

Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Kapasite Kullanım Oranının Değerlendirilmesi

Emre Akusta¹

Özet

Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları açısından zengin bir ülke olmasına rağmen, mevcut potansiyelini yeterince kullanamamaktadır. Bu yüzden, Türkiye yüksek enerji talebini yerli kaynaklarla karşılayamamakta ve enerjide dışa bağımlı kalmaktadır. Özellikle fosil kaynaklı enerji ithalatının artması, Türkiye'nin sürdürülebilir enerji kullanımı ve çevrenin korunması konularında karşılaştığı zorlukları arttırmaktadır. Ayrıca, Türkiye'nin elektrik üretiminde en yüksek paya sahip kaynakların doğal gaz, ithal kömür ve linyit olması, Türkiye'nin fosil enerji kaynaklarına olan bağımlılığının devam ettiğini göstermektedir.

Bu çalışmada, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli ile mevcut üretilen enerji miktarı karşılaştırılmış ve bir kapasite kullanım oranı hesaplanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli 215 GW'tır. Fakat Türkiye'nin güneş enerjisi kurulu gücü sadece 8 GW'tır. Üretilen elektrik miktarı 14 TWh'tır. Kapasite kullanım oranı ise %0,74 olarak hesaplanmıştır. Türkiye'nin Rüzgâr enerjisi potansiyeli 182 GW olarak belirtilmiş ve kurulu gücü 11 GW'tır. Üretilen elektrik miktarı 31 TWh'dir. Kapasite kullanım oranı ise %1,97 olarak hesaplanmıştır. Bu oranlar, güneş ve rüzgâr enerjilerinin mevcut potansiyelinin sadece küçük bir kısmının kullanıldığını göstermektedir. Türkiye'nin hidroelektrik enerjisi potansiyeli 53 GW olarak hesaplanmış olup 31 GW'lık bir kurulu güce sahiptir. Hidroelektrikten üretilen elektrik miktarı 56 TWh'dir. Kapasite kullanım oranı ise %12,05 olarak hesaplanmıştır. Bu yüksek kapasite kullanım oranı, hidroelektrik enerjinin mevcut potansiyelinden büyük ölçüde faydalandığını göstermektedir. Türkiye'nin jeotermal enerjisi potansiyeli 32 GW olarak hesaplanmıştır. Ancak kurulu gücü sadece 2 GW'tır. Üretilen elektrik miktarı 11 TWh'dir, kapasite kullanım oranı ise %3,91 olarak hesaplanmıştır. Bu

1 Arş. Gör. Dr., Kırklareli Üniversitesi, İİBF İktisat Bölümü, emre.akusta@klu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6147-5443

oran, jeotermal enerjinin potansiyelinin hala düşük bir seviyede kullanıldığını göstermektedir. Türkiye'nin biyokütle enerjisi potansiyeli 10 GW olarak belirtilmiş ve kurulu gücü 2 GW'tır. Üretilen elektrik miktarı 8 TWh'dir. Kapasite kullanım oranı ise %0,68 olarak hesaplanmıştır. Buna göre, biyokütle enerjisinin potansiyeli de yeterince değerlendirilememektedir.

1. Giriş

Günümüzde enerji, modern hayatın temel ihtiyaçlarından biridir ve hemen hemen tüm sektörlerde kullanılmaktadır. Ancak, küresel çaptaki enerji ihtiyacının giderek artması, doğal kaynakların tükenmesine ve çevresel sorunların artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, enerji talebinin artışıyla birlikte sürdürülebilir çevre konusu giderek önem kazanmaktadır. Çevre konusunun önem kazanarak ön plana çıkması ise yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini her geçen gün artırmaktadır.

Sürdürülebilir çevre, doğal kaynakların korunması, çevre tahribatının önlenmesi ve yenilenebilir kaynakların kullanımı gibi konuları kapsamaktadır. Sürdürülebilir kalkınma ise, çevrenin korunması ve insanların refahının artırılması hedeflerini kapsayan kalkınma modelidir. Bu kalkınma modeli, doğal kaynakların sürdürülebilir şekilde kullanımını, ekonomik büyümeyi ve sosyal gelişmeyi bir arada sağlamayı amaçlamaktadır. Enerji kullanımı, çevrenin korunması açısından da büyük bir öneme sahiptir. Geleneksel enerji kaynaklarından elde edilen enerji, atmosfere zararlı gazların salınmasına ve sera etkisinin artmasına neden olmaktadır. Ayrıca çevrenin korunması, insanların sağlıklı bir yaşam sürdürebilmesi ve gelecek nesillerin de doğal kaynaklardan faydalanabilmesi için önemlidir. Bu nedenle, sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanımı, çevrenin korunması ve insan sağlığı açısından son derece önemli bir konudur (Atçı, 2012).

Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları açısından zengin bir ülke olmasına rağmen, mevcut potansiyelini yeterince kullanamamaktadır (Kumbur vd., 2005). Bu yüzden, Türkiye yüksek enerji talebini yerli kaynaklarla karşılayamamakta ve enerjide dışa bağımlı kalmaktadır. Enerji ithalatının artması, Türkiye'nin sürdürülebilir enerji kullanımı ve çevrenin korunması konularında karşılaştığı zorlukları da artırmaktadır (Yanar ve Kerimoğlu, 2011). Bu nedenle, Türkiye'nin enerji politikaları ve stratejileri, sürdürülebilir enerji kullanımı ve çevrenin korunması hedefleri doğrultusunda şekillenmelidir.

Türkiye, son yıllarda sürdürülebilir enerji kaynaklarına yatırım yaparak, enerji sektöründe önemli gelişmeler kaydetmiştir. Özellikle, rüzgâr, güneş ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji

miktarı hızla artmaktadır. Ancak, Türkiye'nin enerji kaynakları arasında kömür ve doğalgaz gibi fosil yakıtların payı hâlâ oldukça yüksektir. Bu nedenle, Türkiye'nin sürdürülebilir enerji kaynaklarına olan yatırımlarının artırılması gerekmektedir (Arslan ve Solak, 2019).

Bu çalışma, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyelini değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. İlk olarak, Türkiye'nin enerji talebi ve enerji kaynakları hakkında genel bir bilgilendirme yapılacak ve ardından yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik potansiyel ve mevcut durum analizi yapılacaktır. Bu analizler, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli hakkında önemli ipuçlarını içermektedir. Ayrıca, bu çalışmada Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımlarının artırılması için öneriler de sunulacaktır. Bu öneriler, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarını daha etkin ve verimli bir şekilde kullanmasını sağlamaya yönelik olacaktır.

2. Literatür Araştırması

Literatüre bakıldığında, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyelini araştıran birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan Kurucu'nun (2017) çalışması, küresel ısınma gibi çevresel tehditlerin yenilenebilir enerji üretimiyle azaltılabileceğini öne sürmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarıyla Türkiye'nin enerji ihtiyaçlarının karşılanabileceği ve çevresel risklerin azaltılabileceği belirtilmektedir. MacKay (2009) yöntemiyle Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyelinin hesaplandığı bu çalışmada, Türkiye'nin mevcut enerji ihtiyacının yaklaşık beş katını yenilenebilir kaynaklarından karşılayabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, Türkiye'nin akarsu kaynaklarından elde edilebilecek enerji potansiyelinin rüzgâr ve güneş potansiyeline göre daha düşük olduğu belirtilmektedir. Türkiye'nin rüzgâr ve güneş enerjisi potansiyellerini kullanarak sürdürülebilir bir enerji sistemi kurabileceği vurgulanmaktadır.

Kayıoğlu ve Diken'in (2020) çalışması da Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelini değerlendirmektedir. Fosil kökenli yakıtların maliyeti ve çevresel etkileri nedeniyle, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talebin arttığı belirtilmektedir. Türkiye'de büyük bir yenilenebilir enerji potansiyeli olduğu, ancak bu potansiyelin büyük bir kısmının kullanılmadığı vurgulanmaktadır. Çalışma, Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını engelleyen faktörleri ve bu engellerin aşılması için öneriler sunmaktadır.

Emeksiz ve Fındık'ın (2021) çalışması, Türkiye'nin mevcut enerji potansiyelini ve yenilenebilir enerji alanındaki gelişmeleri değerlendirmektedir. Fosil yakıtların çevresel sorunlara yol açması ve rezervlerinin tükenmesi

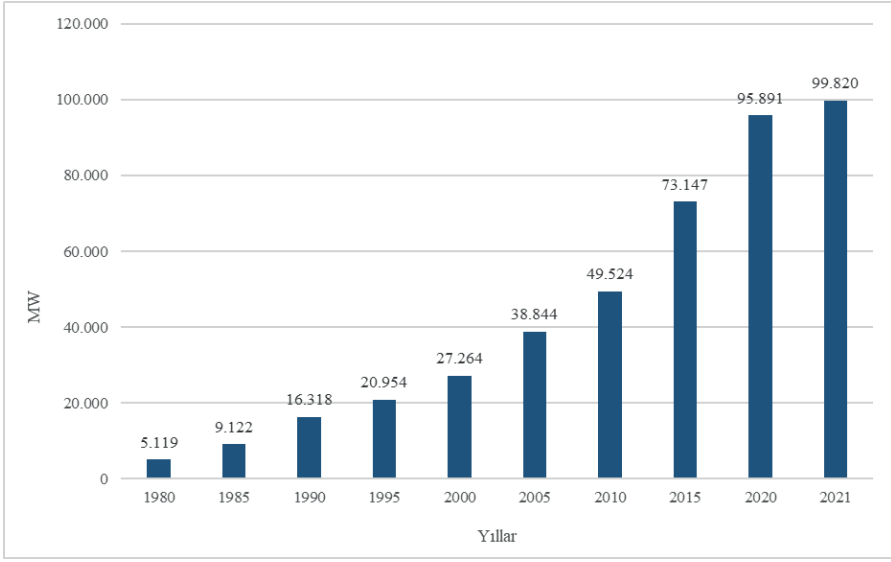
nedeniyle, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi vurgulanmaktadır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına sahip olduğu ve özel sektör ve devlet teşvikleriyle önemli yatırımların yapıldığı belirtilmektedir.

Bu çalışmaların sonuçları, Türkiye'nin büyük bir yenilenebilir enerji potansiyeline sahip olduğunu ve bu potansiyelin yeterince kullanılmadığını göstermektedir. Fosil yakıtların maliyeti, çevresel etkileri ve rezervlerinin tükenmesi gibi nedenlerle yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talep artmaktadır. Türkiye'de yenilenebilir enerji alanında önemli adımların atıldığı da belirtilmektedir. Bu çalışmalarda, Türkiye'nin enerji ihtiyacının büyük bir kısmının yenilenebilir kaynaklardan karşılanabileceği ifade edilmektedir. Özellikle rüzgâr ve güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olduğu vurgulanmaktadır. Bu çalışmaların sonuçlarına göre, Türkiye'de sürdürülebilir bir enerji sistemi kurulabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarının daha etkin bir şekilde kullanılması ve engellerin aşılması gerekmektedir.

Literatürdeki bu çalışmalar, Türkiye'nin enerji görünümü açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini vurgulamaktadır. Ancak söz konusu bu çalışmalar, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli ile mevcut üretilen enerji miktarını karşılaştırmamaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli ile mevcut üretilen enerji miktarı karşılaştırılmış ve bir kapasite kullanım oranı hesaplanmıştır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli için Kurucu (2017) verileri, üretilen enerji miktarı için ise TÜİK verileri kullanılmıştır. Böylece kapasite kullanım oranına bakılarak yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinden ne kadar faydalandığı görülebilmektedir.

3. Türkiye'nin Enerji Görünümü

Türkiye'nin ekonomik büyüme ve sanayileşme süreci, son yıllarda artan enerji talebine neden olmuş, bu durum ise enerji arzı sorunlarını beraberinde getirmiştir. Bu nedenle, Türkiye'nin enerji politikalarının, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda ele alınması gerekmektedir (Ravanoğlu ve Bostan, 2019). Bu bağlamda, Türkiye'nin sanayi, ekonomik büyüme, enerji talebi, enerji arzı ve enerjinin kurulu gücü konuları birbiriyle yakından ilişkilidir. Bu yüzden, bu bölümde Türkiye'nin enerji talebi ve kurulu gücü ele alınarak Türkiye'nin enerji görünümü ortaya koyulacaktır.



Şekil 1: Türkiye Kurulu Gücünün Yıllar İtibariyle Gelişimi

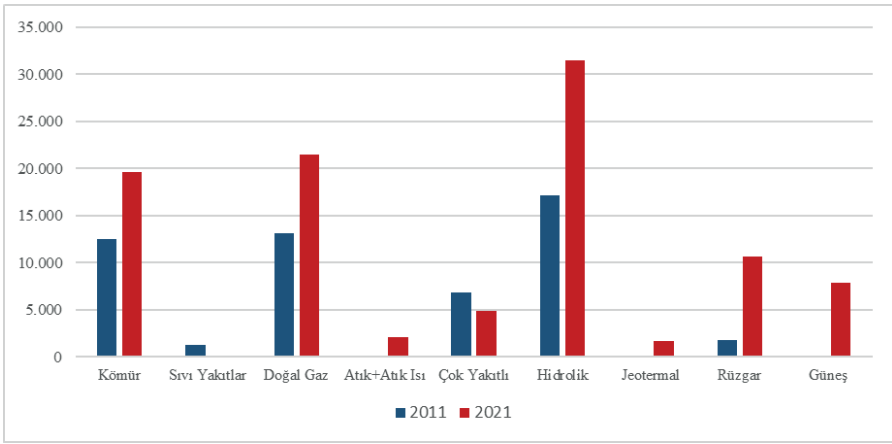
Kaynak: TEİAŞ (2023) verileri ile oluşturulmuştur.

Bir enerji santrali için kurulu güç, enerji santralinin maksimum üretim kapasitesini ifade etmektedir. Bu ise tesisin en üst kapasitede çalıştığı durumda üretebileceği maksimum gücü göstermektedir. Kurulu güç, bir tesisin enerji üretim kapasitesinin ölçüsüdür ve bu nedenle, enerji arzının planlanmasında ve elektrik talebi ile uyumlu hale getirilmesinde önemli bir role sahiptir. Kurulu gücün artması, enerji üretim kapasitesinin artması anlamına gelmektedir. Bu da enerji talebinin karşılanmasında esnekliği artırır ve elektrik kesintilerinin önlenmesine yardımcı olmaktadır. Ancak, fosil enerji santrallerinde kurulu gücün artması, aynı zamanda çevre kirliliği ve sera gazı emisyonları da dahil olmak üzere çeşitli çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir.

Türkiye'nin enerji görünümü açısından, yukarıdaki veriler ve verilerin trendleri önemlidir. Türkiye kurulu gücünün yıllar itibariyle gelişimine bakıldığında, Türkiye'nin enerji sektöründe son 40 yılda önemli bir gelişme kaydettiği görülmektedir. 1980 yılında 5.119 MW olan kurulu güç, 2021 yılında 99.820 MW'a yükselmiştir. Verilere daha yakından bakıldığında, Türkiye'nin kurulu gücünde kesintisiz bir artış trendi olduğu görülmektedir. Ancak kurulu gücün artış hızı yıllar itibariyle değişmektedir. 1980-1995 döneminde, kurulu güç yılda yaklaşık ortalama %6,6 oranında artarken, 1995-2010 döneminde yıllık artış oranı %6,5'e düşmüştür. 2010-2021 döneminde ise yıllık artış oranı tekrar yükselerek %8,2'ye ulaşmıştır.

Bu trendler, Türkiye'nin enerji sektöründe yatırım yapma ve kurulu gücünü artırma stratejilerinin zamanla değiştiğini göstermektedir. Örneğin, 1980'lerde ve 1990'ların başında Türkiye, hidroelektrik ve doğalgaz gibi enerji kaynaklarına yatırım yapmıştır. Ancak sonraki dönemlerde, Türkiye, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtlara dayalı termik santrallerin yapımına daha fazla yatırım yapmıştır. Bu da yıllık artış oranındaki değişimi açıklamaktadır.

Türkiye'nin kurulu gücündeki artış trendi olumlu bir gelişme olarak görülmektedir. Ancak enerji üretiminde kullanılan kaynakların çevre dostu ve sürdürülebilir olması da önemlidir. Bu nedenle, Şekil 2'de Türkiye'nin birincil enerji kaynaklarına göre kurulu gücü incelenmiştir.



Şekil 2: Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Kurulu Gücü

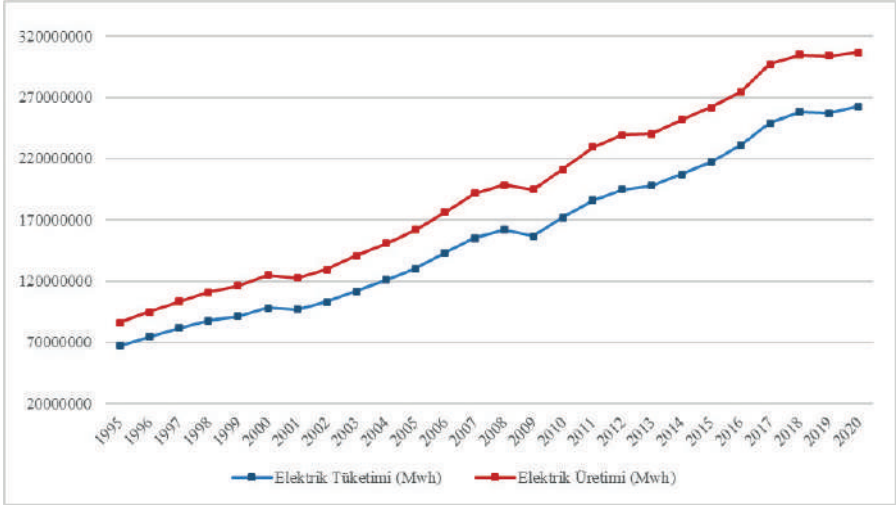
Kaynak: TEİAŞ (2023) verileri ile oluşturulmuştur.

Şekil 2'ye bakıldığında, Türkiye'nin enerji sektöründe önemli değişikliklerin olduğu görülmektedir. 2011 yılından 2021 yılına kadar, Türkiye'nin kurulu gücü 35.000 MW'den yaklaşık 100.000 MW'a yükselmiştir. Bu büyüme, özellikle doğal gaz ve yenilenebilir enerji kaynaklarındaki artışla gerçekleşmiştir.

Doğal gazın kurulu gücü, 2011 yılından 2021 yılına kadar %64'lük bir artış göstererek 21.502 MW'a yükselmiştir. Diğer taraftan, yenilenebilir enerji kaynaklarındaki artış da dikkat çekicidir. Hidroelektrik enerjinin kurulu gücü, 2011 yılından 2021 yılına kadar %83 artarak 31.492 MW'a ulaşmıştır. Ayrıca, rüzgâr ve güneş enerjisinde de önemli artışlar görülmektedir. Rüzgâr enerjisinin kurulu gücü, 2011 yılından 2021 yılına kadar %514 artış göstererek 10.607 MW'a ulaşmıştır. Güneş enerjisi de hızla büyümüşür ve 7.815 MW kurulu güce ulaşmıştır. Bununla birlikte, kömürün kurulu

gücündeki artış kaygı vericidir. Kömürün kurulu gücü, 2011 yılından 2021 yılına kadar %56 artarak 19.641 MW'a yükselmiştir. Kömürün çevresel etkileri nedeniyle, bu trendin devam etmesi sürdürülebilir bir enerji geleceği için önemli bir sorun teşkil etmektedir. Türkiye'nin enerji sektöründeki bu değişimler, ülkenin enerji arz güvenliğini artırmak, yerli kaynakları kullanmak ve çevre dostu enerji kaynaklarına geçiş yapmak için atılan adımların bir yansımasıdır. Ancak, kömürün hala önemli bir yer tutması, Türkiye'nin sürdürülebilir enerji politikalarına odaklanması gerektiğini göstermektedir.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeline geçilmeden önce Türkiye'nin elektrik arzı ve talebi değerlendirilecektir. Böylece Türkiye'nin enerji tüketimi ve üretimi arasındaki ilişkiyi, ekonomik büyüme ve refah ile olan bağlantılarını araştırılacaktır. Bu amaç için çalışmanın devamında Türkiye'nin elektrik durumu ele alınmıştır.



Şekil 3: Türkiye'de Elektrik Üretimi ve Tüketimi

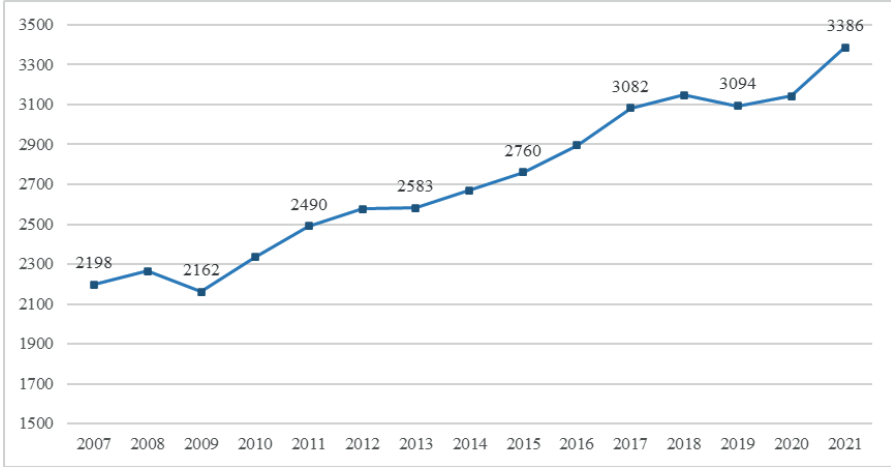
Kaynak: TÜİK verileri ile oluşturulmuştur.

Şekil 3'te elektrik tüketimi ve üretimi arasındaki ilişki gösterilmektedir. 1995 yılında, elektrik tüketimi 67 milyon MWh iken, elektrik üretimi 86 milyon MWh olarak gerçekleşmiştir. 2020 yılına gelindiğinde ise elektrik tüketimi 262 milyon MWh'e yükselirken, elektrik üretimi 306 milyon MWh'e yükselmiştir.

Türkiye'de ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Son 25 yılda Türkiye, yıllık ortalama %5,6 büyüme oranı ile hızlı bir ekonomik büyüme kaydetmiştir. Bu büyümenin ardında

yatan faktörlerden biri, endüstriyel faaliyetlerin artması ve dolayısıyla enerji talebinin artmasıdır. Ancak, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımının artırılması gibi çevresel faktörler göz önüne alınarak değerlendirilmesi gereken bir konudur (Kızıldere, 2020).

Son olarak, enerji sektöründeki gelişmelerin refah üzerindeki etkisi de önemlidir. Enerji arzının güvenliği ve düşük maliyetli enerji kaynaklarının kullanılması, hanehalkı ve işletmeler için daha uygun enerji fiyatlarına ve daha düşük maliyetli üretim için önem arz etmektedir. Ancak, fosil yakıtların kullanımının artması, çevresel sorunlara ve sağlık sorunlarına yol açmaktadır (Akova, 2008; Batı, 2014). Dolayısıyla, enerji politikaları, ekonomik büyümeyi ve refahı artırmak için çevresel faktörleri dikkate alarak tasarlanmalıdır.



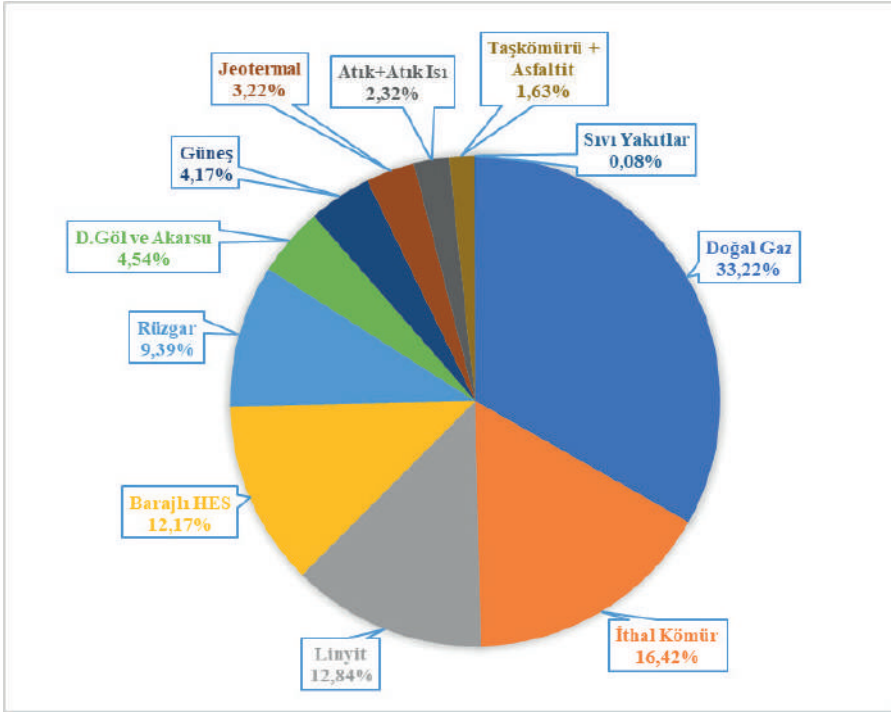
Şekil 4: Kişi Başına Toplam Elektrik Tüketimi (KWh)

Kaynak: TÜİK verileri ile oluşturulmuştur.

Şekil 4'te kişi başına toplam elektrik tüketimi gösterilmektedir. Bu veriler, Türkiye'nin enerji tüketimi konusunda son on beş yılda bir artış trendi yaşadığını göstermektedir. 2007 yılından bu yana, kişi başına toplam elektrik tüketimi 2198 KWh'ten 3386 KWh'e yükselmiştir. Ancak, kişi başına toplam elektrik tüketimi artış hızı her yıl aynı oranda gerçekleşmemiştir. Örneğin, 2009 yılından sonra artış hızında bir düşme görülürken 2010 yılından sonra tekrar yükselme görülmektedir. Bu artış trendinin nedeni, ekonomik büyümenin ve nüfus artışının yanı sıra hane halkının yaşam standardının yükselmesi, endüstriyel faaliyetlerin artması ve teknolojik gelişmelerin

enerji ihtiyaçlarını artırmasıdır. Bu durum ise enerji ithalatının artmasına ve ekonomiye olumsuz etkiler yapmaktadır.

Enerji tüketiminin artması, ülkedeki ekonomik büyümeyi ve refahı olumlu etkilemektedir. Ancak, enerji kaynaklarının çoğu ithalata dayalı olduğu için enerji fiyatlarında yaşanan artışlar ekonomiyi olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, ülkedeki enerji politikalarının sürdürülebilirliğe ve enerji verimliliğine yönelik hazırlanması gerekmektedir (Arslan, Çelik ve Kuzu, 2021).



Şekil 5: Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Üretimi

Kaynak: TEİAŞ (2023) verileri ile oluşturulmuştur.

Şekil 5'te Türkiye'nin enerji kaynaklarına göre elektrik üretimi gösterilmektedir. Türkiye'nin elektrik üretiminde en büyük paya sahip olan kaynak doğal gazdır ve toplam enerji üretiminin %33'ünü oluşturmaktadır. İkinci en büyük kaynak ise ithal kömürdür ve toplam enerji üretiminde %16'lık bir paya sahiptir. Linyit, %13'lük payıyla üçüncü sırada yer almaktadır. Barajlı HES'ler, %12'lik bir payla dördüncü sırada yer alırken, rüzgâr enerjisi %9'luk bir payla beşinci sırada yer almaktadır. Göl ve Akarsu

kaynakları %5'lik bir payla altıncı, güneş enerjisi %4'lük bir payla yedinci sıradadır. Jeotermal enerji, %3'lük bir payla sekizinci sırada yer alırken, atık ve atık ısı kaynakları %2'lik bir payla dokuzuncu sıraya yer almaktadır. Taşkömürü ve asfaltit, %2'lik bir payla onuncu sırada yer alırken, sıvı yakıtlar ise %0,1'lik bir payla son sırada yer almaktadır.

Türkiye'nin enerji üretiminde en yüksek payın doğal gazla ait olması, Türkiye'nin elektrik üretiminde doğal gazla olan bağımlılığını göstermektedir. İthal kömürün elektrik üretiminde ikinci en büyük paya sahip kaynak olması, linyitin ise en büyük üçüncü paya sahip olması, Türkiye'nin fosil enerji kaynaklarına olan bağımlılığının devam ettiğini göstermektedir.

Barajlı hidroelektrik santralleri %12 ile dördüncü sırada yer almaktadır. Bu durum, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarından hidroelektrik enerji üretimindeki önemine işaret etmektedir. Rüzgâr enerjisi %9 ile beşinci sırada yer almaktadır. Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyeli oldukça yüksek olsa da bu kaynağın henüz tam olarak değerlendirilemediği görülmektedir. Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından, güneş enerjisi %4, jeotermal enerji %3 ve diğer atık kaynakları %2 oranında pay almaktadır. Bu kaynakların da Türkiye'nin enerji portföyünde önemli bir yere sahip olması gerektiği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, Türkiye'nin enerji portföyü halen fosil yakıtlara dayalıdır ve doğal gaz kaynaklarına olan bağımlılığı devam etmektedir. Çünkü, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli oldukça yüksek olmasına rağmen yeterince iyi değerlendirilememektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesiyle birlikte, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi sağlanabilir ve enerji arz güvenliği artırılabilir. Bunun için çalışmanın devamında Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli ve potansiyelini değerlendirme oranı karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır.

4. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli

Türkiye'de enerji sektöründe yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi son yıllarda oldukça fazla artmış ve bu alanda büyük adımlar atılmıştır. Çünkü Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Özellikle hidroelektrik, güneş, rüzgâr ve jeotermal enerji kaynakları, Türkiye'nin yenilenebilir enerji portföyünde önemli bir yer tutmaktadır. Ancak, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli yeterince iyi değerlendirilememektedir. Bu yüzden, çalışmanın bu bölümünde Türkiye'nin yenilenebilir enerji kapasitesi, kurulu gücü ve kapasite kullanım oranları araştırılmıştır.

Tablo 1: Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kapasitesi ve Kurulu Gücü

| | Kapasite (GW) * | Kurulu Güç (GW) ** | Kapasite Kullanım Oranı % |
|---------------|--------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Güneş | 215 | 7,82 | 3,64 |
| Rüzgâr | 182 | 10,6 | 5,83 |
| Hidroelektrik | 53 | 31,49 | 59,42 |
| Jeotermal | 31,5 | 1,68 | 5,32 |
| Biyokütle | 10 | 2,05 | 20,51 |

*Kurucu (2017) verileri ile hazırlanmıştır.

** TEİAŞ 2021 verileri ile hazırlanmıştır.

Tablo 1'deki veriler, Türkiye'nin elektrik üretimi için kullandığı farklı yenilenebilir enerji kaynaklarının kapasite ve kurulu gücü hakkında bilgi vermektedir. Güneş, rüzgâr, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle enerji kaynakları bu verilerde gösterilen enerji kaynaklarını oluşturmaktadır.

Hidroelektrik enerjisi, Türkiye'deki en büyük kurulu güç ve kapasite kullanım oranına sahip yenilenebilir enerji kaynağıdır. 53 GW elektrik üretme kapasitesine ve 31,49 GW kurulu güce sahip olan hidroelektrik enerjinin yüksek kapasite kullanım oranı da dikkat çekicidir. Bu durum, hidroelektrik enerjisinin üretim kapasitesinin büyük bir kısmının gerçekten kullanıldığını göstermektedir. Çünkü hidroelektrik enerji santrallerinin Türkiye'deki tarihi, diğer yenilenebilir enerji santrallerine göre daha eskiye dayanmaktadır. Türkiye'deki en büyük kurulu güç ve kapasite kullanım oranına sahip olan hidroelektrik enerjisi, ülkenin en eski ve en gelişmiş yenilenebilir enerji kaynağıdır.

Rüzgâr enerjisi, Türkiye'nin en yüksek kurulu gücüne sahip ikinci yenilenebilir enerji kaynağıdır ve 182 GW kapasitesiyle önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak, rüzgâr enerjisinin değerlendirme oranı hidroelektrik enerjisine göre oldukça düşüktür. Güneş enerjisi ise Türkiye'nin en yüksek kurulu güce sahip üçüncü enerji kaynağıdır. Ancak, potansiyel olarak değerlendirilirse, güneş enerjisi Türkiye'nin en yüksek potansiyele sahip yenilenebilir enerji kaynağıdır.

Jeotermal ve biyokütle enerjisi, Türkiye'nin en küçük potansiyele ve kurulu güce sahip enerji kaynaklarıdır. Jeotermal enerjinin düşük kapasite kullanım oranı da dikkat çekicidir. Biyokütle enerjisi, ülkedeki toplam

elektrik üretiminde küçük bir paya sahip olsa da yakın zamanda artan bir ilgi görmektedir.

Sonuç olarak, Türkiye'nin enerji görünümü incelendiğinde, hidroelektrik enerji kaynağının önemli bir yere sahip olduğu, rüzgâr ve güneş enerji kaynaklarının potansiyelinin yüksek olduğu görülmektedir. Jeotermal ve biyokütle enerjisi kaynakları ise ülkedeki toplam enerji üretiminde daha küçük bir rol oynamaktadır. Bunun nedenlerine aşağıda daha ayrıntılı olarak yer verilecektir.

Tablo 2: Türkiye'de Üretilebilecek Elektrik ile Üretilen Elektrik Karşılaştırılması

| | Üretilebilecek Enerji (TWh)* | Üretilen Elektrik (TWh) ** | Kapasite Kullanım Oranı % |
|---------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Güneş | 1883 | 13,94 | 0,74 |
| Rüzgâr | 1595 | 31,44 | 1,97 |
| Hidroelektrik | 464 | 55,93 | 12,05 |
| Jeotermal | 276 | 10,79 | 3,91 |
| Biyokütle | 1140 | 7,78 | 0,68 |

*Kurucu (2017) verileri ile hazırlanmıştır.

** TEİAŞ 2021 verileri ile hazırlanmıştır.

Tablo 2'de gösterilen verilerde, güneş, rüzgâr, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle enerji kaynakları için üretilebilecek ve üretilen elektrik miktarları ile kapasite kullanım oranları yer almaktadır. Bu veriler kullanılarak, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli aşağıda tartışılmıştır.

Güneş enerjisi, paneller aracılığıyla elde edilen elektrik açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Verilere göre, Türkiye'de güneş enerjisinden potansiyel olarak yıllık 1883 TWh elektrik üretilirken, gerçekleşen elektrik üretim miktarı sadece 13,94 TWh olarak gerçekleşmiştir. Bu durum, güneş enerjisinin potansiyelinin henüz tam olarak kullanılmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, kapasite kullanım oranının yalnızca %0,74 olması, güneş enerjisinin yeterince yaygınlaşmadığını ve geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Rüzgâr enerjisi, Türkiye'nin enerji portföyünde önemli bir yer tutmaktadır. Verilere göre, Türkiye'de rüzgâr enerjisinden elektrik üretme potansiyeli yıllık 1595 TWh olarak belirtilmiştir. Üretilen elektrik miktarı ise 31,44 TWh'dir. Bu durum, rüzgâr enerjisinin kapasite kullanım oranının %1,97 olduğunu göstermektedir. Rüzgâr enerjisinin kapasite kullanım

oranının güneş enerjisine kıyasla daha yüksek olması, bu kaynağın daha etkin bir şekilde kullanıldığını göstermektedir. Bununla birlikte, rüzgâr enerjisinin potansiyelinin daha da artırılabilceği ve daha fazla yatırım yapılması gerektiği de dikkate alınmalıdır.

Hidroelektrik enerjisi, Türkiye'nin en büyük yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Yıllık 464 TWh elektrik üretilebilecek hidrolik enerji miktarı oldukça önemli bir potansiyeli göstermektedir. Üretilen elektrik miktarının ise 55,93 TWh olduğu belirtilmektedir. Bu durum, hidrolik enerjinin kapasite kullanım oranının %12,05 olduğunu göstermektedir. Hidroelektrik enerjisinin potansiyeli büyük ölçüde kullanılmaktadır ve Türkiye'nin enerji portföyünde önemli bir rol oynamaktadır.

Jeotermal enerjisi, Türkiye'nin yeraltı kaynaklarının kullanımıyla elde edilen bir enerji kaynağıdır. Türkiye, yıllık 276 TWh jeotermal elektrik üretilebilecek potansiyele sahiptir. Ancak, gerçek üretim miktarı sadece 10,79 TWh'dir. Bu durum, jeotermal enerjisinin potansiyelinin henüz tam anlamıyla değerlendirilemediğini göstermektedir. Jeotermal enerjisinin kapasite kullanım oranının %3,91 olması, bu kaynağın daha fazla geliştirilmesi ve kullanılmasının gerekliliğini vurgulamaktadır. Ayrıca, jeotermal enerji kaynakları, özellikle ısıtma amaçlı kullanımında büyük bir potansiyel sunmaktadır ve bu alana da daha fazla yatırım yapılması gerekmektedir.

Biyokütle enerjisi, organik atıkların ve biyolojik kaynakların enerji üretimi için kullanılmasıyla elde edilen bir kaynaktır. Türkiye'nin biyokütle potansiyeli, yıllık 1140 TWh olarak belirtilmektedir. Ancak, üretilen elektrik miktarı sadece 7,78 TWh'dir. Bu durum, biyokütle enerjisinin potansiyelinin henüz tam olarak değerlendirilemediğini ve kullanımının artırılması gerektiğini göstermektedir. Kapasite kullanım oranının yalnızca %0,68 olması, biyokütle enerjisinin henüz yaygınlaşmadığını ve daha fazla yatırım ve teşviklere ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Rüzgâr enerjisi santralleri, rüzgârın yoğun olduğu bölgelerde kurulduğunda yüksek oranda enerji üretebilmektedir. Ancak, rüzgârın sürekli ve sabit bir hızda esmediği, zaman zaman değişkenlik gösterdiği bilinmektedir. Bu durum, rüzgâr enerjisi santrallerinin sürekli ve istikrarlı bir elektrik üretimi sağlamasını engelleyen bir faktördür. Bu nedenlerle, rüzgâr enerjisi kaynaklarının kapasite kullanım oranları, mevcut teknolojik sınırlamalar ve pazar koşulları göz önüne alındığında henüz istenilen seviyeye ulaşamamıştır.

Güneş enerjisi kaynakları da benzer şekilde, gelişmiş teknolojiye sahip olsa da henüz tam kapasite kullanım oranlarına erişememiştir. Güneş

enerjisi, güneş ışığının yoğun olduğu bölgelerde güneş panelleri aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Ancak, güneş panellerinin verimliliği, güneş ışığı yoğunluğu, panelin pozisyonu ve açısı gibi faktörlerden etkilenmektedir. Ayrıca, güneş enerjisi sistemlerinin maliyeti, kurulum süreci ve depolama sorunları gibi zorluklar da kapasite kullanım oranlarını etkileyen unsurlar arasında yer almaktadır.

Rüzgâr ve güneş enerji kaynaklarının kapasite kullanım oranlarının düşük olmasının nedenlerinden bir diğeri ise bu kaynakların teknolojik gelişmelerle henüz tam anlamıyla optimize edilememiş olmasıdır. Ar-ge çalışmaları; verimlilik, depolama ve iletim sistemleri gibi alanlarda devam etmekte ve bu kaynakların kapasite kullanım oranlarının artırılması için önemli adımlar atılmaktadır. Ayrıca, hükümetin teşvik politikaları ve enerji politikalarının yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik destekleyici önlemler içermesi, rüzgâr ve güneş enerjisinin kapasite kullanım oranlarını artırma potansiyeline sahiptir. Hükümetin teşviklerle birlikte finansal destek sağlaması, bu kaynaklara yatırım yapmayı teşvik ederken, enerji politikalarının yenilenebilir enerji kaynaklarına öncelik vermesi de kapasite kullanım oranlarını artırmada önemli bir rol oynayacaktır. Ayrıca, yenilenebilir enerji teknolojilerinin maliyetlerinin düşmesiyle birlikte, rüzgâr ve güneş enerjisi daha ekonomik bir seçenek haline gelecek ve bu da kapasite kullanım oranlarını artıracaktır. Tüm bu faktörlerin bir araya gelmesiyle, rüzgâr ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir kaynakların kapasite kullanım oranlarının gelecekte daha yüksek seviyelere ulaşması beklenmektedir.

Türkiye, jeotermal enerji potansiyeline sahip olan ülkeler arasında yer almasına rağmen, bu kaynağın kapasite kullanım oranları hâlâ düşük seviyelerdedir. Bunun temel sebeplerinden biri, jeotermal enerjinin çıkarılması, işlenmesi ve elektriğe dönüştürülmesi için gerekli teknolojik altyapının tam olarak olgunlaşmamış olmasıdır. Jeotermal enerji kaynaklarının kullanılabilirliği ve verimliliği, sahalarındaki sıcaklık, su akışı ve jeolojik özellikler gibi bir dizi değişken faktöre bağlıdır. Bu da jeotermal enerjisi projelerinin planlanması ve uygulanmasını zorlaştıran bir etkidir.

Türkiye'de biyokütle enerjisi potansiyeli oldukça yüksektir, ancak kapasite kullanım oranı en düşük olan yenilenebilir enerji kaynağıdır. Bunun bir nedeni, biyokütle kaynaklarının toplanması, işlenmesi ve enerjiye dönüştürülmesi için uygun tesislerin ve teknolojilerin yeterli olmamasıdır. Biyokütle enerjisi üretiminde kullanılan teknolojilerin verimliliği, özellikle büyük ölçekli projeler için optimize edilememiştir. Ayrıca, biyokütle kaynaklarının toplanması için yaşanan ekonomik ve lojistik zorluklar da kapasite kullanım oranlarını etkilemektedir.

Sonuç olarak, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları açısından büyük bir potansiyeli bulunmaktadır. Özellikle güneş, rüzgâr ve jeotermal enerji kaynaklarının Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılamada önemli bir role sahip olduğu görülmektedir. Ancak, hidroelektrik enerjisi haricindekilerin kapasite kullanım oranlarının oldukça düşük kaldığı tespit edilmiştir. Rüzgâr ve güneş enerjisi kaynakları, yenilenebilir enerji sektöründe daha yeni geliştirilen enerji kaynakları olmaları nedeniyle, Türkiye'deki kapasite kullanım oranları düşük seviyelerde seyretmektedir. Rüzgâr ve güneş enerjisi potansiyeli Türkiye'de oldukça yüksek olmasına rağmen, bu kaynakların tam kapasiteyle kullanılmasının zaman alacağı tahmin edilmektedir.

5. Sonuç

Günümüzde enerji, modern hayatın temel ihtiyaçlarından biridir ve hemen hemen tüm sektörlerde kullanılmaktadır. Ancak, küresel çaptaki enerji ihtiyacının giderek artması, doğal kaynakların tükenmesine ve çevresel sorunların artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, enerji talebinin artışıyla birlikte sürdürülebilir çevre konusu giderek önem kazanmaktadır. Çevre konusunun önem kazanarak ön plana çıkması ise yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini her geçen gün artırmaktadır.

Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları açısından zengin bir ülke olmasına rağmen, mevcut potansiyelini yeterince kullanamamaktadır. Bu yüzden, Türkiye yüksek enerji talebini yerli kaynaklarla karşılayamamakta ve enerjide dışa bağımlı kalmaktadır. Enerji ithalatının artması, Türkiye'nin sürdürülebilir enerji kullanımı ve çevrenin korunması konularında karşılaştığı zorlukları da artırmaktadır. Bu nedenle, Türkiye'nin enerji politikaları ve stratejileri, sürdürülebilir enerji kullanımı ve çevrenin korunması hedefleri doğrultusunda şekillenmelidir. Bu nedenle, bu çalışmada Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli, kurulu gücü ve kapasite kullanım oranları araştırılmıştır.

Çalışmanın sonuçlarına göre, Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli 215 GW'tır. Fakat Türkiye'nin güneş enerjisi kurulu gücü sadece 8 GW'tır. Bu durum, Türkiye'nin güneş enerjisini kullanma potansiyelinin çok düşük kaldığını göstermektedir. Üretilen elektrik miktarı 14 TWh'tır. Kapasite kullanım oranı ise %0,74 olarak hesaplanmıştır. Bu oran, güneş enerjisinin mevcut potansiyelinin sadece küçük bir kısmının kullanıldığını göstermektedir. Güneş enerjisi kapasite kullanım oranını artırmak için daha fazla yatırım ve teşvik politikalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Rüzgâr enerjisi potansiyeli 182 GW olarak belirtilmiş ve kurulu gücü 11 GW'tır. Rüzgâr enerjisi alanında Türkiye önemli ilerlemeler kaydetmiştir.

Üretilen elektrik miktarı 31 TWh'dir. Kapasite kullanım oranı ise %1,97 olarak hesaplanmıştır. Bu oran, rüzgâr enerjisinin potansiyelinin nispeten daha iyi değerlendirildiğini göstermektedir. Ancak, rüzgâr enerjisinin kapasite kullanım oranını daha da artırmak için Ar-Ge çalışmalarına ve altyapı yatırımlarına odaklanmak gerekmektedir.

Türkiye'nin hidroelektrik enerjisi potansiyeli 53 GW olarak hesaplanmış olup şu anda 31 GW'lık bir kurulu güce sahiptir. Hidroelektrik enerjisi, Türkiye'nin enerji portföyünde en yüksek kurulu güce sahip yenilenebilir enerji kaynağıdır. Hidroelektrikten üretilen elektrik miktarı 56 TWh'dir. Kapasite kullanım oranı ise %12,05 olarak hesaplanmıştır. Bu yüksek kapasite kullanım oranı, hidroelektrik enerjinin mevcut potansiyelinden büyük ölçüde faydalandığını göstermektedir.

Türkiye'nin jeotermal enerjisi potansiyeli 32 GW olarak hesaplanmıştır. Ancak kurulu gücü sadece 2 GW'tır. Bu durum, Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyelini tam anlamıyla değerlendiremediğini göstermektedir. Üretilen elektrik miktarı 11 TWh'dir, kapasite kullanım oranı ise %3,91 olarak hesaplanmıştır. Bu oran, jeotermal enerjinin potansiyelinin hala düşük bir seviyede kullanıldığını göstermektedir. Jeotermal enerji kaynaklarının daha etkin bir şekilde kullanılması için teknolojik gelişmelerin ve yatırımların teşvik edilmesi gerekmektedir.

Türkiye'nin biyokütle enerjisi potansiyeli 10 GW olarak belirtilmiş ve kurulu gücü 2 GW'tır. Üretilen elektrik miktarı 8 TWh'dir. Kapasite kullanım oranı ise %0,68 olarak hesaplanmıştır. Bu oran, biyokütle enerjisinin potansiyelinin çok düşük bir seviyede değerlendirildiğini göstermektedir. Biyokütle kaynaklarının daha geniş çapta kullanılması için sürdürülebilir arazi kullanımı ve teknolojik iyileştirmeler gibi önlemler alınmalıdır.

Yukarıda da görüldüğü gibi, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları açısından büyük bir potansiyeli bulunmaktadır. Özellikle güneş, rüzgâr ve jeotermal enerji kaynaklarının, Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılamada önemli bir role sahip olduğu görülmektedir. Ancak, hidroelektrik enerjisi haricindeki kaynakların kapasite kullanım oranlarının oldukça düşük kaldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, Türkiye'nin enerji politikalarının daha da geliştirilmesi ve enerji sektöründe yapısal reformlar yapılması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, Türkiye, enerji politikalarını sürdürülebilirlik, enerji arz güvenliği, çevreyi koruma ve refahı artırma hedefleri doğrultusunda yeniden şekillendirerek enerji sektöründe daha sürdürülebilir bir gelecek için adımlar atmalıdır. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması, enerji verimliliği ve tasarrufu gibi sürdürülebilir kalkınma hedefleri, enerji politikalarının önemli bir parçasını oluşturmalıdır.

Kaynakça

- Akova, İ. (2008). *Yenilenebilir enerji kaynakları*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Arslan, E., & Solak, A. (2019). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin İthalat Üzerindeki Etkisi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 10(17), 1380-1407.
- Arslan, M., Çelik, G. G., & Kuzu, S. (2021). Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Cari Açık İlişkisi; Türkiye Örneği. *Şarkiyat*, 13(1), 26-40.
- Atçtı, M. E. (2012). Türkiye’nin Enerji Yatırımlarının Planlanması Sürecinin Bulanık AHP Yöntemi ile Değerlendirilmesi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Batı, O. (2014) Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir kalkınmaya etkisi konusunda bir alan araştırması. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(2), 27-38.
- Emeksiz, C. & Fındık, M. M. (2021). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ölçeğinde Değerlendirilmesi . *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Ejosat Special Issue 2021 (HORA) , 155-164 .
- Kayıoğlu, B. & Diken, B. (2020). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kullanımının Mevcut Durumu ve Sorunları . *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* , 15 (2) , 61-65 .
- Kızıldere, C. (2020). Türkiye’de Cari Açık Sorununun Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Açısından Değerlendirilmesi: Ampirik Bir Analiz. *Business & Management Studies: An International Journal*, 8(2), 2121-2139.
- Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, D. H., & Avcı, E. D. (2005). Türkiye’de Geleceksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi. Mersin.
- Kurucu, A. A. (2017). Türkiye’nin yenilenebilir enerji potansiyelinin hesaplanması. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1).
- MacKay D. J.C., (2009), *Sustainable Energy - Without The Hot Air*. UIT, Cambridge.
- Ravanoğlu, G. A., & Bostan, A. (2019). Türkiye’de enerji tüketimi ve cari açığın büyüme üzerindeki etkisinin incelenmesi. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(2), 1713-1726.
- TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu. Çevre ve Enerji İstatistikleri. (Mayıs 2023). <https://data.tuik.gov.tr>. (Erişim tarihi: 11.05.2023).
- Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (2023). Türkiye Elektrik Üretim-İletim 2021 İstatistikleri. <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri> (Erişim tarihi: 15.05.2023).
- Yanar R., Kerimoğlu G., (2011), Türkiye’de Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Cari Açık İlişkisi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3 (2) 45-54.