

## KAYSERİ İLİNİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ

**Merve OĞUZ (ORCID: 0000-0002-8388-1477)\***  
**Şeyma AKKURT (ORCID: 0000-0002-0135-1975)**

*Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye*

*Geliş / Received: 06.12.2016*

*Düzeltilmelerin gelişi / Received in revised form: 02.06.2017*

*Kabul / Accepted: 10.06.2017*

### ÖZ

Günümüzde, dünyada ve ülkemizde enerjiye olan ihtiyaç sürekli olarak artmaktadır. Enerji talebinin sağlanmasında çağdaş yaşantımızda fosil köken ağırlıklı kullanılan enerjiler yerine, çevreye duyarlı, küresel ısınma ve iklim değişikliğine sebep olmayan, dünyaya dost ve ekonomide dışa bağımlılığı ciddi biçimde azaltan enerjiler olan yenilenebilir enerjilerin kullanımının artırılması gerektiği açıklanmaktadır. Çalışmada, Kayseri İlinde bulunan yenilenebilir enerji kaynakları; güneş, rüzgâr, hidrolik ve biyokütle enerji santrallerinin kurulu güçleri ve potansiyelleri anlatılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretiminde kullanılması açısından Kayseri örneği incelenmiştir. Sonuç olarak, Kayseri’de yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelleri içinde güneş enerji potansiyelinin yüksek olduğu görülmüştür. Fakat güneş enerji santrallerinin kurulu güç içindeki payı oldukça azdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu güç içindeki payının az olduğu ve artırılması gerektiği çalışmada belirtilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Fosil yakıtlar, yenilenebilir enerji, enerji üretimi

## RENEWABLE ENERGY POTENTIAL OF KAYSERİ

### ABSTRACT

Nowadays, the demand for energy is constantly increasing in the world and our country. Rather than using mostly fossil fuel based energy in order to satisfy energy demand in our contemporary daily life, it is announced that we should increase the usage of renewable energies, which are environment-friendly, no harmful effect on climate change, and lead to decrease economic dependence in terms of energy. In the study, renewable energy sources of Kayseri; capacities of solar, wind, biomass and hydraulic power plants installed and potentials were discussed. The use of renewable energy sources in energy production were explored in terms of an example of Kayseri. As a result, the potential of solar energy in renewable energy sources in Kayseri is high. However, the share of installed power of solar power plants is quite low among other renewable energy plants. It was stated in the study that the share of renewable energy resources in installed capacity is low and should be increased.

**Keywords:** Fossil fuels, renewable energy, environmental effects

### 1. GİRİŞ

Son yıllarda sanayileşme, nüfus artışı, teknolojik gelişmeler ve yaşam standardının artması ile birlikte enerjiye olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Dünyada ve ülkemizde enerji üretiminde en çok fosil kökenli yakıtlar kullanılmaktadır. Fakat fosil kökenli yakıtlar birçok çevresel probleme neden olmaktadır. Fosil yakıtların kullanılması sonucunda, karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), azot oksit (N<sub>2</sub>O) ve kloroflorokarbon (CFC) gibi

\*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 352 207 6666/7388; e-mail / e-posta: merveoguz@erciyes.edu.tr

*KAYSERİ İLİNİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ*

gazlar oluşmaktadır. Bu zararlı gazlar hem havayı kirletmekte hem de küresel ısınmayı artırmaktadır. Ayrıca fosil kaynakların rezervleri sınırlıdır ve yakın gelecekte tükenecektir [1]. Bunun yanı sıra Türkiye Kyoto protokolüne imza attığı için çevresel sorunlara neden olan fosil kaynaklı enerji kullanımı ülkemize gelecek yıllarda büyük bir sorun oluşturabilir. Çevreye verilen zararı önlemek için, sürdürülebilir, çevre dostu ve yerli enerji kaynağı olan yenilenebilir enerji kaynakları enerji üretiminde kullanılmalıdır. Türkiye’de enerji üretiminde kullanılan başlıca yenilenebilir enerji kaynakları; hidroelektrik, rüzgâr, güneş, jeotermal ve biyokütledir. Ülkemizin yenilenebilir enerji potansiyeli oldukça yüksektir. Fakat Türkiye sahip olduğu bu potansiyelin çok küçük miktarını kullanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları fosil kökenli yakıtların aksine sınırsızdır ve doğada kendiliğinden üretilmektedir. Ayrıca fosil yakıtlar küresel ısınmaya, asit yağmurlarına, hava, su ve toprak kirliliğine neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, doğal olarak gerçekleşen süreçler sonunda oluşması nedeniyle fosil kaynakların neden olduğu çevresel sorunların azalmasında da büyük öneme sahiptir.

Ülkemizin 2009 yılında Kyoto protokolünü imzalamış olması ve gelecekte küresel ısınmaya karşı olan mücadelenin artacağı, fosil yakıtların tükeneceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu şekilde ülkemizin jeopolitik konumundan yararlanılarak çevreye zararı olmayan enerji kaynaklarının kullanımı yaygın hale getirilmelidir [1]. Aşağıda başlıca yenilenebilir enerji kaynakları ve çevresel etkileri anlatılmıştır.

- a) Güneş Enerjisi
- b) Rüzgâr Enerjisi
- c) Jeotermal Enerji
- d) Biyokütle Enerjisi
- e) Hidroelektrik Enerji
- f) Hidrojen Enerjisi
- g) Deniz Kökenli (Dalga) Enerji Kaynakları

**a) Güneş Enerjisi:** Güneş enerjisinin kaynağı güneştir ve neredeyse bütün yenilenebilir enerji kaynaklarının doğrudan ya da dolaylı olarak oluşmasında etkilidir. Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde bulunan hidrojen gazını helyuma dönüştüren füzyon reaksiyonu sonucunda ortaya çıkan çok güçlü bir enerji kaynağıdır [2]. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretiminde fotovoltaik (güneş pili) sistemler ve yoğunlaştırıcı sistemler kullanılmaktadır [3]. Güneş dünyaya her mevsimde ve günün her saatinde aynı derecede gelmez. Bu nedenle sistemlerde üretilen güneş enerjisinin depolanması gereklidir [2]. Bu şekilde güneş enerjisinin her zaman kullanılabilmesi sağlanmaktadır.

**b) Rüzgâr Enerjisi:** Rüzgâr enerjisinin kaynağı güneştir. Rüzgâr enerjisi, hava kütlelerinin yüksek basınçtan alçak basıncın olduğu yere doğru hareket etmesi sonucu oluşmaktadır [1]. Temiz, yenilenebilir, çevre dostu ve enerjiye çevrilmesi kolay olması bakımından günümüzde önem arz eden bir enerji kaynağıdır. Rüzgârdan enerji üretiminde türbinler kullanılmaktadır. Rüzgâr enerjisi dönüştürme sistemleri 50 W ile 2-3 MW arasında mekanik veya elektrik gücü sağlayabilmektedir. Rüzgârın hızı yükseklikte; gücü ise rüzgâr hızının küpü ile orantılı olarak artmaktadır. Topoğrafik koşullara göre yerden 50 m yükseklikteki özgül güç, hız 3,5 m/s den küçük iken 50 W/m<sup>2</sup> den az olabilmekte, hız 11,5 m/s’den büyük iken 1800 W/m<sup>2</sup>’den çok olabilmektedir [2].

**c) Jeotermal Enerji:** Jeotermal kaynaklar yoğun olarak aktif kırık sistemleri ile volkanik ve magmatik birimlerin etrafında oluşmaktadır [4]. Türkiye’de bilinen jeotermal alanların %95’i ısıtmaya ve kaplıca kullanımına, geri kalan kısmı ise elektrik üretimine uygundur [5]. Jeotermal enerji üretiminde fosil kaynaklı yakıtlara göre oldukça az miktarda CO<sub>2</sub> gazı oluşmaktadır. Santral çalışırken hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S), amonyak (NH<sub>3</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) ve nispeten daha az miktarlarda kimyasallar olan sodyum klorür (NaCl), bor (B), arsenik (As) ve cıva (Hg) gibi zararlı kimyasallar oluşmaktadır. Yeni geliştirilen geri enjeksiyon (Reinjection) teknolojisi ile birlikte, bu zararlı kimyasallar enerji çevrim işleminden sonra jeotermal kaynağa pompalanır ve böylece zararlı kimyasallar yüzeye ulaşmaz [7]. Güneş ve rüzgâr gibi mevsimsel faktörlerden etkilenmez [1]. Jeotermal enerjiden elde edilen birim gücün maliyeti, hidroelektrik dışında termik ve diğer santrallerden elde edilene göre çok daha ucuzdur. Çevreye verilen zarar açısından termik santraller ile kıyaslanacak olunursa çevresel etkisi oldukça azdır [6]. Kayseri’de jeotermal enerji santrali yoktur.

**d) Biyokütle Enerjisi:** Evsel ve endüstriyel atıklar ile bitkisel ve hayvansal ürünlerden oluşmaktadır. Doğal, organik maddelerden elde edilen bir enerjidir [7]. Biyokütle enerjisi, klasik ve modern anlamda olmak üzere iki grup olarak incelenebilir. İlk olarak; geleneksel ormanlardan elde edilen yakacak odun ve yine yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan atıkları (tezek gibi)’dir. İkincisi, yani modern biyokütle enerjisi ise; enerji ormancılığı ve orman-ağaç endüstrisi atıkları, tarım kesimindeki bitkisel atıklar, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıkları olarak sıralanır [2].

**e) Hidroelektrik Enerji:** Hidrolik enerji suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi olarak tanımlanabilir. Bu enerji suyun yüksek bir yerden aşağıya doğru hareketi ile elde edilen bir enerjidir. Akan su içindeki enerji miktarını, suyun akış ya da düşüş hızı belirler. Büyük bir nehirde akan su büyük miktarda enerji taşımaktadır. Ya da su çok yüksek bir noktadan düşürüldüğünde de yine yüksek miktarda enerji elde edilmektedir. Her iki yolla da kanal ya da borular içine alınan su, türbinlere doğru akar, elektrik üretimi için

M. OĞUZ, Ş. AKKURT

pervane biçiminde kolları olan türbinlerin dönmesini sağlar. Türbinler jeneratörlere bağlıdır ve mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler [6]. Santrallerde barajlar suyun depolanması için kullanılarak suyun debisindeki değişimlerden etkilenmesinin önüne geçilmiştir.

**f) Hidrojen Enerjisi:** Dünyanın yapıtasını oluşturan elementlerden biridir. Renksiz, kokusuz ve zehirli olmayan bir gazdır. Hidrojen pozitif yüklü bir proton ve negatif yüklü bir elektrondan oluşmaktadır. Doğada en fazla suyun yapısında bulunur, tek başına bulunmaz. Sudan hidrojen enerjisinin elde edilmesi dünyada kullanımını ulaşılabılır hale getirmektedir. Aynı zamanda fosil yakıtlarda ve birçok elementle, hidrokarbonla bileşik halinde bulunmaktadır. Ancak hidrojenden enerji elde etmek için bu bileşiklerden ayırıştırmak gereklidir ve bu işlem oldukça pahalıdır [4]. Hidrojen gazı bir kaçak anında hızlıca dağılıp yukarı uçtuğu için tehlikeli değildir. Ayrıca sudan elde edilmesi sırasında hidrojen yanar ve su tekrar oluşur. Bu durumda su harcanmaz sadece içindeki hidrojen alınmış olur. Bundan dolayı hidrojen enerjisi yenilenebilir enerji kaynağıdır [8]. Hidrojenden elektrik enerjisi üretiminde, zararlı emisyonlar oluşmaz, hatta kullanımının yaygınlaşması ile birlikte bu gazların azalmasını da sağlamaktadır. Hidrojen enerjisinde atık olarak su oluşur. Bu yönüyle önemli bir çevre dostu enerji kaynağıdır. Halen kullanımı için birçok bilim adamı çalışmalarını sürdürmektedir [7].

**g) Dalga Enerjisi:** Dalga enerjisi, denizde var olan dalgalardan elde edilen bir enerjidir. Bu enerji rüzgârın etkisiyle oluşmaktadır. Rüzgârın oluşmasında güneş etkili olduğu için güneş dalga enerjisinin oluşmasında dolaylı olarak etkilidir. Dalganın fazla olduğu bölgelere santraller kurularak enerji üretilir. Bu sistem denizin dibinde ya da yüzeyinde bulunan santrallerdeki türbinleri dalgaların döndürmesi sonucu enerji üretilmesi esasına dayanmaktadır. Sürekli ve temiz enerji kaynağıdır. Üretilen enerji çeşitli bataryalarda depolanarak kesintisiz kullanımı sağlanır [1]. Dalga enerjisinde herhangi bir yakıt kullanılmaz. Rüzgâr ve gel git olayları devam ettiği sürece oluşacak sürekli bir enerji kaynağıdır. Bu yönüyle fosil kökenli kaynakların tam tersi özellik taşımaktadır. Bu enerji kaynağının kullanım ömrü oldukça uzundur ve ilk yatırım maliyeti dışında herhangi bir maliyeti yoktur. Santralin kurulumu deniz üzerine de yapılabileceği için ayrıca bir alan kullanımını gerektirmez. Özellikle kıyı kesiminde yerleşimin az olduğu yerlerde elektrik enerjisi üretimi için oldukça ideal bir kaynaktır [7].

## 2. KAYSERİ İLİ YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Kayseri, İç Anadolu'nun güneydoğusunda orta Kızılırmak bölümünde yer alır. 38 derece 18 dakika ile 37 derece 45 dakika kuzey enlemleri; 36 derece 58 dakika ile 34 derece 56 dakika doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Kuzeyden Yozgat, kuzeydoğudan Sivas, güneyden Adana, güneydoğudan Kahramanmaraş, batıdan Nevşehir ve güneybatıdan Niğde illeri ile çevrilidir.

Kayseri İli; Kocasinan, Melikgazi ve Talas ilçelerini kapsamaktadır. Kayseri'nin tüm bölümlerinde genel olarak bozkır hâkimdir. Yazlar sıcak ve kurak geçerken, kışlar yağışlı ve soğuk geçer. Kış dönemlerinde gece boyu sıcaklıklar 0°C'nin altında seyrederek [9].

Kayseri'de bulunan aktif santral sayısı 82'dir ve kurulu güç ise 679 MW'tır. Bu santrallerin yıllık enerji üretimi 2035 GWh'tir. Santrallerin 23 tanesi lisanslı iken 59 tanesi ise lisanssızdır. Kayseri ilinde bulunan enerji santralleri arasında rüzgâr santrallerin kurulu gücü ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada hidroelektrik enerji santralleri ve üçüncü sırada ise güneş enerji santralleri yer almaktadır [10].

### 2.1. Kayseri'deki Bazı Güneş Enerji Santralleri

Türkiye'nin güneş enerji potansiyeli atlası incelendiğinde Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nin ön plana çıktığı görülmektedir. Kayseri'nin güneşlenme süreleri ve global radyasyon değerleri dikkate alındığında oldukça yüksek potansiyele sahip olduğu görülmektedir.

Kayseri ilinin güney kesimleri; Pınarbaşı, Hacılar, Yahyalı, Sarız, Develi ve Tomarza'nın bazı kesimleri güneş enerjisi açısından yüksek potansiyele sahiptir [11]. Şekil 1'den bu ilçelerin toplam güneş radyasyon değerlerinin 1650-1750 kWh/m<sup>2</sup>-yıl arasında değiştiği görülmektedir. Kayseri'nin özellikle yaz aylarında güneş ışığını daha fazla alması nedeniyle güneş enerjisinden elektrik üretimi en fazla yaz aylarında yapılır. Üretilen enerjinin fazlası depolanarak güneş enerjisinden kış aylarında da yararlanılabilir.

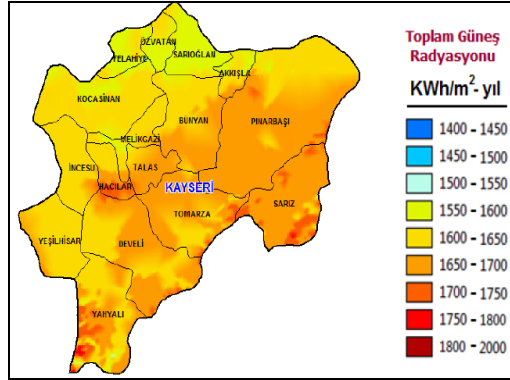
Şekil 2'ye bakıldığında Kayseri'nin güneşlenme süresinin en yüksek değeri Temmuz ayında 12,03 saat değerinde olduğu görülmektedir. Şekil 3'te ise Kayseri'de global radyasyon değerleri (kWh/m<sup>2</sup>-gün) aylara göre verilmiştir. En yüksek global radyasyon değeri Temmuz ayında (6,86 kWh/m<sup>2</sup>-gün)'dir.

Güneş enerji santrallerinin (GES) kurulması için büyük alan gereklidir. Kullanılmayan ve verimsiz tarım arazilerine santrallerin inşa edilmesi ile bu sorunun önüne geçilebilir.

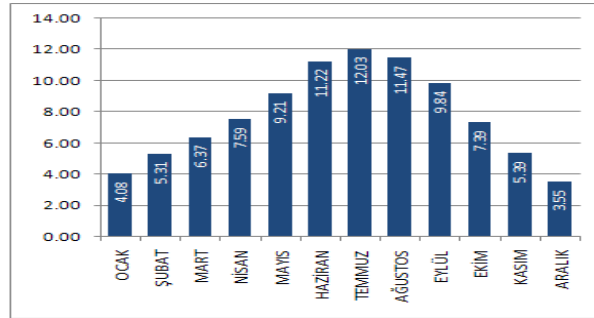
Güneş enerjisinin çevresel etkileri ise, fosil enerji kaynakları gibi zararlı emisyon, atık oluşmaz ve sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisinin kullanımının yaygın hale getirilmesiyle birlikte atmosferde çok fazla miktarda bulunan CO<sub>2</sub> gazının azalması da sağlanabilir [4]. Güneş enerji santrallerinin yaygın olarak

*KAYSERİ İLİNİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ*

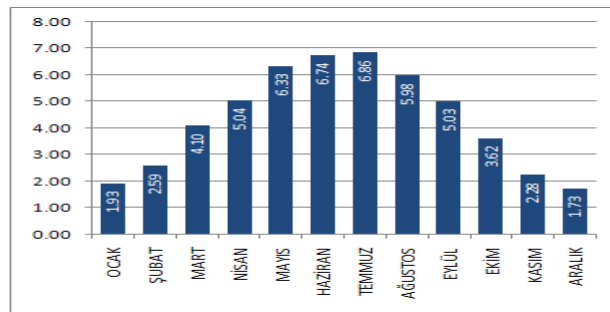
kullanılması için devlet teşviği oldukça önemlidir. Türkiye'nin Şubat 2017 Güneş enerjisi kurulu gücü 848 MW'tır. Tablo 1'de Kayseri'de bulunan güneş enerji santrallerinin kurulu güçleri ve Türkiye güneş enerji kurulu gücü içindeki oranlarına yer verilmiştir.



**Şekil 1.** Kayseri İli güneş enerji potansiyeli [11]



**Şekil 2.** Kayseri'de güneşlenme süreleri (saat) [11]



**Şekil 3.** Kayseri'de global radyasyon değerleri (kWh/m<sup>2</sup>-gün) [11]

**Tablo 1.** Kayseri İlinde bulunan bazı güneş enerji santralleri kurulu güçleri [10]

Güneş Enerji Santralleri	Kurulu Güç (MW)	Türkiye Güneş Enerjisi Kurulu Gücü İçindeki Oranları (%)
Kayseri Çiftlik Güneş Enerji Santrali	8,40	0,990
Entar Enerji Güneş Enerjisi Santrali	8,00	0,943
Kayseri Organize Sanayi Bölgesi Güneş Enerji Santrali	6,00	0,707
Erciyes Enerji Üretim Güneş Enerji Santrali	4,00	0,471
Has Çelik Güneş Enerji Santrali	4,43	0,522
Kayseri Şeker Fabrikası Güneş Enerji Santrali	1,43	0,168

M. OĞUZ, Ş. AKKURT

### 2.1.1. Kayseri Çiftlik Güneş Enerji Santrali

Çiftlik Güneş Enerji Santrali, Kayseri'nin Melikgazi İlçesinde (Şekil 4). Türkiye'nin 736.; Kayseri'nin ise 14. büyük enerji santralidir. Tesis ayrıca Türkiye'nin 5. büyük Güneş Enerji Santrali'dir. Kayseri Çiftlik Güneş Enerjisi Santrali ortalama 12.300.000 kilovatsaat elektrik üretimi ile 3.716 kişinin günlük hayatında ihtiyaç duyduğu (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir. Kayseri Çiftlik Güneş Enerjisi Santrali sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında ise 3.905 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretimi yapmaktadır [12].



Şekil 4. Kayseri Çiftlik Güneş Enerji Santrali [12]

Kayseri Çiftlik Güneş Enerji Santralinin ürettiği elektrik (12.300.000 kilovatsaat) TEİAŞ tarafından yurtdışından ithal edilmiş olsaydı toptan fiyatı ile yaklaşık olarak 2.065.293 TL ödeme yapılması gerekecekti. Kayseri Çiftlik Güneş Enerjisi Santrali enerjide dışa bağımlılığımızın azalmasına katkıda bulunmaktadır.

### 2.1.2. Kayseri Şeker Fabrikası Güneş Enerji Santrali

Kayseri Şeker Fabrikası güneş enerji santrali; Kayseri'nin Kocasinan İlçesinin Süksün Köyü bölgesinde bulunmaktadır. Türkiye'nin 1061. Kayseri'nin ise 37. büyük enerji santrali ve ayrıca Türkiye'nin 69. büyük Güneş Enerji Santrali'dir (Şekil 5) [13].

GES'te Yingli Solar marka fotovoltaik güneş paneli kullanılmıştır. Kayseri Şeker Fabrikası GES ortalama 2.100.000 kWh elektrik üretimi ile 634 kişinin günlük hayatında ihtiyaç duyduğu (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir. Güneş enerji santralinin kapasitesi, 2016 yılı Şubat ayında tesise 1 MW ilave edilmesiyle 1,43 MW'a ulaşmıştır [13].



Şekil 5. Kayseri Şeker Fabrikasının Güneş Enerji Santrali [13]

### 2.1.3. Kayseri OSB Güneş Enerjisi Santrali

Kayseri OSB Güneş Enerjisi Santrali Kayseri'nin Melikgazi ilçesi Organize Sanayi Bölgesinde bulunmaktadır. Türkiye'nin 772., Kayseri'nin ise 15. büyük enerji santralidir [14]. Tesis ayrıca Türkiye'nin 14. büyük güneş

*KAYSERİ İLİNİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ*

enerji santralidir. GES'te Canadian Solar marka fotovoltaik güneş paneli kullanılmıştır. Kayseri OSB Güneş Enerjisi Santrali ortalama 8.760.000 kWh elektrik üretimi ile 2.647 kişinin günlük hayatında ihtiyaç duyduğu (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir (Şekil 6) [14].



Şekil 6. Kayseri OSB Güneş Enerji Santrali [14]

## 2.2. Kayseri'deki Rüzgâr Enerji Santralleri

Türkiye Rüzgâr atlası incelendiğinde, rüzgâr enerjisi potansiyeli açısından Ege Bölgesi ve Güney Marmara Bölgesi öne çıkmaktadır. Ayrıca Rüzgâr Enerji Santralinin (RES) ekonomik olabilmesi için rüzgâr hızının 50 m yükseklikte en az 7 m/s ve kapasite faktörünün de en az %35 olması gerekmektedir [15]. Rüzgâr türbinleri kuruldukları araziye zarar vermez. Ayrıca, arazide tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin yapılmasına engel oluşturmaz. Rüzgâr türbinleri denize kurulursa arazi kullanımının önüne geçilebilir. Rüzgâr tarlası olarak kullanılmış arazinin eski haline kolaylıkla getirilebilir olması ve türbinlerin kolaylıkla sökülebilir olması oldukça avantajlıdır. Rüzgâr türbinlerinin kurulduğu coğrafi bölgelerde görsel ve estetik kirliliği, gürültü yapması, kuş ölümlerine neden olması, kuşların göç yollarını değiştirmelerine neden olması, gerek radyo ve gerekse televizyon alıcılarında parazitler oluşturması (2-3 km'lik alan içinde) olumsuz özellikleri olarak sayılabilir. Fakat gelişen teknoloji ile birlikte bu olumsuz etkiler giderek azalmaktadır [5]. Tablo 2'de Kayseri İlının kurulabilecek rüzgâr gücünün toplam 1.885,28 MW olduğu verilmiştir.

**Tablo 2.** Kayseri İlinde kurulabilecek rüzgâr enerjisi santrali güç kapasitesi [16]

50 m'de Rüzgâr Gücü (W/m)	50 m'de Rüzgâr Hızı (m/s)	Toplam Alan (km <sup>2</sup> )	Toplam Kurulu Güç (MW)
300 -400	6,8 – 7,5	276,69	1.383,44
400 -500	7,5 -8,1	95,2	476
500 -600	8,1- 8,6	4,85	24,24
600 -800	8,6- 9,5	0,32	1,6
>800	>9,5	0	0
<b>Toplam</b>		377,06	1.885,28

1.383,44 MW gücündeki kurulu gücün 4. sınıf iyi hıza sahip rüzgârlı alanlar, 476 MW gücündeki kurulu gücün 5. sınıf harika hıza sahip rüzgârlı alanlar, 24,24 MW gücündeki kurulu gücün 6. sınıf mükemmel hıza sahip rüzgârlı alanlar ve 1,6 MW gücündeki kurulu gücün 7. sınıf sıra dışı addedilen rüzgârlı alanlara kurulabileceği görülmektedir [16]. Türkiye'nin Şubat 2017 rüzgâr enerjisi kurulu gücü 5.775 MW'tır.

Tablo 3'te Kayseri'de bulunan bazı rüzgâr enerji santrallerinin kurulu güçlerine ve Türkiye rüzgâr enerjisi kurulu gücü içindeki oranlarına yer verilmiştir.

### 2.2.1. Aksu Rüzgâr Enerji Santrali

Aksu santrali Ayen Enerji (%70) ve Aksu Grup (%30) ortaklığında kurulmuştur. Aksu Rüzgâr Santrali, Aksu Temiz Enerji Elektrik Üretim A.Ş. tarafından işletilmekte olup Türkiye'nin 160. ; Kayseri'nin ise 3. büyük enerji santralidir. Tesis ayrıca Türkiye'nin 14. büyük rüzgâr enerji santralidir.

**Tablo 3.** Kayseri ilinde Bulunan Bazı Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin Kurulu Güçleri [17]

Rüzgâr Enerji Santralleri	Kurulu Güç (MW)	Türkiye Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücü İçindeki Oranları (%)
Kayseri Yahyalı Rüzgâr Santrali	83	1,44
Aksu Rüzgâr Santrali	72	1,25
Sancak Rüzgâr Santrali	52,5	0,91
Kurtkaya Rüzgâr Santrali	45,6	0,78
Zincirli Rüzgâr Santrali	12	0,21

Santral, ortalama 162.851.411 kilovatsaat elektrik üretimi ile 49.200 kişinin günlük hayatında ihtiyaç duyduğu (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir. Aksu Rüzgâr Santrali sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında ise 51.699 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretimi yapmaktadır.

**Tablo 4.** Aksu Rüzgâr Santrali yıllık elektrik üretimi tablosu [18]

Yıl	Üretim (kWh)	İl Tüketimine Oranı (%)	Ülke Tüketimine Oranı (%)
2012	114.201.877	3,67	0,047
2013	152.068.514	4,80	0,06
2014	175.654.527	5,33	0,07
2015	175.183.547	5,16	0,07
2016 (6 ay)	111.572.602	-	-

Tablo 4'e bakıldığında, Aksu Rüzgâr Santralinin ürettiği elektriğin her yıl arttığı ve üretilen elektrik içindeki payının da arttığı görülmektedir. Santral, 2016 yılında Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizmasından (YEKDEM) faydalara ürettiği 1 kilovatsaat elektriği 0,0730 \$ fiyat ile devlete satmıştır. Aksu Rüzgâr Enerji Santrali YEKDEM'den son olarak 2022 yılında faydalanabilecektir [18].

Devletin santrallerin ürettikleri elektriği satın alması yenilenebilir enerji santrallerinin yaygınlaşması için oldukça önemlidir.

## 2.2.2. Sancak Rüzgâr Enerji Santrali

Kayseri'de bulunan bir diğer rüzgâr santrali Sancak Rüzgâr Enerjidir. Santral, Türkiye'nin 202. ; Kayseri'nin ise 4. büyük enerji santralidir. Sancak Enerji Yahyalı RES ortalama 174.800.000 kilovatsaat elektrik üretimi ile 52.810 kişinin günlük hayatında ihtiyaç duyduğu (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir. Sancak Enerji Yahyalı RES sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında ise 55.492 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretimi yapmaktadır [19].

Sancak Enerji Yahyalı RES 2016 yılında YEKDEM'den faydalanacak olup ürettiği 1 kilovatsaat elektriği 0,0870 \$ fiyat ile devlete satmıştır. Sancak Enerji Yahyalı Rüzgâr Santrali YEKDEM'den son olarak 2025 yılında faydalanabilecektir. Tesiste 29 Ocak 2016'da, 7 rüzgâr türbininde de ticari elektrik üretimi başlamış ve toplam türbin sayısı 22'ye, kurulu güç 52,5 MW elektriksel güç kapasitesine ulaşmıştır [19].

## 2.2.3. Kurtkaya Rüzgâr Enerji Santrali

Santral, Türkiye'nin 395., Kayseri'nin ise 6. büyük enerji santralidir (Şekil 7). Kurtkaya RES ortalama 173.616.678 kWh elektrik üretimi ile 52.452 kişinin günlük hayatında ihtiyaç duyduğu (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir. Kurtkaya RES sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında ise 55.116 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretimi yapmaktadır. Tesiste, 29 Ocak 2016'da 45 MW elektriksel güç kapasitesine sahip Kurtkaya Rüzgâr Santrali'nin 9,6 MW elektriksel güç kapasitesi devreye alınmıştır [20].

*KAYSERİ İLİNİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ*

Şekil 7. Kayseri Kurtkaya Rüzgâr Santrali [20]

**2.2.4. Kayseri Yahyalı Rüzgâr Enerji Santrali**

Santral, Türkiye'nin 544.; Kayseri'nin ise 9. büyük enerji santralidir. Tesis ayrıca Türkiye'nin 111. büyük Rüzgâr Enerji Santrali'dir. Kayseri Yahyalı Rüzgâr Santrali ortalama 47.360.000 kilovatsaat elektrik üretimi ile 14.308 kişinin günlük hayatında ihtiyaç duyduğu (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir. Kayseri Yahyalı Rüzgâr Santrali sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında ise 15.035 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretimi yapmaktadır [21].

Kayseri Yahyalı Rüzgâr Enerji Santrali tamamlandığında 83 MW elektriksel güç kapasitesine sahip olacaktır. 24.09.2016 tarihinde Yahyalı RES'te toplam 13,2 MW elektriksel güç kapasiteli ilk 4 rüzgâr türbini devreye alınmıştır [21].

**2.2.5. Zincirli Rüzgâr Enerji Santrali**

Santral, Türkiye'nin 571.; Kayseri'nin ise 10. büyük enerji santralidir. Tesis ayrıca Türkiye'nin 114. büyük Rüzgâr Enerji Santrali'dir. Zincirli Rüzgâr Santrali ortalama 47.430.144 kilovatsaat elektrik üretimi ile 14.329 kişinin günlük hayatında ihtiyaç duyduğu (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir. Zincirli Rüzgâr Santrali sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında ise 15.057 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretimi yapmaktadır [22].

**2.3. Kayseri'deki Hidroelektrik Enerji Santralleri**

Kayseri, Kızılırmak ve Yeşilirmak su havzaları içinde yer almaktadır. Kızılırmak Sivas İl sınırları içinde doğmakta, Sivas ve Kayseri illerini geçtikten sonra Yozgat'ın batısından Karadeniz'e yönelmektedir. Her iki ırmak da içinden geçtiği bölge illerinden doğan çok sayıda dere ve akarsuyu içine alarak Karadeniz'e dökülür. Bu bağlamda Kayseri'nin de hidroelektrik potansiyeli açısından zengin olduğu söylenebilir [16].

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi tarafından hazırlanan 2012 enerji raporuna göre Kızılırmak havzasının elektrik üretimi teknik potansiyeli 19,55 GWh, ekonomik potansiyeli ise 6,32 GWh'tır. Benzer şekilde, Yeşilirmak Havzasının elektrik üretimi teknik potansiyeli 18,68 GWh, ekonomik potansiyeli ise 5,2 GWh'tır [16].

Hidroelektrik santralleri çevreye fosil kökenli yakıtlar gibi zarar vermez. Aksine hidroelektrik santraller, elektrik üretiminin dışında selleri önleme, sulama ve enerji üretiminde, o bölge için gerekli olan suyun depolanması gibi farklı amaçlar için de kullanılmaktadır. Fakat hidroelektrik santraller kurulduğu bölgede iklim değişikliğine neden olabilir. Ayrıca baraj göllerinde suyun akış hızı değişmesi nedeniyle zararlı parazitlerin oluşması, balık vb. suda yaşayan canlıların ölümüne neden olmaktadır [5]. Türkiye'nin Şubat 2017 Hidroelektrik enerji santrali kurulu gücü 26.695 MW'tır. Tablo 5'te Kayseri'de bulunan bazı hidroelektrik enerji santrallerinin kurulu güçlerine ve Türkiye hidroelektrik enerjisi kurulu gücü içindeki oranlarına yer verilmiştir [10].

**2.3.1. Yamula Barajı ve Hidroelektrik Santrali**

Kayseri'nin Kocasinan ilçesinde ve Kızılırmak nehri üzerinde bulunmaktadır. Türkiye'nin 134.; Kayseri'nin ise en büyük enerji santralidir. Yamula Barajı ve HES ortalama 352.620.130 kilovatsaat elektrik üretimi ile 106.532 kişinin günlük hayatında ihtiyaç duyduğu (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması



M. OĞUZ, Ş. AKKURT

gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir. Yamula Barajı ve HES sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında ise 111.943 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretimi yapmaktadır.

Baraj'da 2 adet 50 MW kapasiteli düşey eksenli Francis tip türbin kullanılmaktadır. Barajın minimum ve maksimum işletme seviyeleri sırasıyla 1070 m ve 1100 m'dir. Santral, yılın ilk 6 ayındaki kapasite kullanımına göre 2016'da 376.836.820 kWh elektrik üretmiştir [23].

**Tablo 5.** Kayseri İlinde bulunan bazı hidroelektrik enerji santralleri kurulu güçleri [10]

Hidroelektrik Enerji Santralleri	Kurulu Güç (MW)	Türkiye Hidroelektrik Enerji Santrali Kurulu Gücü İçindeki Oranları (%)
Yamula Barajı HES	100	0,374
Çamlıca1 HES	84	0,314
Çamlıca 3 HES	27,6	0,103
STS-1 Regülatörü ve HES	11	0,041
Bahçelik HES	4,17	0,015
Molu HES	3,25	0,012
Bünyan HES	1,36	0,0051

### 2.3.2.Çamlıca 1 Hidroelektrik Santrali

Kayseri'nin Yahyalı İlçesi Çamlıca Köyü mevkiinde, Zamantı Irmağı üzerinde bulunmaktadır. Türkiye'nin 148.; Kayseri'nin ise 2. büyük enerji santralidir. Çamlıca 1 HES ortalama 304.997.339 kilovatsaat elektrik üretimi ile 92.144 kişinin günlük hayatında ihtiyaç duyduğu (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir. Çamlıca 1 HES sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında ise 96.825 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretimi yapmaktadır. Santral 2013 yılında 357.695.300 kWh elektrik enerjisi üretimi yapmıştır. Elektrik üretim miktarının il bazında tüketimine oranı %11,30'dur [24].

### 2.3.3.Çamlıca 3 Hidroelektrik Santrali

Kayseri'nin Yahyalı ilçesinde Zamantı Irmağı üzerindedir. Türkiye'nin 342. ; Kayseri'nin ise 6. büyük enerji santralidir. Çamlıca 3 HES ortalama 58.786.574 kilovatsaat elektrik üretimi ile 17.760 kişinin günlük hayatında ihtiyaç duyduğu (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir.

Çamlıca 3 HES sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında ise 18.662 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretimi yapmaktadır [25]. Çamlıca 3 HES 2016 yılında YEKDEM'den faydalanmış olup ürettiği 1 kilovatsaat elektriği 0,0730 \$ fiyat ile devlete satmıştır. Çamlıca 3 Hidroelektrik Santrali (HES) YEKDEM'den son olarak 2020 yılında faydalanabilecektir. Santral elektrik üretimine 2011 yılında 56.900.000 kWh ile başlamış olup yılın ilk 9 ayındaki kapasite kullanımına göre 2016 yılında 43.800.000 kW elektrik üretmiştir [25].

## 2.4. Kayseri'nin Biyokütle Potansiyeli

Kayseri'de; buğday, şeker pancarı ve aspir gibi biyoyakıt hammaddesi bitkiler için bölge iklimi uygundur ve buğday ve şeker pancarı bölgede yaygın olarak yetiştirilmektedir. Uygun programlar geliştirildiği takdirde enerji bitkilerinin yetiştirilmesi kırsal kalkınmaya önemli katkı sağlayabilir. Ayrıca yaygın olan hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların da enerjiye dönüştürülme potansiyeli değerlendirilebilir [16]. Kayseri'de biyogaz enerjisi, Kayseri çöplüğü biyogaz elektrik santralinde sağlanmaktadır ve kurulu gücü 5,78 MW'tır [26].

Güneşin sürekli bir enerji kaynağı olması nedeniyle biyokütle enerjisinin de tükenmez ve sürekli bir enerji kaynağı olmasını sağlamaktadır. Biyokütle enerjisinde biyokütleyle oluşturan kaynakların yanması sonucu oluşur. Oluşan CO<sub>2</sub> çevreyi kirletmez. Çünkü oluşan CO<sub>2</sub> bitkiler tarafından alınıp tekrar kullanılmaktadır. Fosil kökenli enerji kaynaklarının oluşturduğu CO<sub>2</sub> miktarının da azalmasına sağlar. Çünkü bitkiler atmosferdeki CO<sub>2</sub> alır ve O<sub>2</sub> ve besin üretirler. Biyoyakıtların üretimi sonunda oluşan gübre, H<sub>2</sub>S ve bazı toprak atıkları tarımsal faaliyetlerde kullanılabilir. Yani oluşan atık farklı amaçlar için kullanılabilir ve çevreye de zarar vermez [5].

*KAYSERİ İLİNİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ***2.5. Kayseri ile ilgili Yapılmış olan Santral Çalışmaları**

Kayseri Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Maliyet Analizi isimli çalışmada, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ)'nden alınmış 2000 – 2007 yılları arasında saatlik güneşlenme verileri kullanılmış ve Kayseri İlinin güneş enerjisi potansiyeli ve maliyeti incelenmiştir.

Enerji maliyeti için örnek çalışma olarak Kayseri 12. Hava Ulaştırma Ana Üs Komutanlığı'nın bir biriminde güneş enerjisi sistemlerinden yararlanmak amacıyla hesaplamalar yapılmıştır.

Güneş tarlası kurulması planlanan alanın büyük bir ova olması nedeniyle alanda güneş ölçümleri yapılmamış DMİ'nin Kayseri'de bulunan istasyonundan alınan veriler kullanılmıştır. En fazla güneş ışığının Temmuz ayında olduğu ( $40,57 \text{ kal/cm}^2$ ) ve en az güneş ışığının ise Aralık ayında ölçüldüğü ( $15,77 \text{ kal/cm}^2$ ) yapılan analizler sonucunda belirlenmiştir. Tahmin edilebileceği gibi en fazla güneş alan aylar yaz ayları (Haziran-Temmuz-Ağustos), en az güneş alan aylar ise kış aylarıdır (Aralık-Ocak).

Bölgeden üretilebilecek olan maksimum güç Temmuz ayında  $471,82 \text{ W/m}^2$  olarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan en az güç elde edilebilecek ay ise, en az güneş alan ay olan Aralık ayıdır ve  $183,40 \text{ W/m}^2$  olarak hesaplanmıştır.

Çalışmada yapılan hesaplamalara göre hava üssünde ele alınan birimin yıllık enerji tüketimi 41,000 kWh olarak ölçülmüştür. Çalışmada, gerekli olan enerjinin üretilmesi için Kyocera güneş panelinin kullanılması durumundaki toplam maliyetin yaklaşık 154.000 € iken Suntech güneş panelinin kullanılması durumunda ise yaklaşık 167.000 € olduğu belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda planlanan güneş tarlasının kendini yaklaşık 25-30 sene aralığında amorti edeceği görülmüştür. Ancak 25–30 yıl süresince zaten santral verimli olacağı süreyi tamamlayacaktır.

Yapılan iki çeşit güneş paneli hesaplamalarına göre bu enerji tüketimini karşılayacak güneş panellerinin enerji maliyetlerinin yüksek çıkmış olması ve güneş tarlasının alana kurulumunun uygun olmadığı çalışmada belirtilmiştir [27].

Diğer bir çalışmada ise; Kayseri-Pınarbaşı Rüzgâr Potansiyeline Uygun Küçük Ölçekli Rüzgâr Türbini Aerodinamik Tasarımıdır [28]. Türkiye Rüzgâr Atlası'ndan alınan verilere göre Pınarbaşı bölgesinin yıllık ortalama rüzgâr hızının 4,5-5 m/s arasında olduğu belirtilmiştir. Pınarbaşı bölgesinde 50 m göbek yüksekliğinde rüzgâr hızının yıllık ortalama 5,08 m/s değerlerinde olduğu saptanmıştır. Pınarbaşı'nın hem yıllık ortalama hız açısından hem de rüzgâr hızı frekans dağılımı açısından diğer bölgelere göre daha iyi olduğu belirtilmiştir.

Bu çalışmada deneysel olarak kurulmuş üç ayrı rüzgâr türbini üzerinde bir doğrulama gerçekleştirilmiştir ve kısıtlamaları irdelenmiştir. Türkiye'nin Kayseri-Pınarbaşı bölgesinin rüzgâr potansiyeli için uygun mikro ölçekli bir rüzgâr türbinin aerodinamik tasarımı amacı ile beş farklı düşük Reynolds aerodinamiği kanat profili seçilmiştir. Çalışmada yapılan kıyaslamalar sonucunda algoritma temelli tasarımın bölgede daha iyi performans vereceği hesaplanmıştır [28].

**3. SONUÇLAR**

Konvansiyonel (fosil kökenli) yakıtların enerji üretiminde kullanılması; hava, su ve toprak kirliliğine neden olmaktadır. Fakat yenilenebilir enerji kaynakları fosil kaynakların tam aksine çevre dostu, yerli ve sürdürülebilir enerji kaynaklarıdır.

2010 yılında Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA)'na göre ülkemizde yaklaşık 56.000 MW termik santral kapasitesine eşdeğer güneş enerjisi potansiyelinin bulunduğu belirtilmiştir. GEPA'ya göre Türkiye'nin güneşlenme süresi 11,31 saat iken, Kayseri ilinin güneşlenme süresi 12,03'tür. Bu verilerden, Kayseri'nin güneş enerjisi potansiyelinin oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Kayseri İlinde en yüksek güneşlenme süresi 12,14 saat ile Tomarza'dadır. Kayseri'nin güneş enerjisi potansiyeli yüksek olan ilçeleri, Tomarza, Sarız, Pınarbaşı ve Yahyalı ilçelerinde GES kurulması bölgenin elektrik enerji üretiminde güneş enerjisinin payını artıracaktır. Ayrıca çevreye hiçbir zararı olmayan, sınırsız ve bedava olan güneş enerjisinin kullanılması ithal enerji kaynaklarına olan bağımlılığı da azaltacaktır.

Kayseri İli en fazla güneşi Temmuz ayında almaktadır. Makalede daha önce bahsedilmiş çalışmada, Temmuz ayında maksimum güneş enerjisi gücünün  $471,82 \text{ W/m}^2$  olduğunu hesaplanmıştır. Diğer taraftan en az güç elde edilebilecek ay ise, Aralık ayıdır ve  $183,40 \text{ W/m}^2$ 'dir. Yazın üretilen Temmuz ayında üretilen güneş enerjisi Aralık ayında üretilenin 2,5 katıdır. Bu durumda yaz aylarında üretilen enerji depolanarak kış aylarında kullanımı sağlanabilir. Çünkü kış aylarında güneş ışığı oldukça az gelmektedir. Fakat Kayseri ilinin mevcut GES Kurulu gücü 113,35 MW'tır [10]. Bu kurulu güç Kayseri'nin var olan güneş enerji potansiyeli kullanılarak artırılmalıdır.

Kayseri 1.885,28 MW'lık rüzgâr enerjisi potansiyeline sahiptir. Fakat bu potansiyelin sadece 264 MW'ı kullanılmaktadır. Bu da var olan rüzgâr enerjisi potansiyelinin sadece 1/9'una karşılık gelmektedir. Kayseri rüzgâr potansiyeli hakkında yapılan çalışmada Pınarbaşı bölgesinde 50 m göbek yüksekliğinde rüzgâr hızının

M. OĞUZ, Ş. AKKURT

yıllık ortalama 5,08 m/s değerlerinde olduğu saptanmıştır [28]. Diğer ilçelere göre hem yıllık ortalama hızı açısından hem de rüzgâr hızı frekans dağılımı açısından Pınarbaşı'nın daha iyi olduğu belirtilmiştir [28]. İlde daha fazla rüzgâr enerjisi santrallerinin kurulmasını devlet destekleyerek artırabilir. Çünkü enerji üretiminde rüzgâr enerjisi zararlı emisyon ve atık oluşturmaz. Santral, kurulduğu bölgede istihdamı artırması ile birlikte türbinlerin bulunduğu alanlarda tarım ve hayvancılığa da devam edilebilmektedir.

Kayseri'de bulunan enerji santralleri arasında hidroelektrik santraller 249,63 MW'lık enerji üretimi ile ikinci sırada yer almaktadır. Hidroelektrik enerji kaynakları gibi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretiminde daha fazla kullanılması için gerekli yatırımlar ve teşvikler yapılmalıdır.

Tablo 6'da Kayseri'de bulunan elektrik santral tipleri ve kurulu güçlerine yer verilmiştir. Ayrıca Tabloda bu santrallerin Kayseri'nin kurulu gücü içindeki ve Türkiye 2017 Şubat ayı toplam kurulu gücü (78.530 MW) içindeki oranlarına da yer verilmiştir [10].

**Tablo 6.** Kayseri ilinde bulunan elektrik santral tipleri ve kurulu güçleri [10]

Kayseri ilinde bulunan Enerji Santralleri	Kurulu Güç (MW)	Santrallerin Kayseri'de Toplam Kurulu Güce Oranları (%)	Santrallerin Türkiye Toplam Kurulu Gücüne Oranları (%)
Güneş Enerjisi Santrali	113,35	16,7	0,144
Rüzgâr Enerjisi Santrali	264,00	38,9	0,336
Jeotermal Enerjisi Santrali	0,00	0,0	0,0
Biyogaz Enerjisi Santrali	5,78	0,9	0,0074
Hidroelektrik Enerjisi Santrali	249,63	36,8	0,317
Doğalgaz	37,9	5,5	0,048
Kömür	0,00	0,0	0,0
Diğer	9,00	1,3	0,0114
Toplam	679	100	0,864

Kayseri'de kurulu güç içinde en fazla paya sahip olan enerji kaynağı rüzgâr enerjisidir. Türkiye'nin toplam kurulu gücü içindeki payı da yaklaşık %0,34'tür. Bu oran oldukça önemlidir. Kayseri'de kurulu gücün ikinci sırasında hidroelektrik santraller gelmektedir ve ülkemizin toplam kurulu gücünün yaklaşık %0,32'sini karşılamaktadır.

Hidroelektrik santrallerin en büyük problemi kuraklıktır. Uzun süreli kuraklık süreçlerinde, ülke tam bir enerji darboğazı yaşayabilmektedir. Aynı havzada hidroelektrik santrallerinin, rüzgâr veya güneş ile birlikte bütünleşik kullanımı birçok soruna çözüm olacaktır. Kayseri İli için de bu durum geçerlidir. Hidroelektrik, güneş ve rüzgâr enerji santralleri elektrik üretiminde beraber kullanılmalıdır. Özellikle kış aylarında, güneş ışığı Kayseri'ye daha az düşmektedir. Fakat rüzgâr, hidroelektrik ve biyokütle gibi enerji kaynakları elektrik üretiminde beraber kullanılırsa mevsimsel olumsuzlukların önüne geçilebilir. Kayseri ilinin hem güneş hem de rüzgâr enerji potansiyeli oldukça yüksektir. Tek bir sistem üzerinden hem rüzgâr türbinleri hem de güneş pilleri kullanılarak elektrik üretimi yapılabilir. Ayrıca güneş fotovoltaik enerji sistemleri Kayseri'de trafik sinyalizasyonu, yollarda aydınlatma, park ve bahçelerin aydınlatılması ve konutlarda elektrik üretimi gibi farklı alanlarda uygulanabilir.

Tüm yenilenebilir enerji kaynakları çevreye herhangi bir zararlı emisyon ve atık oluşturmaz. Bu enerji kaynaklarının doğada zaten var olması ve doğal süreçlerde sürekli olarak oluşması da enerji üretiminde fosil kökenli yakıtlar yerine kullanılması için önemli bir nedendir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretiminde daha fazla kullanılması için Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bazı hedefler belirlemiştir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 2023 yılı hedefleri arasında yenilenebilir enerjinin ulusal enerji üretimindeki payını %30 üzerine çıkarmak yer almaktadır.

- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nca yapılan arz planlamalarında, elektrik üretiminde yerli linyit ve taşkömürü kaynaklarının hepsinin kullanılması hedeflenmiştir [4].
- 2019 yılı sonuna kadar hedefler ise; yerli kömürden üretilen elektrik enerjisi miktarının yıllık 60 milyon MWh'a ve yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretim santrallerinin toplam kurulu gücünün 46.400 MW'a çıkarılmasıdır [4].
- 2023 yılına kadar teknik ve ekonomik olarak kullanılacak Türkiye'nin hidroelektrik potansiyelinin tamamının elektrik enerjisi üretiminde kullanılmasının sağlanması,
- 2023 yılına kadar rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 20.000 MW'a çıkarılması,
- 2023 yılına kadar olan dönemde ilk olarak güneşten üretilen enerjinin 600 MW'a sonrasında 3000 MW'a çıkarılması,
- Ayrıca yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretiminde kullanım oranlarının artırılması,

**KAYSERİ İLİNİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ**

- Enerjinin verimli ve tasarruflu olarak kullanılmasına yönelik halkın bilgilendirilerek farkındalık oluşturulması,
- Enerji santrallerinin çevreye zarar vermeyecek şekilde işletilmesinin sağlanması hedeflenmektedir [28].

Hidroelektrik enerji dışındaki diğer yenilenebilir enerji potansiyelinin etkin kullanımı için daha güçlü ve teşvik edici yasal düzenlemeler yapılarak ve uygulanarak daha yaygın kullanımı sağlanmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ülkemizde kullanımını artırmak için devlet teşvikler vermeli, halk bilinçlendirilmeli ve fosil kökenli enerji kaynaklarının çevreye zarar verdiğine dikkat çekilmelidir. Halkın yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgilendirilmesi ile gereksiz kaygıların önüne geçilebilir. Türkiye enerji üretiminde kullandığı kaynakları çeşitlendirmeli ve sahip olduğu yenilenebilir enerji potansiyelini değerlendirmelidir. Yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin tam olarak değerlendirilmesi ve ayrıca üretim için ihtiyaç duyulan enerji ekipmanlarının yurt içinde üretilip ithalatının azaltılması sağlanmalıdır. Böylece ülkemizde enerji üretiminde tamamen yerli ve çevre dostu enerji kaynaklarından üretim sağlanabilir. Üretilen enerjinin devlet tarafından sabit fiyattan satın alınması da yenilenebilir enerji santrallerinin kurulmasını daha yaygın hale getirebilir. Ülkemizin Kyoto protokolüne imza atmış olması ve küresel ısınmanın etkilerinin dünyada giderek artması yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerekliliğini göstermektedir.

**KAYNAKLAR**

- [1] ADIYAMAN, Ç., “Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Politikaları”, Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 163 sf., Niğde, 2012.
- [2] ÇELİK, S. N., “Türkiye’nin Enerjide Dışa Bağımlılığının Azaltılmasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi”, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 102 sf., Eskişehir, 2012.
- [3] YILMAZ, Ö., KÖSEM, L., “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli, Kullanımı ve Dışa Bağımlılığı”, Ege Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü, İzmir, 2011.
- [4] YILMAZ, M., “Türkiye’nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi”, Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 4(2), 33-54, 2012.
- [5] KÜLEKÇİ, Ö. C., “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi”, Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 1 (2), 83- 91, 2009.
- [6] TORUNOĞLU GEDİK, Ö., “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 156 sf., İstanbul, 2015.
- [7] AĞAÇBIÇER, G., “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan Swot Analizler”, Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 172 sf., Çanakkale, 2010.
- [8] MUTLU, E., “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Ekonomisi ve Ankara İline Ait Swot Analizler”, İstanbul Kültür Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 97 sf., İstanbul, 2013.
- [9] APAYDIN, D., “Kayseri İli için Alansal Kaynaklı Emisyon Envanteri”, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 67 sf., Kayseri, 2014.
- [10] <http://www.enerjiatlası.com/sehir/kayseri/> (erişim tarihi 19.05.2017).
- [11] <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/pages/38.aspx> (erişim tarihi 30.10.2016).
- [12] <http://www.enerjiatlası.com/gunes/kayseri-ciftlik-gunes-enerjisi-santrali.html> (erişim tarihi 15.05.2017).
- [13] <http://www.enerjiatlası.com/gunes/kayseri-seker-fabrikasi-gunes-enerji-santrali.html> (erişim tarihi 10.11.2016).
- [14] <http://www.enerjiatlası.com/gunes/kayseri-osb-gunes-enerjisi-santrali.html> (erişim tarihi 19.11.2016).
- [15] <http://www.eie.gov.tr/YEKrepa/KAYSERİ-REPA.pdf> (erişim tarihi 24.10.2016).
- [16] TR72 Bölgesi (Kayseri, Sivas, Yozgat) Enerji Sektörüne Yönelik İmalat Sanayi Raporu, 309sf., Ağustos 2013.
- [17] Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TÜREB), Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu; Ocak, 2017.
- [18] <http://www.enerjiatlası.com/rüzgâr/aksu-rüzgar-santrali.html> (erişim tarihi 16.05.2017).
- [19] <http://www.enerjiatlası.com/rüzgar/yahyali-rüzgar-enerji-santrali.html> (erişim tarihi 14.10.2016).
- [20] <http://www.enerjiatlası.com/rüzgar/kurtkaya-res.html> (erişim tarihi 14.11.2016).
- [21] <http://www.enerjiatlası.com/rüzgar/kayseri-yahyali-res.html> (erişim tarihi 15.05.2017).
- [22] <http://www.enerjiatlası.com/rüzgar/zincirli-res.html> (erişim tarihi 14.10.2016).
- [23] <http://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik/yamula-baraaji.html> (erişim tarihi 19.10.2016).

*M. OĞUZ, Ş. AKKURT*

- [24] <http://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik/camlıca-1-hes.html> (erişim tarihi 20.10. 2016).
- [25] <http://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik/camlıca-hidroelektrik-santrali.html> (erişim tarihi 12.09. 2016).
- [26] <http://www.enerjiatlası.com/biyogaz/> (erişim tarihi 13.11. 2016).
- [27] SEYİTOĞLU, S., GENÇ, M. S., “Kayseri Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Maliyet Analizi”, ULIBTK’11 18. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 772-776, Zonguldak, Türkiye, 2011.
- [28] KOŞAR, O., GENÇ M. S., ÖZKAN, G., KARASU, İ., “Kayseri-Pınarbaşı Rüzgâr Potansiyeline Uygun Küçük Ölçekli Rüzgâr Türbini Aerodinamik Tasarımı”, İzmir Rüzgâr Sempozyumu, 97-112. İzmir, Türkiye, 2015.
- [29] URGUN, N., “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Bakımından Türkiye’nin Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Harekete Geçirilmesine Yönelik Stratejiler”, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 179 sf., Kütahya, 2015.