

## **Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma**

**Kamil B. Varınca ve M. Talha Gönüllü**

*Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul,  
[kvarınca@yildiz.edu.tr](mailto:kvarınca@yildiz.edu.tr) , [gonul@yildiz.edu.tr](mailto:gonul@yildiz.edu.tr)*

### **Özet**

Enerji bugün sahip olduğumuz medeniyetin temel taşlarından birini oluşturmaktadır. Kalkınmanın ve gelişmişliğin bir göstergesi durumundadır. Ancak son dönem enerji üretim ve tüketim yöntemleri ile yerine yenisi konulamayacak enerji kaynaklarımız tüketilmekte bunun sonucunda da tabiat üzerinde geri dönüşsüz bir tahribata sebep olunmakta ve çevre kirliliği meydana getirilmektedir. Hem fosil kaynakların kısıtlılığı hem de üretimde meydana getirilen çevre kirliliği ile enerji üretiminde hem yenilenebilir ve sınırsız hem de çevreyle uyumlu kaynakların araştırılması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Aralarında Güneş enerjisinin de bulunduğu yenilenebilir enerji kaynakları bu fırsatları içlerinde barındırmakta ve geliştirilmeyi bekleyen yegâne enerji kaynaklarıdır. Güneş enerjisi, sahip olduğu potansiyel ve kullanım kolaylığı ile diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla daha kolay bir şekilde yaygınlaşabilecek bir fırsata sahiptir. Türkiye ise hâlihazırda Güneş kuşağında olmasına rağmen sahip olduğu potansiyeli yeterli derecede etkin ve yaygın bir şekilde kullanamamaktadır.

Bu çalışmada, yenilenebilir enerji kaynakları arasında hem sahip olduğu mevcut potansiyel hem de üretim teknolojileri bakımından farklı ve önemli bir yeri olan güneş kaynaklı enerji üretim sistemleri, Türkiye’nin güneş enerji potansiyeli ve bu potansiyeli kullanma derecesi ve yöntemi araştırılmıştır. Sonuçta Türkiye için güneş enerjisinden etkin ve yaygın bir şekilde faydalanmak için önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir enerji kaynakları; Güneş enerjisi; Türkiye güneş enerjisi potansiyeli; Türkiye güneş enerjisi kullanımı

### **1. Giriş**

Dünyanın en önemli enerji kaynağı güneştir. Güneşin ışınım enerjisi, yer ve atmosfer sistemindeki fiziksel oluşumları etkileyen başlıca enerji kaynağıdır. Dünyadaki madde ve enerji akışları güneş enerjisi sayesinde mümkün olabilmektedir. Rüzgâr, deniz dalgası, okyanusta sıcaklık farkı ve biyokütle enerjileri, güneş enerjisini değişim geçirmiş biçimleridir. Güneş enerjisi, doğadaki su döngüsünün gerçekleşmesinde de rol oynayarak, akarsu gücünü yaratmaktadır. Fosil yakıtların da, biyokütle niteliğindeki materyallerde birikmiş güneş enerjisi olduğu kabul edilmektedir. Doğal enerji kaynaklarının pek çoğunun kökeni olan güneş enerjisinden, ısıtma ve elektrik elde etme gibi amaçlarla doğrudan yararlanılmaktadır.

Güneş enerjisi çevre açısından temiz bir kaynak özelliği taşıdığından da fosil yakıtlara alternatif olmaktadır. Yeryüzüne her sene düşen güneş ışınım enerjisi, yeryüzünde şimdiye kadar belirlenmiş olan fosil yakıt haznelерinin yaklaşık 160 katı kadardır. Ayrıca yeryüzünde fosil, nükleer

ve hidroelektrik tesislerinin bir yılda üreteceğinden 15.000 kat kadar daha fazladır. Bu bakımdan güneş enerjisinin bulunması sorun değildir. Asıl sorun bunun insan faaliyetlerine uygun kullanılabilir bir enerji türüne dönüştürülebilmesindedir [1, 2].

Güneş enerjisi hem bol, hem sürekli ve yenilenebilir hem de bedava bir enerji kaynağıdır. Bunların yanı sıra geleneksel yakıtların kullanımından kaynaklanan çevresel sorunların çoğunun güneş enerjisi üretiminde bulunmayışı bu enerji türünü temiz ve çevre dostu bir enerji yapmaktadır. Fosil yakıt kullanımının dayandığı yanma teknolojisinin kaçınılmaz ürünü olan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) yayılımı (emisyonu) sonucunda, atmosferdeki CO<sub>2</sub> miktarı, son yüzyıl içinde yaklaşık 1,3 kat artmıştır. Önümüzdeki 50 yıl içinde, bu miktarın, bugüne oranla 1,4 kat daha artma olasılığı vardır. Atmosferdeki CO<sub>2</sub> neden olduğu sera etkisi, son yüzyıl içinde dünya ortalama sıcaklığını 0,7 °C yükseltmiştir. Bu sıcaklığın 1 °C yükselmesi, dünya iklim kuşaklarında görünür değişimlere, 3 °C düzeyine varacak artışlar ise, kutuplardaki buzulların erimesine, denizlerin yükselmesine, göllerde kurumalara ve tarımsal kuraklığa neden olabilecektir. O halde, bu durumda enerji kullanımından vazgeçilemeyeceğine göre, güneş gibi doğal ve alternatif olabilecek kaynaklara yönelmesi gerekecektir [1, 3].

Yakıt sorununun olmaması, işletme kolaylığı, mekanik yıpranma olmaması, modüler olması, çok kısa zamanda devreye alınabilmesi (azami bir yıl), uzun yıllar sorunsuz olarak çalışması, temiz bir enerji kaynağı olması vb gibi nedenlerle dünya genelinde fotovoltaik elektrik enerjisi kullanımı sürekli artmaktadır. Avrupa Birliği 2010 yılında fotovoltaik elektriğin elektrik üretimi içindeki payının %0,1 olmasını hedeflemiştir [4].

## 2. Güneş Enerjisi ve Teknolojileri

Güneş 1,4 milyon km çapıyla dünyanın 110 katı büyüklüğünde ve dünyadan  $1,5 \times 10^{11}$  m uzaklıkta yüksek basınçlı ve yüksek sıcaklıklı bir yıldızdır. Yüzey sıcaklığı yaklaşık 6.000 °K olup iç bölgelerindeki sıcaklığın  $8 \times 10^6$  °K ile  $40 \times 10^6$  °K arasında değiştiği tahmin edilmektedir [3, 5, 6].

Doğal ve sürekli bir füzyon reaktörü olan güneşin enerji kaynağı 4 Hidrojen atomunun 1 Helyum atomuna dönüşmesinde gizlidir. 4 hidrojen atomu 4,032 birim ağırlıkta, hâlbuki 1 Helyum atomu 4,003 birim ağırlıktadır. Bu olay sonucu 0,029 birim ağırlık Einstein'ın madde-enerji bağıntısı sonucu enerjiye dönüşmektedir. Yani güneşte her saniyede 564 milyon ton hidrojen, 560 milyon ton helyuma dönüşmekte ve kaybolan 4 milyon ton kütle karşılığı  $3,86 \times 10^{26}$  J enerji açığa çıkmakta ve bu enerji ışınım şeklinde uzaya yayılmaktadır. Toplam enerji rezervi  $1,785 \times 10^{47}$  J olan bu yıldız daha milyonlarca yıl ışınmasını sürdüreceğinden Dünya için sonsuz bir enerji kaynağıdır. Dünyanın çapına eşit bir dairesel alan üzerine çarpan güneş gücü, 178 trilyon kW düzeyindedir. Güneş enerjisi uzaya ve gezegenlere elektromanyetik ışınım (radyasyon) biçiminde yayılır Dünya'ya güneşten gelen enerji, Dünya'da bir yılda kullanılan enerjinin 20 bin katıdır [3, 5, 6].

Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, güneş enerjisi çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir [5, 6].

Güneş enerjisi günümüzde konut ve iş yerlerinin iklimlendirilmesi (ısıtma-soğutma), yemek pişirme, sıcak su temin edilmesi ve yüzme havuzu ısıtılmasında; tarımsal teknolojide, sera ısıtması ve tarım ürünlerinin kurutulmasında; sanayide, güneş ocakları, güneş fırınları, pişiricileri, deniz suyundan tuz ve tatlı su üretilmesi, güneş pompaları, güneş pilleri, güneş havuzları, ısı borusu uygulamalarında; ulaşım-iletişim araçlarında, sinyalizasyon ve otomasyonda, elektrik üretiminde kontrollü olarak kullanılmaktadır [3, 7].

Güneş enerjisi teknolojileri yöntem, malzeme ve teknolojik düzey açısından çok çeşitlilik göstermekle birlikte iki ana gruba ayrılabilir:

Isıl Güneş Teknolojileri : Bu sistemlerde öncelikle güneş enerjisinden ısı elde edilir. Bu ısı doğrudan kullanılabilmesi gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir.

Güneş Pilleri: Fotovoltaik piller de denen bu yarı-iletken malzemeler güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirirler.

### 3. Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli

Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Güneşten dünyaya saniyede yaklaşık olarak 170 milyon MW enerji gelmektedir. Türkiye'nin yıllık enerji üretiminin 100 milyon MW olduğu düşünülürse bir saniyede dünyaya gelen güneş enerjisi, Türkiye'nin enerji üretiminin 1.700 katıdır.Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde (DMİ) mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak EİE tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1.311 kWh/m<sup>2</sup>-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m<sup>2</sup>) olduğu tespit edilmiştir. Türkiye, 110 gün gibi yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir ve gerekli yatırımların yapılması halinde Türkiye yılda birim metre karesinden ortalama olarak 1.100 kWh’lik güneş enerjisi üretebilir [6, 8, 9]. Tablo 1’de Türkiye güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri aylara göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye'nin toplam güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı [6, 8]

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi (kcal/cm <sup>2</sup> -ay)	Aylık Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m <sup>2</sup> -ay)	Güneşlenme Süresi (saat/ay)
Ocak	4,45	51,75	103,0
Şubat	5,44	63,27	115,0
Mart	8,31	96,65	165,0
Nisan	10,51	122,23	197,0
Mayıs	13,23	153,86	273,0
Haziran	14,51	168,75	325,0
Temmuz	15,08	175,38	365,0
Ağustos	13,62	158,40	343,0
Eylül	10,60	123,28	280,0
Ekim	7,73	89,90	214,0
Kasım	5,23	60,82	157,0
Aralık	4,03	46,87	103,0
<b>Toplam</b>	<b>112,74</b>	<b>1311,00</b>	<b>2640</b>
<b>Ortalama</b>	<b>308,0 cal/cm<sup>2</sup>-gün</b>	<b>3,6 kWh/m<sup>2</sup>-gün</b>	<b>7,2 saat/gün</b>

Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güneydoğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Tablo 2’ de Türkiye güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 2. Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı [6, 8]

Bölge	Toplam ortalama güneş enerjisi	En çok güneş enerjisi (Haziran)	En Az güneş enerjisi (Aralık)	Ortalama güneşlenme süresi	En çok güneşlenme süresi (Haziran)	En az güneşlenme süresi (Aralık)
	kWh/m <sup>2</sup> -yıl	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	saat/yıl	saat	saat
Güneydoğu Anadolu	1.460	1.980	729	2.993	407	126
Akdeniz	1.390	1.869	476	2.956	360	101
Doğu Anadolu	1.365	1.863	431	2.664	371	96
İç Anadolu	1.314	1.855	412	2.628	381	98
Ege	1.304	1.723	420	2.738	373	165
Marmara	1.168	1.529	345	2.409	351	87
Karadeniz	1.120	1.315	409	1.971	273	82

Buna göre genel olarak Türkiye'nin en çok ve en az güneş enerjisi üretilecek ayları sırası ile Haziran ve Aralık olmaktadır. Bölgeler arasında ise öncelikle Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz sahilleri gelmektedir. Güneş enerjisi üretiminin yok denecek kadar az olduğu Karadeniz bölgesi dışında yılda birim metre kareden 1.100 kWh'lik enerji üretilebilir ve toplam güneşli saat miktarı ise 2.640 saattir. Buna göre Türkiye'de toplam olarak yıllık alınan enerji miktarı ise yaklaşık 10<sup>15</sup> kW saat kadardır [8].

Ancak, bu değerlerin, Türkiye'nin gerçek potansiyelinden daha az olduğu, daha sonra yapılan çalışmalar ile anlaşılmıştır. 1992 yılından bu yana EİE ve DMİ, güneş enerjisi değerlerinin daha sağlıklı olarak ölçülmesi amacıyla enerji amaçlı güneş enerjisi ölçümleri almaktadırlar [6].

EİE'nin ölçü yaptığı 8 istasyondan alınan yeni ölçümler ve DMİ verileri yardımı ile 57 ile ait güneş enerjisi ve güneşlenme süreleri değerleri hesaplanarak bir kitapçık halinde basılmış ve EİE'in internet sitesinde satışa sunulmuştur.

#### 4. Türkiye'de Güneş Enerjisinin Kullanımı

##### Güneş Kolektörleri

Türkiye'de güneş enerjisinin en yaygın kullanımı sıcak su ısıtma sistemleridir. Halen ülkemizde kurulu olan güneş kolektörü miktarı 2001 yılı için 7,5 milyon m<sup>2</sup> civarındadır. Çoğu Akdeniz ve Ege Bölgelerinde kullanılmakta olan bu sistemlerden yılda yaklaşık 290 bin TEP ısı enerjisi üretilmektedir. Sektörde 100'den fazla üretici firmanın bulunduğu ve 2000 kişinin istihdam edildiği tahmin edilmektedir. Yıllık üretim hacmi 750 bin m<sup>2</sup> olup bu üretimin bir miktarı da ihraç edilmektedir. Bu haliyle ülkemiz dünyada kayda değer bir güneş kolektörü üreticisi ve kullanıcısı durumundadır [6, 9]. Güneş kolektörlerinin ürettiği ısı enerjisinin birincil enerji tüketimimize katkısı yıllara göre Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Türkiye'nin yıllara göre güneş enerjisi üretimi [6]

Yıllar	Güneş Enerjisi Üretimi (bin TEP)
1998	210
1999	236
2000	262
2001	290

### Güneş Pilleri – Fotovoltaik Sistemler

Güneş pilleri, halen ancak elektrik şebekesinin olmadığı, yerleşim yerlerinden uzak yerlerde ekonomik yönden uygun olarak kullanılabilir. Bu nedenle ve istenen güçte kurulabilmeleri nedeniyle genellikle sinyalizasyon, kırsal elektrik ihtiyacının karşılanması vb. gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Ülkemizde halen telekom istasyonları, Orman Genel Müdürlüğü yangın gözetleme istasyonları, deniz fenerleri ve otoyol aydınlatmasında kullanılan güneş pili kurulu gücü 300 kW civarındadır [6].

Ülkemizde güneş enerjisi kullanımında kaynak anlamında bir sorun olmamakla beraber elektrik üretiminde uygulanacak yöntem açısından bazı bölgesel farklılıklar bulunmaktadır. Fotovoltaik sistemler ile bulutlu veya açık her türlü hava şartlarında elektrik üretilebilirken, yoğunlaştırıcı sistemlerde (termik ve mekanik dönüşüm) direk ışınım, yani açık hava, gerekli olmaktadır. Bu nedenle, termik ve mekanik dönüşümlü üreteçler için Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz bölgelerinin tercih edilmesi gerekirken, fotovoltaik üreteçler için Doğu Karadeniz Bölgesi dışındaki tüm bölgeler uygun olmaktadır [6].

### 5. Sonuç ve Öneriler

Ülkemiz güneş enerjisi potansiyeli bakımından iyi durumda olmasına rağmen ne yazık ki bu potansiyeli yeterince etkin ve yaygın kullanamamaktadır. Bunun sebebi olarak kurumlar arası koordinasyon eksikliği ve şimdiye kadar devletin bu konuda bir teşvik uygulamamış olması gösterilebilir. Ancak buna rağmen ülkemizde Güneş enerjisi hakkındaki çalışmalar oldukça uzun zamandır yapılmaktadır. Kamu kurum ve kuruluşlarında, üniversitelerimizde, konu ile ilgili kurulmuş vakıf ve derneklerde güneş enerjisinden etkin biçimde faydalanmak için çalışmalar sürdürülmektedir. TSE güneş enerjisi ile standartları çıkarmaya başlamış olup ayrıca TÜBİTAK tarafından düzenlenen ilk güneş arabaları yarışı geçtiğimiz sene yapılmış olup ikincisi bu sene düzenlenecektir. Ve konu ile ilgili olarak ilk kanun 10.05.2005 tarihinde 5346 sayılı ile “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” [11] olarak çıkarılmıştır.

Şimdiye kadar yapılmış çalışmaların ve edinilen tecrübelerin uygulamaya aktarılması ve bir düzen çerçevesinde yapılabilmesi için güneş enerjisi ile ilgili bağımsız bir üst koordinasyon kurulunun kurulması ve bu kurulun bu konuda çalışan ve faaliyet gösteren tarafları bir araya getirip bilgi alışverişini sağlaması ve gerekli kanuni düzenlemelerin yapılmasını sağlamasının gerekliliği ortadadır.

Türkiye’de güneş enerjisinin kullanımı (sıcak su elde edilmesi dışında) genelde bilinmemekte, tanıtımı yapılmamakta ve devletçe teşvik edilmemektedir. Dolayısıyla, bu konuda hizmet verecek mühendislik, müşavirlik ve müteahhitlik firmaları ve ilgili sanayi gelişmemektedir. İlk yatırım giderleri yüksek olan, ancak yakıt masraflarının olmaması nedeniyle işletme masrafları bulunmayan çevre ile uyumlu, güneş kaynaklı enerji üretim sistemlerinin gerçekleştirilmesi için gerekli uzun vadeli

finansman imkânı sağlandığında bu teknolojiler gelişecek ve enerji darboğazlarının konuşulduğu ülkemizde bu kaynaktan en üst seviyede faydalanmanın yolu açılmış olacaktır.

Ayrıca Devletçe, sadece güneş pillerinin değil diğer güneş enerjisinden faydalanma yöntemlerinin de tanıtılması, teşvik edilmesi ve gerekli kanuni düzenlemelerin yapılması gereklidir.

## 6. Kaynaklar

- [1] Ültanır, M.Ö., “21. Yüzyılın Eşiğinde Güneş Enerjisi”, Bilim ve Teknik, Sayı: 340, S: 50-55, Mart 1996.
- [2] Şen, Z., “Temiz Enerji ve Kaynakları”, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 2002.
- [3] Varınca, K. B., Varank, G., “Güneş Kaynaklı Farklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Kıyaslanması ve Çözüm Önerileri”, Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi, İçel, 24-25 Haziran 2005.
- [4] Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), “Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu”, DPT: 2569 – ÖİK: 585, Ankara, 2001.
- [5] Yıldız Teknik Üniversitesi Güneş Enerjili Sistemler Kulübü, “Güneş Enerjisi”, [www.gesk.yildiz.edu.tr](http://www.gesk.yildiz.edu.tr), erişim: nisan 2006.
- [6] Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Resmi internet sayfası, [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr), erişim: nisan 2006.
- [7] Tsoutsos, T., vd., “Environmental Impacts From The Solar Energy Technologies”, Energy Policy, 33, 289-296, 2005.
- [8] Şen, Z., “Türkiye'nin Temiz Enerji İmkânları”, Mimar ve Mühendis Dergisi, Sayı: 33, Nisan-Mayıs-Haziran, 6-12, 2004.
- [9] Türkiye Çevre Vakfı, “Türkiye'nin Çevre Sorunları 2003”, Ankara, 2003.
- [10] Binark, A. K., “Ülkemizdeki Güneş Enerjisi Uygulamaları için Öneriler”, Mimar ve Mühendis Dergisi, Sayı: 33, Nisan-Mayıs-Haziran, 80-82, 2004.
- [11] Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, Tarih: 10.05.2005, Sayı: 5346.