjiatlası.com.⁵

⁵ Enerji Atlası İnternet Sayfası, Hidroelektrik Santralleri,

3.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yeraltında bulunan ısı ve basıncın oluşturduğu sıcaklıkların yeryüzüne su, buhar ve gaz ile taşınması prensibine dayanmaktadır. Bu nedenle verimli bir şekilde jeotermal enerji üretimi, jeolojik yapıyla yakından ilgilidir. Elektrik ve ısı üretme, sağlık ve termal turizm, balıkçılık, endüstriyel mineral elde etme amaçlı kullanım alanları bulunmaktadır. Hidrolik enerji ile Türkiye’de daha fazla gelişme göstermiş yenilenebilir enerji kaynağıdır. Türkiye’nin aktif tektonik kuşak üzerinde yer alması, ülkeyi jeotermal enerji potansiyeli açısından önemli bir noktaya taşımaktadır. Türkiye potansiyeli ile Avrupa’da birinci, dünyada yedinci; kurulu gücü ile dünyada dördüncü sıradadır. Jeotermal enerji üretimi alanında atılan ilk adım Kızıldere Santrali’nin kurulmasıyla başlamıştır. Santral, 1984 yılında 20 MW kurulu güç ve yıllık ortalama 12-15 MW elektrik işletme kapasitesi ile faaliyete geçmiştir (Bertani, 2015).

Grafik 8. 2019 İtibariyle Ülkelerin Jeotermal Enerji Kurulu Üretim Kapasitesi



Kaynak: Thinkgeoenergy.com.⁶

Grafikte yer alan verilere göre Türkiye, 1347 MWh kurulu güç ile 1 GW üstü kurulu güce sahip beş ülkeden biri olmuştur. 1347 MWh olan bu gücün 2020 yılında 2000 MWh olması için çalışmalar devam etmektedir (JESDER, 2019). 2018 yılında eklenen kurulu güç, 294 MW olarak gerçekleşirken; 1317 MW artış ile 2008-2018 yılları arasında kurulu gücünü en fazla artıran ülke olmuştur. Endonezya 956 MW, ABD 599 MW, Kenya 509 MW, Yeni Zelanda 421 MW ile sıralamada Türkiye’yi takip eden ülkelerdir (Thinkgeoenergy.com,

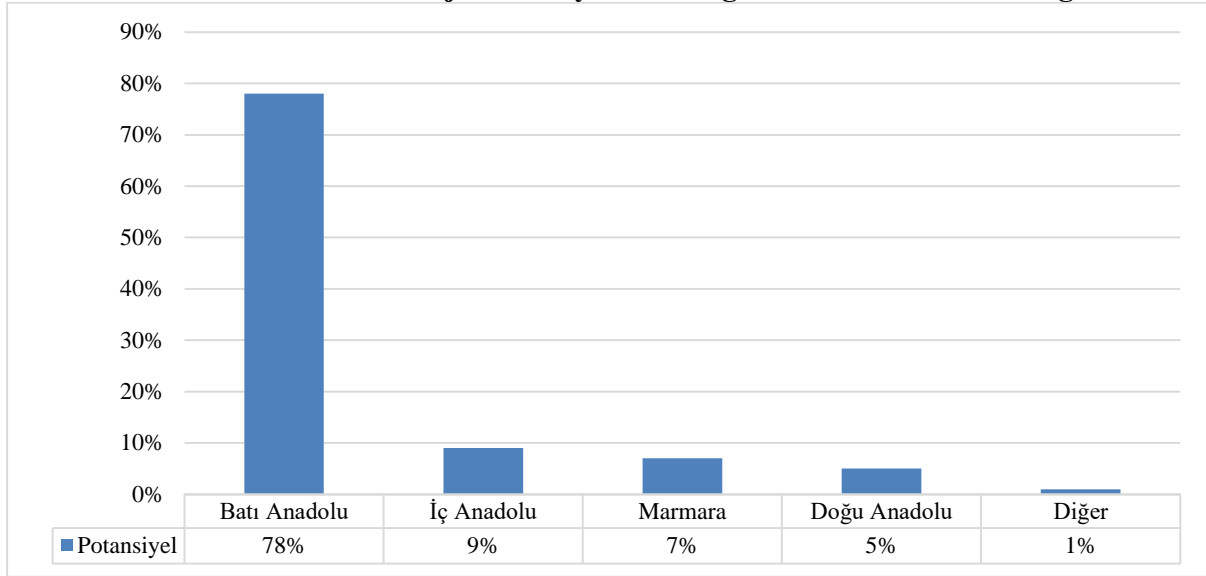
<https://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik/>

⁶ Thinkgeoenergy İnternet Sayfası,

<https://www.thinkgeoenergy.com/the-top-10-geothermal-countries-2019-based-on-installed-generation-capacity-mwe/>

2019).

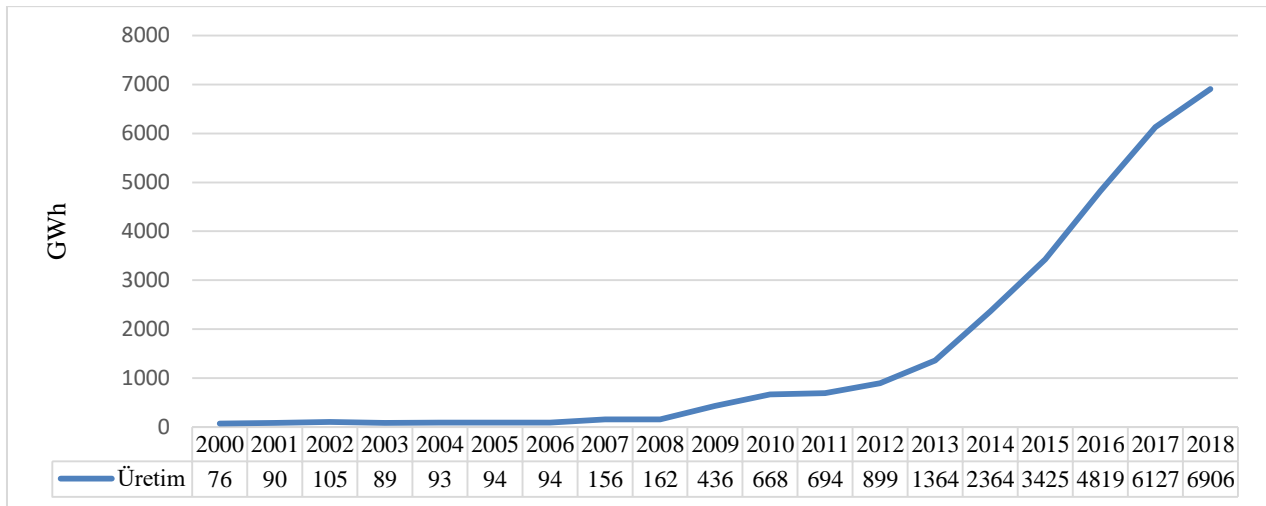
Grafik 9. Jeotermal Enerji Potansiyelinin Bölgelere Göre Yüzdesele Dağılımı



Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM).⁷

Jeotermal enerji potansiyelinin bölgelere göre dağılımı Grafik 9’da yer almaktadır. Bu potansiyelin %90’lık kısmı orta ve düşük sıcaklıkta olup ısıtma, termal turizm ve endüstriyel uygulamalar için uygunken; %10’u dolaylı uygulama olan elektrik üretimi için uygundur (EİGM, 2019). Aydın, Kütahya, Denizli, İzmir, Manisa ve Çanakkale jeotermal enerji üretiminde öne çıkan illerin başında gelmektedir.

Grafik 10. Türkiye’nin 2000-2018 Yılları Arasında Jeotermal Enerji Üretimi



Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA).

⁷ Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Resmi İnternet Sitesi, Jeotermal Sayfası, <https://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal>

Türkiye'nin jeotermal enerji üretiminde asıl atılımını 2007 yılı itibariyle gerçekleştirmeye başlamıştır. Bunun nedeni uygulanan tarifeler ile jeotermal enerjiye uygun saha araştırmalarının yaygınlaşmasıdır. 2012 yılı sonrasında görülen daha dengeli artışlar, Türkiye'nin jeotermal enerjide dünya sıralamasında üst sıralarda yer almasını sağlamıştır. Jeotermal enerjinin yenilenebilir bir enerji kaynağı ve çevreye zararın önüne geçmede önemli bir yere sahip olmasının yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Kontrolsüz deşarjın neden olduğu kirlenme, sondaj esnasında yaşanan sorunlar, kimyasal kullanımı, jeotermal patlama ve fıskırma gibi durumlara karşı gerekli önlemler alınmalıdır. Bu nedenle saha etütlerinin detaylı yapılması, risklere karşı önlem planları, tarım alanlarından uzak durma ve sürekli denetim ile yaşanabilecek zararların önüne geçilmesi gerekmektedir.

3.5. Biyokütle Enerjisi

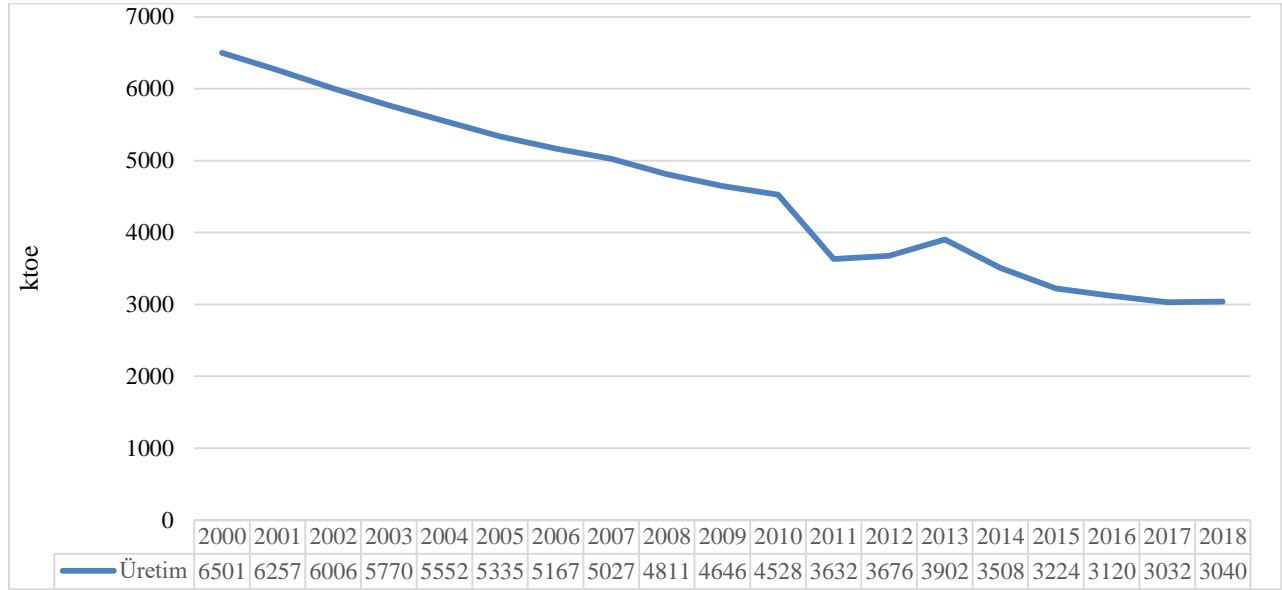
Biyokütle, bir türden veya farklı türlerden oluşan bir topluluğa ait yaşayan tüm organizmaların belli bir dönemde sahip olduğu toplam küttedir (ETKB). Örneğin ormanı oluşturan tüm bitki, ot, kök ve kabuk çeşitlerinin bütünü orman biyokütlesi olarak adlandırılmaktadır. Bitki yetiştiriciliği ile yakından alakalı olan biyokütle enerji, klasik ve modern olmak üzere iki alt başlığa ayrılmaktadır. Klasik anlamda biyokütle; ormanlardan elde edilen yakacak odun, bitki veya hayvan atıklarından oluşurken enerji ormancılığı, orman-ağaç endüstri atıkları, kentsel atıklar, bitkisel atıklar modern biyokütle enerjisi başlığı altında yer almaktadır.

Biyokütleden elde edilen katı, sıvı veya gaz formunda olan yakıtı biyoyakıt denilmektedir. Sürdürülebilir tarım faaliyetlerinin olduğu her yerde biyokütleden biyoyakıt üretilebilmektedir. 2020 yılına kadar biyokütleden 19 milyon ton petrol eşdeğeri elde edilebilmektedir. Bunun %46'sı tarımsal ve belediye katı atıkları ile diğer biyolojik parçalanabilir atıklardan oluşmaktadır. Biyokütle tekrar oluşmasının uzun sürmemesi sebebiyle yenilenebilir özelliğe sahipken biyoyakıtların sera gazı üretmesi, yeşil enerji kapsamına girememesine neden olmaktadır. Bu durum, biyokütlenin yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki yerini aşağılara çekmektedir.

Türkiye'de diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha az kullanılan biyoyakıtın, diğer ülkelerde kullanımı yüksektir. Türkiye'nin biyokütle atık potansiyeli 8,6 milyon ton eşdeğer petrol (MTEP) ve üretilebilecek biyogaz miktarı 1,5-2 MTEP şeklinde tahmin edilmektedir (ETKB). Türkiye'nin yıllara göre biyoyakıt ve atıklardan enerji üretimi Grafik 11'de görüldüğü üzere azalma eğilimi göstermiştir. Biyoyakıt üretiminin 2018 yılı için ülke sıralaması ise ABD, Brezilya, Endonezya, Almanya, Çin, Fransa, Arjantin, Tayland, Hollanda

ve İspanya olarak gerçekleşmiştir.

Grafik 11. Biyokütle Enerji Üretimi (2000-2018)

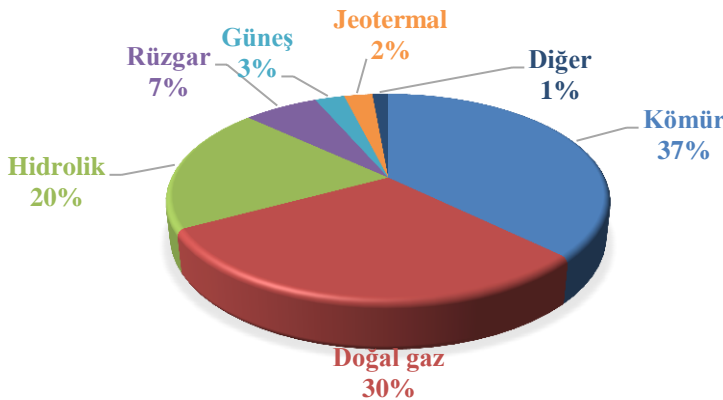


Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA).

4. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Geleceği

Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları yatırımlarını desteklemesinde ve teşvikinde artış gözlenirken toplam enerji üretiminde bu kaynaklar, küçük pasta dilimleri ile gösterilmeye devam etmektedir. Grafik 12'de 2018 yılında birincil enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payına bakıldığında doğal gaz ve kömür, payın %65'inden fazlasını elinde tutmaktadır. Hidrolik (hidroelektrik) enerjinin toplam enerji üretimindeki payı umut verici olmakla birlikte jeotermal, rüzgâr ve güneş enerjileri için aynısını söylemek mümkün değildir. 2018 yılındaki duruma göre yenilenebilir enerji kaynaklarının payın yaklaşık %30'una sahip olması, bu noktada daha etkili adımların atılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Grafik 12. Birincil Enerji Kaynaklarının Enerji Üretimindeki Payı



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB).

Tablo 1. Türkiye On Birinci Kalkınma Planı Enerji Hedefleri

	2018 ¹	2023
Birincil Enerji Talebi (BTEP)	147.955	174.279
Elektrik Enerjisi Talebi (TWh)	303,3	375,8
Kişi Başı Birincil Enerji Tüketimi (TEP/Kişi)	1,81	2,01
Kişi Başı Elektrik Enerjisi Tüketimi (kWh/Kişi)	3.698	4.324
Doğal Gazın Elektrik Üretimindeki Payı (%)	29,85	20,7
Yenilenebilir Kaynakların Elektrik Üretimindeki Payı (%)	32,5	38,8
Yerli Kaynaklardan Üretilen Elektrik Enerjisi Miktarı (TWh)	150,0	219,5
Elektrik Kurulu Gücü (MW)	88.551	109.474

Kaynak: 2018 yılı verileri Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve TEİAŞ'a aittir. 2023 yılı verileri On Birinci Kalkınma Planı tahminleridir. Not: TEP: Ton Eşdeğer Petrol, BTEP: Bin TEP, kWh: Kilowatt-saat, TWh: Milyar Kilowatt-saat, MW: Megawatt.

(1) Elektrik kurulu gücü haricindeki 2018 yılı verileri gerçekleşme tahminleridir.

Kaynak: Strateji Bütçe Başkanlığı, 2019⁸.

Türkiye'nin 2018 yılında yenilenebilir kaynaklarının enerji üretimindeki payı %32,5 iken On Birinci Kalkınma Planı kapsamında bu payın %38,8'e çıkarılması; doğal gazın elektrik üretimindeki payının ise %29,85'ten %20,7'ye düşürülmesi amaçlanmaktadır. 2023 yılında gerçekleşecek oranın, hedeflenen oranın altında veya üstünde yer alması olasılık dahilinde olmakla birlikte bu hedefe ulaşmada yürütülen çalışmaların ne noktada olduğuna ilişkin ayrı bir inceleme gereklidir.

WWF tarafından hazırlanan 'Türkiye'nin Yenilenebilir Gücü'⁹ isimli raporda, Türkiye'nin 2030 yılına kadar enerji talebinin %50'sine yakını yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılayabileceği analizine yer verilmiştir. Enerji üretimindeki var olan düzeni ve politikaları bir anda değiştirebilmek ve keskin bir geçiş mümkün değildir. Ancak bir yandan yenilenebilir enerjiye yönelik çalışmalar yapılırken diğer yandan fosil yakıtların kullanımının önüne geçmek için gerekli adımları atmamak/atamamak, mevcut potansiyele ulaşmayı engellemektedir. Bu anlamda fosil yakıtlar için sağlanan teşviklerin ve finansman kaynağının adım adım kesilerek yenilenebilir enerji çalışmalarına yönlendirilmesi atılması gereken en önemli adımlardan birini oluşturmaktadır. Aynı zamanda yasal düzenlemeler ile teşvik edilen yenilenebilir enerji yatırımlarının Türkiye'yi potansiyeline ne kadar yaklaştırdığı tartışmalıdır. Bu noktada mevcut yasal düzenlemelerin işlevselliği üzerine yeniden bir değerlendirmeye kaynakların doğru ve etkin kullanımına önem verilmelidir.

Yenilenebilir enerji kaynakları, çevreye hiçbir zarar vermeden üretim imkânı

⁸ Strateji Bütçe Başkanlığı tarafından hazırlanan On Birinci Kalkınma Planından değiştirilmeden alınmıştır.

⁹ WWF Türkiye'nin Yenilenebilir Gücü Türkiye İçin Alternatif Enerji Arzı Senaryoları, 2014, Rapor. http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/turkiye_nin_yenilenebilir_gucu_son.pdf

sunmaması sebebiyle bu kaynakların santral kurulumunda çevreye yönelik bazı dezavantajlara yol açtığını göz ardı etmemek gerekir. Enerji santrallerinin kurulumu öncesinde yapılacak araştırmaların ve çalışmaların kapsamının artırılması, risk analizlerinin iyi yapılması ve risklere yönelik gerekli önlemlerin alınması ile dezavantajları minimuma indirmek mümkün kılınmalıdır. Santrallerden kaynaklı ortaya çıkabilecek çevresel etkileri önlemek için yeterli ve etkili düzenlemelerin gerekliliği, bugün izlenecek yolun uzun vadeli ve kapsamlı politikalar ile örülmesi zorunluluğuna, iyi mühendisliğin önemine vurgu yapmaktadır.

Geleneksel yöntemler (fosil yakıtlar) ile enerji üretiminin ağırlıklı olarak yer edindiği bir ekonominin yenilikçi boyuta geçişinin aşamalarını görmezden gelmek veya basamakları atlamak, bugün yapılan yatırımların ve çalışmaların uzun vadede kaybolmasına yol açabilmektedir. Bu nedenle kısa vadeli ve günü kurtaracak bir düşünce yapısı sürdürülebilir kalkınmanın mantığına ters düşmektedir. Buradan yol çıkarak hedeflenen noktaya gelmenin çok boyutlu ve disiplinler arası bütüncül bir yaklaşımla gerçekleşebileceğini söylemek mümkündür. Yenilenebilir enerji geleceğinin gerçek ve sağlam bir mühendisliğin üzerine yasal düzenlemeler ile çevrelenerek güçlü bir yapıda oluşturulması önem arz etmektedir.

Türkiye'nin güçlü bir yapıda kuracağı bu geleceğin en önemli sebeplerinden birini enerji üretimini kendi kaynaklarına dayandırması gerekliliğinde yatmaktadır. Sürdürülebilir kalkınmasını sürdürülebilir kaynaklarına dayandırmak, doğalgazda ve kömürde dışa bağımlı olan Türkiye için bir zorunluluktur. Temel fosil yakıtların ithali Türkiye'yi sadece ekonomik olarak değil siyasi anlamda da hareket alanını daraltan çıkmazlara sokmaktadır. Üretimin daha çok ülke kaynaklarına dayanması ve bu kaynakların yenilenebilir olması, sürdürülebilirliği geçerli kılacak ehemmiyeti yüksek bir sonuca sahiptir.

Türkiye'nin hızla artan nüfusuna cevaben yenilenebilir enerji kaynakları yeni iş sahalarının oluşmasına ve istihdam alanının büyümesine fırsat vermektedir. En fazla istihdamın yer aldığı yenilenebilir enerji kaynaklarında ilk dört sırada güneş enerjisi (fotovoltaik), sıvı biyoyakıt, rüzgâr enerjisi ve hidroelektrik enerji yer almaktadır (IRENA, 2019)¹⁰. Güneş ve rüzgâr enerjisine daha fazla yatırımın uzun vadede istihdam alanları yaratacak olması yenilenebilir enerjinin öneminin bir diğer sebebini oluşturmaktadır.

5. Sonuç

Geçmiş ekonomi politikaları, teknolojik gelişmeler ve artan nüfus tüketimin daha yıkıcı bir noktaya gelmesine neden olmuştur. Tüketimin artışına paralel enerji talebinin de artması ve bu talebin büyük kısmının fosil yakıtlardan karşılanması ekolojik dengenin bozulmasına, küresel ısınmaya ve biyolojik çeşitliliğin tahribatına yol açmıştır. Yenilenebilir

¹⁰ IRENA Renewable Energy and Jobs in 2018, Annual Review 2019.

enerji çevresel, ekonomik ve toplumsal sorunlara çözüm niteliği taşıması nedeniyle sürdürülebilir kalkınmada önemli bir yere sahip olurken; fosil yakıtların yol açtığı sorunlara etkili bir çözüm niteliğindedir. Bir ülkenin toplumunu oluşturan bireylerin ihtiyaçlarını sürdürülebilir bir çevrede, sürdürülebilir enerji ile karşılamasını mümkün kılmaktadır. Bu sebeple çok sayıda ülke yenilenebilir enerjiyi ekonomisine entegre ederek enerji arzını dolayısıyla üretimini gerçekleştirmeye çalışmakta ve buna yönelik çalışmalar sürdürmektedir. Ancak dünya enerji arzında fosil yakıtlar birincil enerji kaynağı olarak kullanılmaya devam etmektedir.

Enerji arzında geçiş sürecinde yol almaya devam eden Türkiye’de yenilenebilir enerji yatırımlarını ve çalışmalarını teşvik etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında hidroelektrik enerjinin payı %20 iken; rüzgâr enerjisinin, güneş enerjisinin ve jeotermal enerjinin toplam payı %15’e ulaşmamaktadır. Türkiye’nin bu üç kaynak için sahip olduğu potansiyel ve bu potansiyelin kullanımı arasındaki fark, daha fazla yatırıma ve teşvike ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Bu ihtiyaca yönelik yatırımlar ve teşvikler, kısa vadede hızlı ve hedeften uzak sonuçlar alma çabasından ziyade uzun vadeli politikalar çerçevesinde oluşturulmalı ve sürdürülebilir kalkınmanın çevre, toplum ve ekonomi boyutlarını bir arada karşılamalıdır.

Türkiye’nin yenilenebilir enerjiyi, fosil yakıtların yedek enerji kaynağı olarak görmemesi için en geçerli nedeni, üretiminin büyük kısmını kendi kaynaklarına dayandırabilme imkanına sahip olma potansiyelinde yatmaktadır. Şu anda enerji arzının önemli payının kömür ve doğal gaz ithalatına bağlı olması, toplumun enerjiye ekonomik olmayan bir şekilde ulaşmasına neden olmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma temiz, güvenilir ve ekonomik enerjinin toplumun her kesimine ulaşmasıyla mümkün olmaktadır. 2030 yılına kadar Türkiye’nin enerji üretiminin %50’sine yakınına karşılayabileceği bir analiz olmakla kalmamalı, gerçeği olabilmelidir. Bu nedenle Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarını, enerji arzında temel kaynak haline getirmesi bir seçenek değil etkili, kapsamlı ve uzun vadeli politikalar, araştırma geliştirme çalışmaları ile ulaşacağı bir amaç olmalıdır.

Kaynakça

- Bugaje, I. M. (2006). Renewable energy for sustainable development in Africa: A review. *Renewables and Sustainable Energy Reviews*, 10 (6), 603-612.
- Deloitte (2014). *Biyokütlenin Altın Çağı*, 2014.
- Dinçer, İ. (2000). Renewable energy and sustainable development: a crucial review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 4(2), 157-175.

DSİ 2018 Yılı Faaliyet Raporu.

Enerji Atlası Hidroelektrik Santraller İnternet Sayfası, son erişim tarihi: 24 Aralık 2019.

EİGM Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) İnternet Sayfası, son erişim tarihi: 27 Aralık 2019.

Enerji İdaresi Genel Müdürlüğü İstatistik Raporları ve Bültenleri, <https://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Istatistik-Raporlari>.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İnternet Sayfası, Bilgi Merkezi.

Goodland, R. Ledec, G. (1987). Neoclassical economics and principles of sustainable development. *Ecological Modeling*, 38 (1-2), 19-46.

Gültekin A. B ve Kılıç Demircan, R. (2017). Binalarda pasif ve aktif güneş sistemlerinin incelenmesi. *TÜBAV*, 10 (1), 36-51.

GÜNDER Güneşin Enerjisi Yol Haritası 2018.

Gündüz, O. (2018). ‘Jeotermal Enerji Tesislerinin Çevresel Etkileri’, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir Bölgesi Enerji Forumu.

Harris, Jonathan M. (2000). ‘Basic Principles of Sustainable Development’, Tufts University USA, Global Development and Environment Institute Working Paper: 000-04, ‘Sürdürülebilir Kalkınmanın Temel Prensipleri’ (Çev. Emine Özmete).

International Energy Agency (2019). <https://www.iea.org/countries/turkey>.

International Energy Agency World Energy Balances 2019 Edition.

IRENA Renewable Energy and Jobs in 2018, Annual Review 2019

JESDER Blog Sayfası. <https://jesder.org/turkiye-2020-yilina-kadar-2-000-mw-jeotermal-enerjiuretim-kapasitesini-hedefliyor/> son erişim tarihi: 26 Aralık 2019.

Kapluhan, E. (2014). Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye’deki Kullanım Durumu. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 30, 97-125.

Kaygusuz, K ve Kaygusuz, A. (2002). Renewable energy and sustainable development in Turkey. *Renewable Energy*, 25 (3), 431-453.

Kaygusuz, K ve Avcı, A.C. (2018). Renewable energy potential, utilization and policies in Turkey for environmental friendly sustainable development. *Journal of Engineering Research and Applied Science*, 7(2), 902-909.

Kothari, R. Tyagi, V. V. Pathak, A. (2010). Waste-to-energy: A way from renewable energy sources to sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 4(9), 3164-3170.

Kılıç, S. (2012). Sürdürülebilir kalkınma anlayışının ekonomik boyutuna ekolojik bir

- yaklaşım. *İÜ Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 47, 201-226.
- Kum, H. (2009). Yenilenebilir enerji kaynakları: Dünya piyasalarındaki son gelişmeler ve politikalar. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33, 207-223.
- Lund, H. (2007). Renewable energy strategies for sustainable development. *Energy*, 4(6), 912- 919.
- Nafziger, E. W. (2005). The Meaning and Measurement of Economic Development Economic Development (4th ed.) ss.15. NY: Cambridge University Press.
- Naidu, B. S. K. (1996). Indian scenario of renewable energy for sustainable development. *Energy Policy*, 24 (6), 575-581.
- Oyedepo, S. O. (2014). Towards achieving energy for sustainable development in Nigeria. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 255- 272.
- Riley, G. Economic development study notes.
[https://www.tutor2u.net/economics/reference/economic development](https://www.tutor2u.net/economics/reference/economic%20development) son erişim tarihi: 20 Aralık 2019.
- Sathaye, J. vd. (2011). Renewable Energy in the Context of Sustainable Development. Physics Faculty Publications, Paper 1.
- Seydioğulları, H. S. (2013), Sürdürülebilir kalkınma için yenilenebilir enerji. *Derleme, Planlama* 2013; 23(1):19-25.
- TEİAŞ 2018 Faaliyet Raporu.
- Think Geoenergy İnternet Sayfası, The Top 10 Geothermal Countries 2018. <https://www.thinkgeoenergy.com/the-top-10-geothermal-countries-2019-based-on-installed-generation-capacity-mwe/> son erişim tarihi: 26 Aralık 2019.
- Think Geoenergy İnternet Sayfası, Global geothermal power generation capacity reaches 14,600 MW at year end 2018. <https://www.thinkgeoenergy.com/global-geothermal-power-generation-capacity-reaches-14600-mw-at-year-end-2018/> son erişim tarihi: 26 Aralık 2019.
- TMMOB Makine Mühendisleri Odası Türkiye'nin Enerji Görünümü 2018, Nisan 2018, MMO/691.
- TÜBA Güneş Enerjisi Teknolojileri Raporu 2018.
- TÜREB 2019 İstatistik Raporu.
- WWEA İnternet Sayfası, Wind Power Capacity Worldwide Reaches 597 GW, 50,1 GW added in 2018. <https://wwindea.org/blog/2019/02/25/wind-power-capacity-worldwide-reaches-600-gw-539-gw-added-in-2018/> son erişim tarihi: 22 Aralık 2019.

- WWF (2014), 'Türkiye'nin Yenilenebilir Gücü Türkiye için Alternatif Elektrik Enerjisi Arz Senaryoları', Rapor.
- Yılmaz, E. A. ve Can Öziç, H. (2018), Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Gelecek Hedefleri. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 8(3), 525-535.
- Yılmaz, M. (2012). Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 33-54.