

# GÜNEŞ ENERJİSİ, TÜRKİYE'DEKİ SON DURUMU VE ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ

**Fatma Çanka Kılıç**

Doç. Dr.,

Kocaeli Üniversitesi,

Kocaeli MYO, Elektrik ve Enerji Bölümü,

İklimlendirme ve Soğutma Teknolojisi Programı,

Kocaeli

fatmacankakilic@hotmail.com

## ÖZ

Türkiye mükemmel coğrafi konumu nedeniyle büyük bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası'na (GEPA) göre, yıllık toplam güneşlenme süresi 2737 saattir. Ortalama toplam gelen güneş enerjisi miktarı ise 1527 kWh/m<sup>2</sup>yıl'dır. Günümüzde büyüyen enerji ihtiyacını karşılamada, fosil yakıtlara alternatif, temiz ve sürdürülebilir nitelikteki yenilenebilir enerjilere yönelim, devlet teşvikleri ile birlikte daha da artmıştır ve bu enerji üretimleri yeni iş imkânları sağlamaktadır.

Bu çalışmada, güneş enerjisine genel bir bakış, Türkiye'de güneş enerjisinin son durumu, güneş enerjisi potansiyelleri, üretimleri, devlet teşvikleri, kullanım sahaları ve güneş enerjisi teknolojileri incelenmiştir. Böylece, yenilenebilir enerjilerdeki gelişmelere katkı sağlanması ve konuya yönelik bilinçlenmenin artırılması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir enerji, fotovoltaik, PV teknolojileri

# SOLAR ENERGY, ITS RECENT STATUS IN TURKEY AND PRODUCTION TECHNOLOGIES

## ABSTRACT

Turkey has a large solar energy potential due to its excellent geographical location. According to our country's Solar Energy Potential Atlas (GEPA), total annual sunshine duration is 2737 hours and the average total incoming solar energy amount is 1527 kWh/m<sup>2</sup> year. There is great interest in producing clean and sustainable renewable energies to meet the growing energy needs today. Renewables are alternative to fossil fuels and the generations of these energies are encouraged by the government and they provide new employment opportunities.

In this study, an overview of solar energy, its current status, potentials, productions, government incentives in Turkey, solar energy usage and solar technologies have been investigated. Thus, it has been intended to contribute to developments in renewable energies and increase the awareness of the subject.

**Keywords:** Renewable energy, fotovoltaic, PV technologies

Geliş tarihi : 10.07.2015

Kabul tarihi : 25.12.2015

Kılıç, F. Ç. 2015. "Güneş Enerjisi, Türkiye'deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri," Mühendis ve Makina, cilt 56, sayı 671, s. 28-40.

## 1. GİRİŞ

Türkiye'de ve dünyada enerji ihtiyacı sürekli olarak artmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamada kullanılan fosil yakıt kaynakları ise hızla tükenmektedir. Üstelik fosil yakıt kullanımının olumsuz etkileri sebebiyle, gezegenimizde ortam sıcaklıkları yükselmekte, buzullar erimekte ve doğal felaketler meydana gelmektedir. Ayrıca, toprak, su ve hava kirliliğinin yol açtığı olumsuz etkilerden dolayı insan, hayvan ve bitkiler büyük zarar görmektedir. Tüm bu olumsuzluklara karşı, çevre sorunlarına neden olmayan, canlıların yaşamlarını tehdit etmeyen, temiz, güvenilir ve sürdürülebilir nitelikteki yenilenebilir enerjiler, insanoğlunun geleceği için büyük önem taşımaktadır. Bu enerji üretimleri, birincil enerjilerin temini için diğer ülkelere olan bağımlılığın da ortadan kaldırılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Türkiye'de güneş enerjisi; öncelikle yüksek potansiyeli, kullanım kolaylığı, yenilenebilir ve çevre dostu özellikleri ile diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha hızlı olarak yaygınlaşabilecek niteliktedir. Ancak bu konuda bazı zorlukların aşılması gerekmektedir; bunlar, güneş enerjisinin diğer enerji kaynaklarına göre kurulum maliyetlerinin yüksek olması, veriminin ve kapasite faktörünün kısmen düşük olması gibi bazı teknolojik ve ekonomik zorluklardır. Bu sorunların çözümü ile birlikte, güneş enerjisi üretimi yakın gelecekte çok daha cazip hale gelecektir. Türkiye, güneş enerjisi konusunda oldukça şanslı bir coğrafik konumda olmasına rağmen, sahip olduğu potansiyeli bugün için yeterince kullanamamaktadır. Bu da ülkemiz için önemle ele alınması gereken bir konudur [1].

Güneş bütün evrenin temel enerji kaynağıdır, bilinen enerji kaynakları arasında en temiz ve en tükenmez olanlardan biridir. Dünyanın güneşten aldığı enerji toplamı bir yılda 1.5 katrilyon (1.5×10<sup>15</sup>) MW/h'tir. Bu enerji miktarı, dünyada insanların 1 yılda tükettiği enerjinin tam 28 000 katına eşdeğerdir [2]. Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA) göre, yeryüzüne 90 dakikada vuran güneş ışığı, tüm dünyanın bir yıllık enerji ihtiyacını karşılayacak miktardadır. IEA, 2050 yılında küresel elektrik enerjisi üretiminin %11 gibi büyük bir oranının güneş enerjisinden sağlanacağını öngörmektedir ve 2030 yılına kadar, yenilenebilir enerji kaynaklarının yıllık %7.6 büyüme ile en hızlı büyüme oranına sahip enerji kaynakları olacağını bildirmektedir.

2014 yılında dünyada yenilenebilir enerji projelerine yapılan yatırımlar, 2013 yılına göre %16 oranında artış göstererek 310 milyar ABD dolarına ulaşmıştır. Bunlardan 90 milyar dolarlık bir miktar ile yenilenebilir enerjilere en fazla yatırımı yapan ülke Çin olmuştur. Ardından 51 milyar dolar ile Amerika Birleşik Devletleri ikinci, 41 milyar dolar ile de Japonya üçüncü durumdadır. Bu değerler kapsamında, 2014 yılında güneş enerjisi için yapılan yatırımlar ise dünya genelinde %25 oranında artarak 150 milyar dolara ulaşmıştır. Böylelikle güneş

enerjisi yatırımları, dünyada ilk defa yenilenebilir enerji çeşitleri arasındaki en büyük pay değerine yükselmiştir [2]. Örnek olarak, güneş enerjisinde dünyada öncü ülkelerden Almanya başta olmak üzere, Avrupa'dan toplam 12 şirketin, 560 milyar dolara mal olacak bir proje ile Avrupa'ya güneş enerjisini sağlamayı planlaması verilebilir. "Desertec Projesi" adı verilen bu proje ile Sahra Çölü'nde üretilecek olan güneş enerjisinin ayrıca Kuzey Afrika ve Ortadoğu ülkelerinde de kullanılmasını ve 2050 yılına kadar Avrupa'nın enerji ihtiyacının %15'inin bu sayede karşılanması öngörülmektedir [2, 3].

Güneş enerjisinde oldukça ileri seviyede olan Almanya, 2014 sonunda güneş enerjisi kurulu gücünü 38 200 MW'a çıkarmıştır ve güneş enerjisi kurulu gücü %21'lik payla kömürün ardından ikinci sıraya yükselmiştir. Aynı zamanda Almanya, 2050'ye kadar elektrik ihtiyacının yüzde 80'ini yenilenebilir kaynaklardan karşılamayı hedeflemektedir. Almanya'dan sonra İtalya da son yıllarda güneş enerjisine önemli yatırımlar yapmıştır. İtalya'da 2015 Şubat ayında tüketilen elektriğin %5,1'i güneş enerji santrallerinde üretilmiştir. İlaveten, yakın gelecek enerji planı olarak ele alındığında, Japonya'nın, 2020 yılına kadar kuracağı sistemlerle, ülkesindeki 32 000 okulun elektrik ve ısınma ihtiyacını güneş enerjisi ile karşılamayı planladığı görülmektedir.

Tüm bu örneklerin yanında, Türkiye'nin yıllık 380×10<sup>9</sup> kilowatt-saatlik güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir. Türkiye'de güneş enerjisi nihayet ilk kez 2014 yılında kurulu güç pastası içindeki yerini alabilmiştir. Türkiye'de yaklaşık 50 MW lisanssız güneş santrali bulunmaktadır [2].

Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde güneş enerjisinin verimli bir şekilde kullanılabilmesi mümkündür. Günümüzde güneş enerjisi sistemleri Türkiye'de genellikle binalarda kullanım suyunun ısıtılması ve ihtiyaç halinde de ısıtma ihtiyacının karşılanmasında destek olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda, ısıtma desteği sağlayan güneş enerji sistemleri giderek yaygınlaşmaktadır. Yüzme havuzları ve çeşitli tesislerde sıcak su gereksiniminin karşılanmasında, binaların soğutulmasında, bitkilerin kurutulmasında ve elektrik üretiminde de giderek artan miktarlarda güneş enerjisi kullanılmaktadır [4].

Bu çalışmada, güneş enerjisine genel bir bakış, Türkiye'de güneş enerjisinin son durumu, güneş enerjisi potansiyelleri, üretimleri, devlet teşvikleri, kullanım sahaları ve kısaca, güneş enerjisi teknolojileri incelenmiştir. Yapılan bu incelemelerle de genel bilinçlenmeye katkı sağlanması amaçlanmıştır. Ayrıca, Türkiye'nin enerji ihtiyacının karşılanması, enerji güvenliğinin sağlanması ve çevresel problemlerinin çözülmesi için güneş enerjisi potansiyelinin özellikle güç üretiminde etkin bir şekilde değerlendirilmesi ve bu konuların ülkemiz için taşıdığı önem vurgulanmıştır.

## 2. GÜNEŞ ENERJİSİ

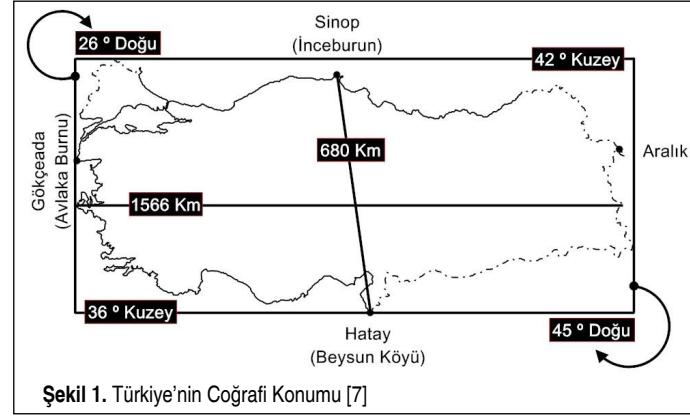
Güneş yaklaşık olarak bir küre şeklindedir. Güneş, enerjisini tüm yönlerde homojen bir şekilde ışınma yolu ile yayar [1]. Güneşe ait ışınım enerjisi, yeryüzü ve atmosferde yer alan fiziksel ve biyolojik etkileşimleri yönlendiren temel bir enerji kaynağıdır. Güneş,  $1.99 \times 10^{30}$  kg kütlede sıcak bir gaz küresi olup, yüzey sıcaklığı yaklaşık 6 000 K'dır (Kelvin). Güneşin merkezinde sıcaklık  $8 \times 10^6$  K ile  $40 \times 10^6$  K arasında değişmektedir [5]. Güneşin bu olağan üstü yüksek sıcaklıkta bir saniyede yaydığı ışınım enerjisi, yaklaşık  $4 \times 10^{23}$  kW'tır. Güneşin çapı  $1.392 \times 10^6$  km'dir. Güneş, gezegenimizden yaklaşık  $1.496 \times 10^8$  km kadar uzaktadır. Güneşten dünyamıza gelen enerji, bu çok uzak mesafeyi 8 dakikada kat eder ve yerküre, 40 dakika içerisinde dünya üzerinde bir senede tüketilen toplam enerjiye eşit bir enerjiyi güneş ışınlarından soğurur.

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon işlemi, yani hidrojen gazının helyuma dönüşmesi ile açığa çıkan ışınım enerjisidir ve dolayısıyla güneş sürekli bir füzyon reaktörü olarak kabul edilebilir. Hidrojenin helyuma dönüşmesi esnasında ise saniyede  $4 \times 10^6$  ton kütle enerjiye dönüşerek yaklaşık  $386 \times 10^6$  EJ (Eksa Joule) (1 EJ = 22.7 MTEP-Milyon ton eşdeğer petrol) değerindeki enerji ışınım şeklinde uzaya yayılır. Bu işlem milyonlarca yıl daha devam edeceğinden (yaklaşık olarak belirlenen rakamlara göre beş milyar yıl) güneş, gezegenimiz için sonsuz bir enerji kaynağıdır.

Atmosfere gelen güneş radyasyonunun yaklaşık %17.5'i atmosferi ısıtmak için kullanılırken yaklaşık %35'i bulutlardan ve yerden yansarak tekrar uzaya dönmektedir. Geriye kalan %47.5 değerindeki miktar ise yeryüzüne düşmektedir ve ısıya dönüşmektedir. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin değeri  $1370 \text{ W/m}^2$  kadardır. Buna karşılık, yeryüzüne ulaşan miktarı atmosferden dolayı sadece  $0-1100 \text{ W/m}^2$  değerleri arasındadır. Bu da demektir ki, bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir miktarı bile dünyadaki mevcut enerji tüketiminden çok daha fazladır [6].

## 3. TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİSİNE GENEL BİR BAKIŞ VE GELİNE SON DURUM

Türkiye coğrafi olarak Kuzey Yarım Küre'de yer alır ve  $36-42^\circ$  kuzey enlemleri ile  $26-45^\circ$  doğu boylamları arasında bulunur (Şekil 1) [7]. Ülkemizin bu mükemmel coğrafi konumu sayesinde sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli, Türkiye'nin birçok ülkeye göre çok daha avantajlı konumda olmasını sağlar. Türkiye, güneş kuşağı içinde yer almasına rağmen, güneş enerjisi eldesi ve kullanımını öngörülenden çok daha azdır. Bu yüzden, yakın gelecekte enerji gereksinimlerinin karşılanmasında, yenilenebilir enerjiler bünyesinde yer alan güneş enerjisinin de önemli bir çözüm alternatifi olarak etkili ve sürdürülebilir bir şekilde hayata geçirilmesi gerekmektedir.

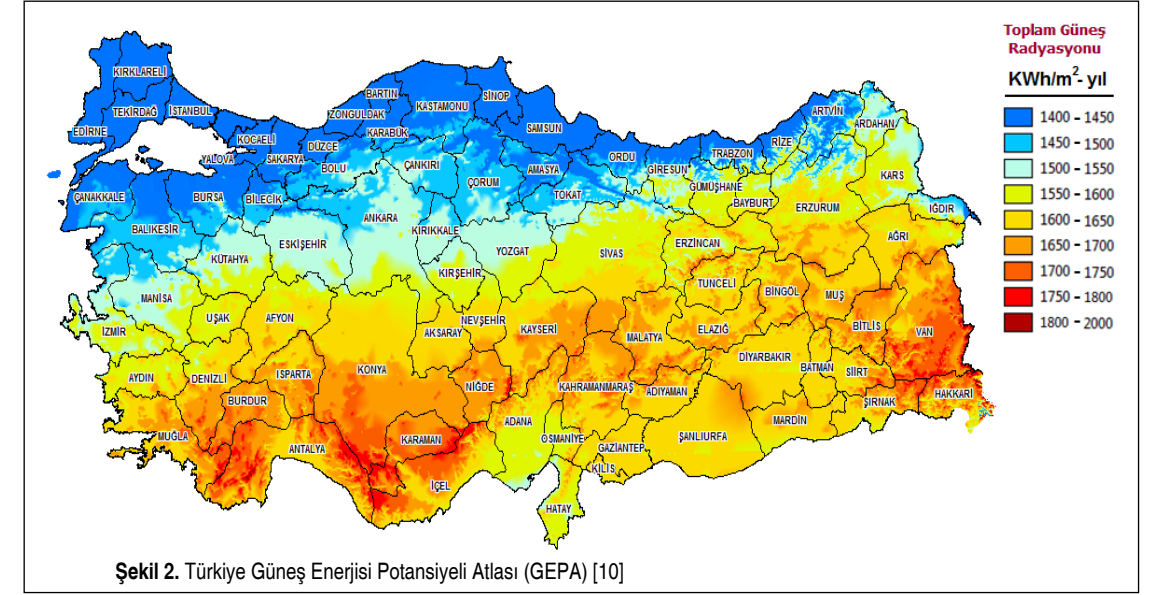


Şekil 1. Türkiye'nin Coğrafi Konumu [7]

Türkiye'de hidrolik, rüzgâr, jeotermal, güneş, biokütle ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları başta olmak üzere, tüm enerji kaynaklarının tespiti ve değerlendirilmesinde Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) görevlidir. Bu kurum, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) bünyesinde yer alır. YEGM, güneş enerjisine dair çalışmaları bünyesinde 20.02.2001 tarihli ve 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ve bu Kanun'a istinaden çıkarılmış olan Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği'ne göre rüzgâr ve güneş enerjisine dayalı lisans almak maksadı ile yapılan başvurulara ilişkin Bakanlık tarafından yürürlüğe konulan yönetmelik çerçevesinde görüş oluşturmakla da sorumludur.

2012 yılı sonu verileri incelendiğinde, Türkiye'de toplam kurulu güneş kolektör alanının ortalama  $18\,640\,000 \text{ m}^2$  olduğu görülmektedir. Yıllık değerinde düzlemsel güneş kolektörü üretimi ise  $1\,164\,000 \text{ m}^2$ 'dir. Buna ilaveten, vakum tüplü kolektör değeri  $57\,600 \text{ m}^2$  olarak hesaplanmıştır. Üretilen düzlemsel kolektörlerin yarısı, vakum tüplü kolektörlerin tamamı Türkiye içinde kullanıldığı bilinmektedir. Yine aynı yıl verilerine göre, güneş kolektörleri ile yaklaşık olarak 768 000 TEP (Ton Eşdeğer Petrol) ısı enerjisi üretilmiştir. Üretilen ısı enerjisinin, 2012 yılı için konutlardaki kullanım değeri 500 000 TEP, endüstriyel amaçlı kullanım değeri ise 268 000 TEP olarak hesaplanmıştır [8].

Türkiye'de güneş enerjisinde önemli bir adım olarak, fotovoltaik sistemlerin kullanımının yaygınlaştırmak amacıyla, gerekli olan 5346 sayılı "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunu" 29.12.2010 yılında revize edilmiş ve 2013'te mevzuat çalışmaları tamamlanmıştır. Son yıllarda fotovoltaik sistemlerin maliyetlerin düşürülmesi ve verimliliğin artması sayesinde de kullanımının artması beklenmektedir. Zamanla, kademeli olarak kapasite yükseltilmesi ve önümüzdeki yıllarda yaklaşık 3000 MW lisanslı PV (fotovoltaik) santral kurulu gücüne ulaşılması hedeflenmektedir. Ayrıca, başta kamu kuruluşlarında olmak üzere, küçük güçlerin karşılanması ve araştırma amaçları için kullanılan fotovoltaik güneş elektrikli sistemleri 3.5 MW kurulu güce ulaşmıştır [9].



Şekil 2. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) [10]

Güneş enerjisini etkin ve verimli kullanabilmek ve enerji üretimi için değerlendirme yapmaya yönelik potansiyel belirleme çalışmalarına katkı vermek üzere üretilen bilgilerin "GEPA (Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası) Albümü" Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanıp kullanıma sunulmuştur. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına göre, yıllık toplam güneşlenme süresi 2737 saat (günlük toplamı 7,5 saattir), yıllık toplam gelen güneş enerjisi ise  $1527 \text{ kWh/m}^2$ .yıl, yani günlük toplam olarak  $4.2 \text{ kWh/m}^2$  değerinde belirlenmiştir [9]. Aşağıda, Şekil 2'de Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası görülmektedir [10].

Tablo 1. Türkiye'nin Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Aylara Göre Dağılımı [11]

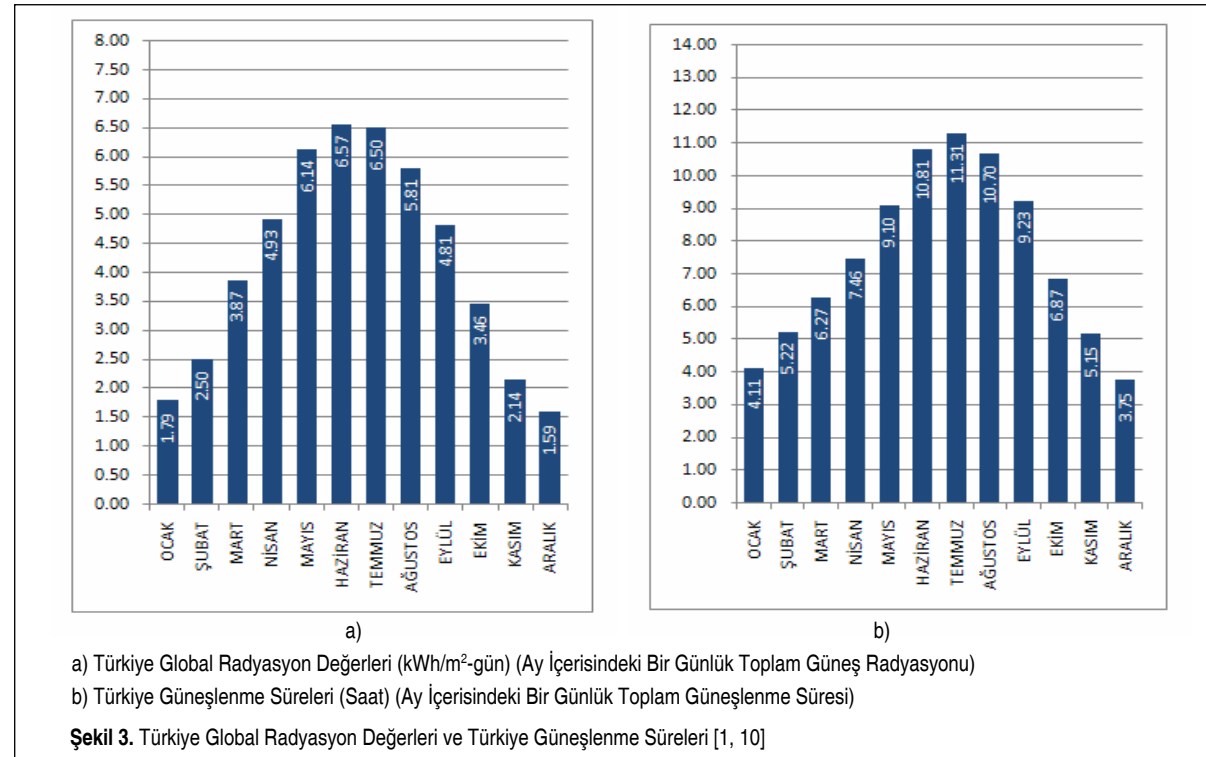
Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi (kcal/cm²-ay) (kWh/m²-ay)	Güneşlenme Süresi (saat/ay)
Ocak	4.45	51.75
Şubat	5.44	63.27
Mart	8.31	96.65
Nisan	10.51	122.23
Mayıs	13.23	153.86
Haziran	14.51	168.75
Temmuz	15.08	175.38
Ağustos	13.62	158.40
Eylül	10.60	123.28
Ekim	7.73	89.90
Kasım	5.23	60.82
Aralık	4.03	46.87
<b>Toplam</b>	<b>112.74</b>	<b>1311.00</b>
<b>Ortalama</b>	<b>308.0 Cal/cm²-gün</b>	<b>3.6 kWh/m²-gün</b>
		<b>7.2 saat/gün</b>

Türkiye, yıllık 110 gün gibi yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir ve gerekli yatırımların yapılması halinde Türkiye yılda birim metre karesinden ortalama olarak 1100 kWh'lik güneş enerjisi üretebilir. Tablo 1'de, Türkiye güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri aylara göre dağılımı verilmiştir [11].

Ülkemizde yıllık ortalama toplam güneş ışınımının en küçük ve en büyük değerleri sırası ile  $1120 \text{ kWh/m}^2$ .yıl ile Karadeniz Bölgesi'nde ve  $1460 \text{ kWh/m}^2$ .yıl ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde gerçekleşmektedir. Bu ışınım şiddetleri ile Türkiye'nin, Güneydoğu ve Akdeniz bölgeleri içinde kalan ve yüzölçümünün %17'sini kapsayan bölümünde, güneşli su ısıtıcılarının yıl boyunca tam kapasiteli olarak çalıştıkları görülmektedir. Türkiye yüzölçümünün %63'ünü kapsayan bölümde ise güneşli su ısıtıcılarının yıl boyunca çalışma oranı %90 ve ülkenin %94'ünü kapsayan bir bölümden çalıştırma oranı ise %80'dir [12]. Aşağıda, Tablo 2'de Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı görülmektedir [11]. Ayrıca, Şekil 3'te de Türkiye

Tablo 2. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı [11]

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m²-Yıl)	Güneşlenme Süresi (Saat/Yıl)
Güneydoğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971



global radyasyon değerleri ve Türkiye güneşlenme süreleri sırasıyla verilmiştir [1, 10].

Türkiye'nin pek çok yerinde, güneşli su ısıtıcıları yılın %70'i kadar bir sürede tam randımanlı olarak çalışabilmektedir. Bu sebeple, özellikle Güney ve Ege kıyıları başta olmak üzere, bütün bölgelerde güneş enerjisi kolektörleri hâlen yoğun olarak sıcak su elde etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bazı endüstriyel uygulamalarda, hacim ısıtma uygulamaları ile elektrik üretiminde fotovoltaik pillerin kullanımı da giderek yaygınlaşmaktadır. Ülkemiz güneş kolektörü yıllık üretim hacmi 750 000 ile 1 000 000 m<sup>2</sup> arasındadır. Üretimin bir kısmı da ihraç edilmektedir [12].

Elektrik enerjisi kurulu gücü bakımından incelendiğinde, Türkiye'de 2013 yılında işletmeye alınan santraller ile birlikte elektrik enerjisi kurulu gücünde 6948 MW'lık bir kapasite artışı gerçekleştirilmiştir. 2002 yılında 300 olan elektrik enerjisi üretim santrali sayısı, 2013 yılı sonunda 907'ye, 2014 yılı Eylül ayı sonunda ise 1059'a yükselmiştir. Mevcut santrallerin 504 adedi hidrolik, 30 adedi kömür, 87 adedi rüzgâr, 14 adedi jeotermal, 231 adedi doğalgaz, 49 adedi yenilenebilir ve atık kaynaklıdır. Ayrıca diğer 9 adedi çok yakıtlı (katı ve sıvı olarak), 42 adedi çok yakıtlı (sıvı ve doğal gaz olarak) 20 adedi sıvı yakıtlı ve 73 adedi (lisanssız) güneş santralleridir. 2014 yılı Eylül ayı sonu değerleri göz önüne alındığında da yine 4222 MW değerinde bir kapasite artışı olduğu dikkat çekmektedir [13].

Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi arzı içinde-

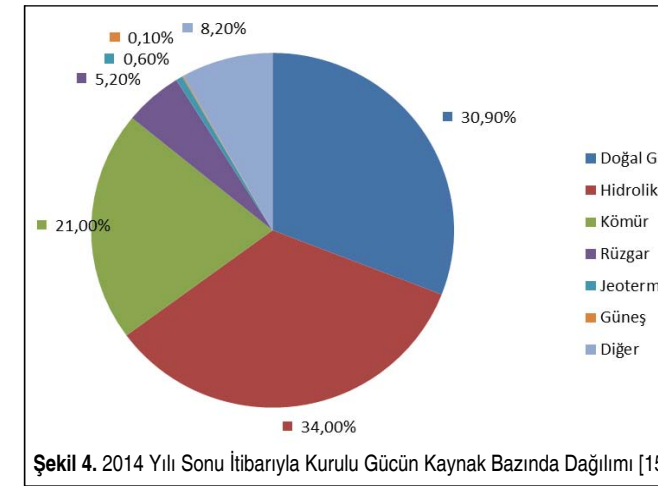
ki payının artırılması çalışmaları kapsamında, 2014 yılı Eylül ayı dâhil olmak üzere, işletmeye alınan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı santrallerin kurulu gücü 2002 MW olup bunlar; 724.3 MW'ı rüzgâr, 1166 MW'ı hidrolik, 47.6 MW'ı jeotermal, 64.1 MW'ı çöp gazı, biyokütle, atık ısı, pirolitik yağ ve güneş enerjisine dayalı elektrik üretim santralleridir.

Tablo 3'te, 2013 yılı itibarıyla Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynak potansiyeli görülmektedir [14].

“Güneş Enerjisine Dayalı Lisans Başvurularının Teknik Değerlendirilmesi Hakkında Yönetmelik” 1 Haziran 2013 tarih ve 28664 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu Yönetmelik, yenilenebilir enerjiler alanında yürütülen çalışmalar bünyesinde, elektrik enerjisi üretimi için güneş enerjisinin etkin ve verimli kullanımını sağlamak üzere

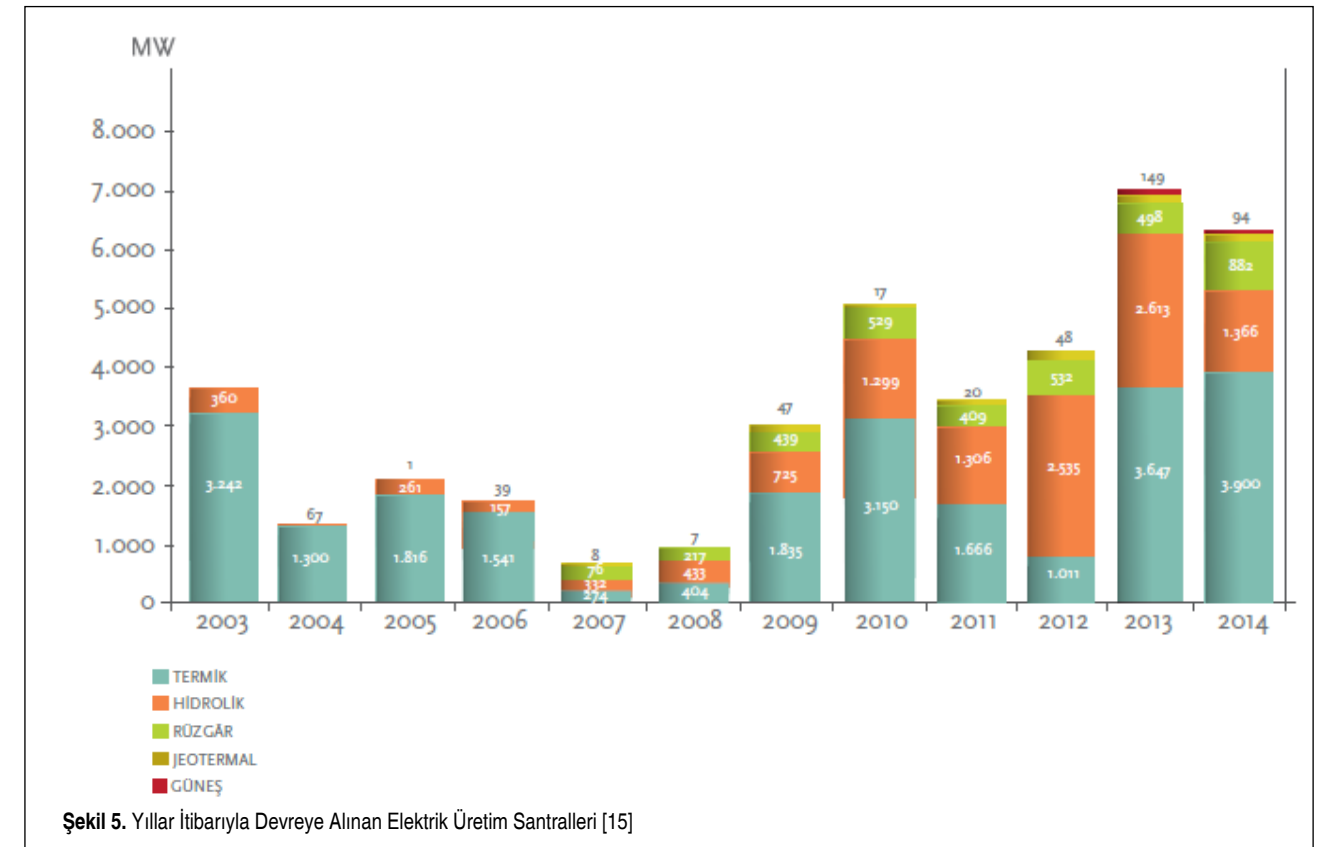
Tablo 3. Yenilenebilir Enerji Kaynak Potansiyeli (2013 Yılı İtibarıyla) [14]

	Hidrolik	Rüzgâr	Güneş	Biyokütle	Jeotermal
Kurulu Güç (MW)	22 289	2759.6	8.5	224	310.8
Elektrik Üretimi (GWh)	59 420.5	7557.5	-	1171.2	1363.5
Isı (Bin TEP)	-	-	795	-	4.99
2023 Hedefi (MW)	36 000	20 000	3000	1500	600
Potansiyel	36 000 MW	48 000 MW	1527 kWh/m <sup>2</sup> -yıl	2030.7 Milyon TEP	2000 MW



güneş enerjisine dayalı yapılan lisans başvurularının teknik değerlendirilmesinin standart bir şekilde yapılabilmesi amacıyla hazırlanmıştır [13].

Ayrıca değerlendirme çalışmaları tamamlanan bölgeler için “Rüzgâr ve Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi Kurmak Üzere Yapılan Ön lisans Başvurularına İlişkin Yarışma Yönetmeliği” kapsamında yarışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu kapsamda, 2014 Aralık ayında Erzurum, Elazığ ve Şırnak bölgelerinde birer adet olmak üzere güneş enerjisi santralleri için ilk ön lisanslar verilmiştir [15].



Enerji piyasalarında serbestleşme çalışmalarına bağlı olarak bir inceleme yapıldığında, 2014 yılı Eylül sonunda, özel sektöre ait toplam 4488 MW güç artışı olduğu görülür. Bu kapsamda, 4457 MW'lık 163 adet yeni ek santral ile 30.9 MW'lık 77 adet lisanssız santral devreye alınmıştır. Bu santrallerin dağılımları ise 2576.4 MW'ı termik, 1119.6 MW'ı hidrolik, 724.3 MW'ı rüzgâr, 20.3 MW'ı güneş, 47.6 MW'ı jeotermal kaynaklıdır. Enerji yatırımları ve kaynak çeşitlendirmesi kapsamında yürütülen çalışmalarda, 2014 yılı sonu itibarıyla, kurulu gücün kaynak bazında dağılımı Şekil 4'te görülmektedir.

Güneş enerjisine yönelik en son gelişmelerden biri de Ekonomi Bakanlığı tarafından 2015 Şubat ayında teşvik belgelerinin verildiği 35 enerji üretim projesinden 28 tanesinin güneş enerjisi santralleri için gerçekleştirilmiş olmasıdır. Lisanslı güneş enerjisi santralleri için 600 MW'lık birinci etabın süreci halen devam etmektedir. Bu kapsamda, yaklaşık 8000 MW'lık 500'e yakın proje başvurusu olmuştur. Mart 2015 itibarıyla, 2100 MW gücünde üretim tesisi için Çağrı Mektubu verilmiştir ve 388 MW'lık proje onayı gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, 72.4 MW'lık üretim tesisinin geçici kabulü yapılarak işletmeye alınmıştır [2].

Konya Karapınar'ın zengin güneş potansiyelinin Türk ekonomisine kazandırılması amacıyla yeni çalışmalar başlatılmıştır. Yapılması planlanan 3000 MW'lık santralin dünyanın en büyük güneş enerjisi santrali olması planlanmaktadır. Yaklaşık 6

**Tablo 4.** Cetvel I Olarak 6094 No'lu Kanun'da Verilen Öncelikli Teşvikler [12]

I Sayılı Cetvel	
Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (cent/kWh)
a. Hidroelektrik üretim tesisi	7.3
b. Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	7.3
c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10.5
d. Biyokütle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13.3
<b>e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi</b>	<b>13.3</b>

milyar ABD doları civarında yatırım bedeline sahip bu proje ile Türkiye'nin enerji güvenliğine önemli katkı sağlanacaktır. 2018 yılında üretime başlaması planlanan santralde Konya sanayisinden de destek alınacaktır ve sistemde büyük oranda yerli güneş paneli kullanılacaktır. Kurulacak panel fabrikalarıyla bölge sanayisi büyük oranda kalkınması ve istihdamın artması beklenmektedir. Ayrıca, bu yatırımların yerli üretim teçhizat ile donanımları sayesinde de ek teşvik kullanımı söz konusu olacaktır [2].

Türkiye'de güneş enerjisi sektöründe 17 yerli üretici 382.5 MW kapasiteye sahip güneş paneli üretim yatırımını gerçekleştirmiştir. Bunlarda sadece panel üretimi yapılmaktadır. Fo-

tovoltaik hücre üretimine yönelik yapılan çalışmalar halen devam etmektedir. Yakın zamanda, fotovoltaik hücre üretiminde yerli üreticilerin de ülke pazarında yer alması beklenmektedir. 2020 yılına kadar 10 milyar TL'lik güneş enerjisi santral yatırımının hayata geçirilmesi beklenmektedir.

TÜBİTAK Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projelerini Destekleme Programı (1007 Programı) kapsamında, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) ile Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nün (TİGEM) ortak müşteri kurum olarak yer aldığı "Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Yerli Güneş Enerjisi Santral Teknolojilerinin Geliştirilmesi (MİLGES)" ihtiyaç başlığına yönelik, Kamu Araştırmaları Destek Grubu (KAMAG) tarafından çağrı duyurusu 19.06.2013 tarihinde yayımlanmıştır. MİLGES Projesiyle Şanlıurfa Ceylanpınar'da 10 MW'lık kurulu güce sahip bir güneş enerjisi santralinin TİGEM'in (Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü) Ceylanpınar Tarım İşletmesi'nin tarıma elverişli olmayan arazisinde kurulacak olması büyük önem taşımaktadır [2]. Böylelikle, güneş enerjisi panelleri Türkiye'de yerli olarak üretilecektir. AR-GE ve inovasyon çalışmaları bünyesinde (MİLGES) çalışmaları halen sürmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları alanında yapılan kanuni düzenlemeler incelendiğinde 6094 Numaralı Kanun (Yenilenebilir Enerji Kaynakları -YEK-), Hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle ve biyokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarını içermektedir. Bu Kanun'da, yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretimde tesis tipine göre; hidroelektrik üretim tesisi ile rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi için 7.3 cent/kWh, jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi için 10.5 cent/kWh, biyokütle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dâhil olmak üzere) ile güneş enerjisine dayalı üretim tesisi için 13.3 cent/kWh fiyat desteği sağlandığı görülür (Tablo 4) [12].

Bu önemli Kanun içeriğinde, yurt içinde gerçekleşen imalat için de teşvikler getirilmiştir. Bunlar, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi yapan tesislerde yurt içinde üretilmiş donanım kullanılması halinde 0.4 ile 3.5 cent arasında ilave fiyat desteği sağlamaktadır (Tablo 5) [12]. Güneş enerjisine dayalı elektrik üretim santralleri için ünitelerin tamamen yerli olması halinde ise bu Kanun'daki 13.3 cent/kWh olan fiyat desteği, 20 cent/kWh'e kadar yükselmektedir. Bu düzenleme ile birçok yerli ve yabancı yatırımcıların, Türkiye'de ekipman üretim tesisleri açması söz konusudur.

YEK'in (Yenilenebilir Enerjiler Kanunu) yürürlüğe girdiği 18 Mayıs 2005 tarihinden 31 Aralık 2015 tarihine kadar işletmeye girmiş ya da girecek YEK destekleme mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için bu fiyatlar 10 yıl süreyle uygulanacaktır. 31 Aralık 2015 tarihinde sonra işletmeye girecek yenilenebilir enerji kaynağı üretim tesisleri için uygulanacak

fiyatlar ise bu fiyatları geçmeyecek şekilde Bakanlar Kurulunca belirlenecektir. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi ile birlikte yenilenebilir olmayan diğer enerji kaynaklarını kullanarak enerji üreten hibrit üretim tesisleri de bu destekleme kapsamında olacaktır.

6094 No'lu bu Kanun'un, 31/12/2015 tarihine kadar her yıl güneş enerjisine dayalı üretim tesislerinin bağlanabileceği trafo merkezleri ve bağlantı kapasiteleri, EİE İdaresi'nin ve TEİAŞ'ın teknik görüşleri alınarak Bakanlık tarafından belirlenmekte ve yayımlanmaktadır. 31.12.2015 tarihinden sonraki yıllara ait bağlantı kapasiteleri ve trafo merkezleri, ilki 1.4.2014 tarihinde olmak üzere, her yıl Bakanlık tarafından belirlenip ve yayımlanacaktır [12].

Güneş enerjisi alanında atılan önemli adımlardan bir diğeri de yoğun güneş alan ve verimsiz, çorak nitelikteki alanların ülke ekonomisine kazandırılması için başlatılan çalışmalarıdır. 16 Temmuz 2012'de Bakanlar Kurulu Kararı ile "Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi" olarak ilan edilen bölge, Türkiye'nin güneş enerjisine dayalı ilk enerji ihtisas bölgesi özelliğini taşımaktadır. Yaklaşık 60 bin dekar alanda 3000-4000 MW'lık kurulu güce ulaşılması hedeflenmektedir. Ayrıca, güneş enerjisi santrallerine uygulanan mevcut düzenleme dışında, o bölgede yer alan kömür rezervi de göz önüne alınarak yapılacak özel bir model üzerinde de çalışmalar halen devam etmektedir [13].

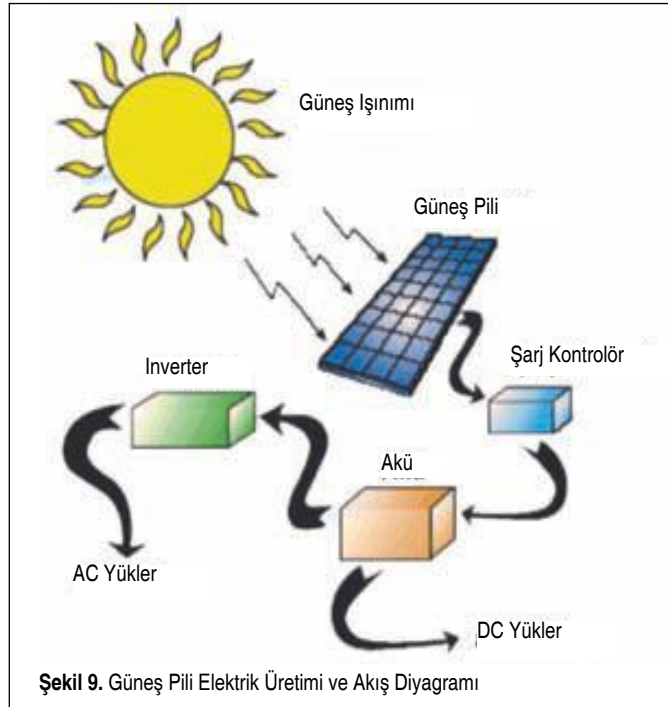
Son dönemlerde yenilenebilir enerji alanında yapılan yatırımlar hızlandırılmıştır. 2014 yılı sonu göz önüne alındığında, Türkiye'nin enerji kurulu gücünün %40.3'ünü 28 004 MW ile yenilenebilir enerji kaynakları teşkil etmektedir ve güneş enerjisi potansiyelinin elektrik enerjisi üretimi için en üst hedefte değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Yine bu çalışmalar kapsamında, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik üretim santrallerinden olan güneş ve rüzgâr santrallerinin elektrik iletim sistemi üzerindeki muhtemel olumsuz etkilerinin minimize edilmesi ve sistem güvenliğinin artırılması amacıyla yapılan önemli faaliyetler bulunmaktadır. Bunlardan birisi de üretilecek elektrikli gücün önceden tahmini için "güneş enerjisi izleme ve denetimi" ile "güneş izleme ve tahmin merkezi projesi"dir [15, 16].

Enerji verimliliğini artırmak üzere, 2014 yılında kamu, özel sektör ve okullarda "enerji verimliliği" bilincini artırmak ve yaygınlaştırmak amacıyla toplam 10.500 adet broşür, 3000 adet afiş, 6000 adet dergi ilgili kuruluşlara gönderilmiştir. Yine, gelişen teknolojiler ve ihtiyaçlara göre 7 farklı afiş hazırlanarak bu afişlerden 50.000 adedi dağıtım amaçlı bastırılmıştır. Isı yalıtım tekniklerinin, güneş enerjisi uygulamalarının, jeotermal ısı pompasının, enerji verimliliği yöntemlerinin uygulandığı "Örnek Bina" da eğitim faaliyetlerinde kullanılmıştır.

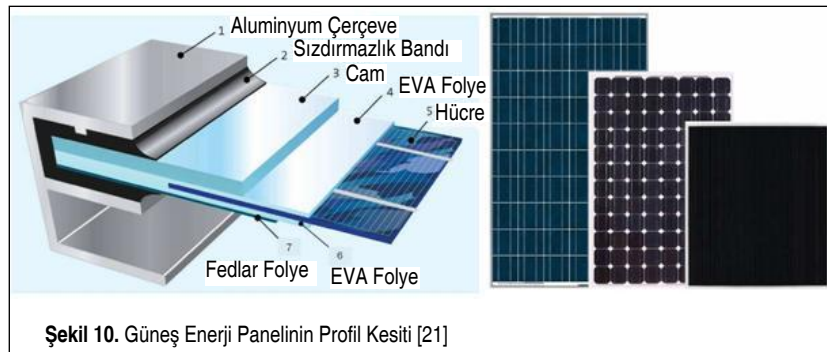
**Tablo 5.** Cetvel II Olarak 6094 No'lu Kanun'da Verilen Öncelikli Teşvikler [12]

II Sayılı Cetvel		
Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (cent/kWh)
A- Hidroelektrik üretim tesisi	1- Türbin	1.3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1.0
B- Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Kanat	0.8
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1.0
	3- Türbin kulesi	0.6
	4- Rotor ve nasel gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (Kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç.)	1.3
C- Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	<b>1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı</b>	<b>0.8</b>
	<b>2- PV modülleri</b>	<b>1.3</b>
	<b>3- PV modülünü oluşturan hücreler</b>	<b>3.5</b>
	<b>4- İnvörtör</b>	<b>0.6</b>
	<b>5- PV modülü üzerine güneş ışınını odaklayan malzeme</b>	<b>0.5</b>
D- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	<b>1- Radyasyon toplama tüpü</b>	<b>2.4</b>
	<b>2- Yansıtıcı yüzey levhası</b>	<b>0.6</b>
	<b>3- Güneş takip sistemi</b>	<b>0.6</b>
	<b>4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı</b>	<b>1.3</b>
	<b>5- Kulede güneş ışınını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı</b>	<b>2.4</b>
	<b>6- Stirling motoru</b>	<b>1.3</b>
	<b>7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği</b>	<b>0.6</b>
E- Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Akışkan yataklı buhar kazanı	0.8
	2- Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı	0.4
	3- Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0.6
	4- Buhar veya gaz türbini	2.0
	5- İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0.9
	6- Jeneratör ve güç elektroniği	0.5
	7- Kojenerasyon sistemi	0.4
F- Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Buhar veya gaz türbini	1.3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	0.7
	3- Buhar enjektörü veya vakum kompresörü	0.7





Şekil 9. Güneş Pili Elektrik Üretimi ve Akış Diyagramı



Şekil 10. Güneş Enerji Panelinin Profil Kesiti [21]

lik oluk kollektörde 400°C sıcaklığa, üç boyutlu, yani çanak kollektörlerde ise 1400°C sıcaklıklara kadar ulaşılır. Odaklı güneş enerjisi toplayıcılarıyla yüksek sıcaklıklarda kızgın su, doymuş buhar ve kızgın buhar eldesi gerçekleştirilebilir. Bu şekilde elde edilen kızgın su ya da buhar enerjisi, endüstriyel tesislerde enerji üretiminde kullanılır. Günümüzde dünya üzerinde çeşitli yerlerde güneş enerjisinden elde edilen kızgın buhar ile çalışan birçok termik santral bulunmaktadır; ancak bu sistemlere ait araştırma ve geliştirme çalışmaları halen devam etmektedir.

Güneş enerjisinden elektrik üretimi amaçlı kullanılan fotovoltaik güneş teknolojilerindeki fotovoltaik hücrelerin yüzey şekilleri kare, dikdörtgen ve daire şeklinde olup, alanları genellikle 100 cm<sup>2</sup> kadardır. Kalınlıkları ise 0.1mm-0.4 mm arasında değişir. Fotovoltaik hücreler fotovoltaik prensibe göre çalışmaktadır. Fotovoltaik prensip, güneş ışığının fotovoltaik hücrelerin üzerlerine geldiği zaman, uçlarında elektrik gerilimi oluşturması prensibine dayanır. Yani bir fotovoltaik hücre, güneş ışığını doğrudan elektrik akımına dönüştüren

bir araçtır; yarı iletken bir diyot olarak görev yapan bir fotovoltaik hücre, güneş ışığının taşıdığı enerjiyi fotoelektrik reaksiyondan faydalanarak, direkt olarak elektrik enerjisine dönüştürür (Şekil 9) [19]. Yarı iletken maddelerin güneş pili olarak kullanılabilmesi için *N* ya da *P* tipi olarak katkılanmaları gereklidir. Katkılanma işlemi, saf yarı-iletken eriyik içerisine istenilen katkı maddelerinin denetimli olarak ilave edilmesiyle gerçekleştirilir. Elde edilen yarı-iletkenin *N* ya da *P* tipi olması katkı maddesine bağlı olarak değişir. Yarı iletken maddesi olarak çok kristalli silisyum kullanılır. *P* ve *N* tipi yarı-iletkenler bir araya gelmeden önce her iki madde de elektriksel bakımdan nötr durumdadır, yani elektrik akımı oluşturmaz. *PN* eklem oluştuğunda, *N* tipindeki çoğunluk taşıyıcısı olan elektronlar, *P* tipine doğru akım oluşturur. Bu, her iki tarafta da yük dengesi oluşana kadar devam eder ve böylece elektrik akımı oluşur.

Güneş enerjisi, %5 ile %20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir. Güneş enerjisinin verimini fotovoltaik hücrenin yapısı belirler. Birçok sayıda fotovoltaik hücre, birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir. Bu sayede, bir kaç Watt'tan, mega Watt değerlerine kadar güç değerlerine ulaşılır ve güç çıkışının artırılması sağlanır. Elde edilen bu oluşum da fotovoltaik modül olarak adlandırılır.

Güneş pilleri ile üretilen doğru akım elektrik enerjisi; şarj regülatörü ve batarya gibi ekipmanlar sayesinde depolanır. İnverter vb. ek donanımlar ile de doğru akım, alternatif akıma çevrilerek elektrik enerjisi tüketim için hazırlanmış olunur.

Teknolojik gelişmeler kapsamında, güneş pilleri ile elektrik enerjisi üretiminin veriminin artırılması için yapılan çalışmalar hızla devam etmektedir. Örneğin çift yönlü güneş takip sistemi ile sabit sisteme göre %41.34 daha fazla elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirilmektedir [20]. Güneş pillerinin yüzeylerinin temiz tutulması, soğutma sistemlerinin kullanımı, gölgelenmenin önlenmesi gibi işlem ve tedbirlerle de güneş pillerinin verimleri oldukça iyi düzeyde artırılabilmektedir.

Fotovoltaik hücreler farklı maddelerden yararlanılarak üretilmektedir. En çok kullanılan maddeler arasında kristal silisyum, galyum arsenit (GaAs), amorf silisyum, kadmiyum tellürid (CdTe), bakır indiyum di-selenid (CuInSe<sub>2</sub>) ve optik yoğunlaştırıcı hücreler gelmektedir. Şekil 10'da güneş enerji panelinin profil kesiti görülmektedir [21].

Günümüzde ticari ortamlarda yer alan Si fotovoltaik hücrelerin yerini alabilecek ve verimleri aynı olsa bile üretim teknolojileri daha kolay ve ucuz olan fotovoltaik hücreler üzerinde önemli çalışmalar yapılmaktadır. Bunlar; foto-elektrokimyasal çok kristalli titanyum dioksit hücreler, polimer yapıları plastik hücreler ve güneş spektrumunun çeşitli dalga boyları-

na uyum sağlayacak şekilde üretilebilen enerji bant aralığına sahip kuantum fotovoltaik hücreleri olarak sayılabilir.

Fotovoltaik sistemler, yerleşim yerlerinden uzak, elektrik şebekesi olmayan yerlerde, jeneratöre yakıt taşımının zor ve pahalı olduğu hallerde kullanılır. Ayrıca, haberleşme istasyonları, kırsal radyo, telsiz ve telefon sistemleri, petrol boru hatlarının katodik koruma, metal yapıların korozyondan korunması, elektrik ve su dağıtım sistemlerinde yapılan tele-metrik ölçümlerde, hava gözlem istasyonlarında kullanılır. Ek olarak, bina içi ve dışı aydınlatma, TV, radyo, buzdolabı gibi elektrikli aygıtların çalıştırılması, tarımsal sulama amacıyla su pompajı, orman gözetleme kuleleri, deniz fenerleri, ilkyardım, alarm ve güvenlik sistemleri, deprem ve hava gözlem istasyonları, ilaç ve aşı soğutma işlemleri uygulama sahaları içinde sayılabilir. Tüm bunların yanı sıra, şebeke bağlantısı olan yerleşim yerleri, evlerin çatıları, duvarları ve büyük ölçekli santral uygulamaları ve bunların dışında dizel jeneratörleri ya da başka güç sistemleri ile birlikte kullanımları da mevcuttur.

## 6. SONUÇ

Yenilenebilir enerji kaynakları bünyesinde yer alan güneş enerjisi, tükenmeyen bir enerji kaynağıdır, oldukça düşük CO<sub>2</sub> sürümlüdür, üstelik karbon monoksit (CO), kükürt, duman, gaz, radyasyon vb. çevreyi kirleten etmenlere de sahip değildir. Farklı enerji ihtiyaçları için güvenle kullanılabilir. Güneş enerjisinin koku veya ses gibi rahatsız edici öğeleri yoktur [1, 22]. Türkiye'de güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi, doğru enerji politikalarının hayata geçirilmesi açısından çok önemlidir. Türkiye coğrafi konumu sayesinde yenilenebilir enerji kaynakları ve özellikle güneş enerjisi potansiyeli bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Bu kaynaklardan maksimum oranda yararlanılarak; hem enerji arz güvenliğine büyük bir destek sağlanması, fosil yakıtlar nedeniyle yabancı kaynaklara bağımlılığın ortadan kaldırılması ya da mümkün olduğunca azaltılması ve hem de yeni istihdam alanlarının açılması imkânları sağlanmış olacaktır. Bu doğrultuda hazırlanan bu çalışmanın amacı da Türkiye'de güneş enerjisinin genel görünümü, potansiyelleri, devlet teşvikleri, gelinen son durum ve güneş enerjisi üretim teknolojilerini inceleyerek, konuyla ilgili her kesim için aydınlatıcı bilgilerin sunulmasıdır. Ayrıca, toplumun güneş enerjisi hakkında bilinçlenmesi ve ülkemizdeki enerji politikalarının geliştirilip, yenilenebilir enerjilerde daha etkin bir yol kat edilmesi için katkı sağlamak da bu amaçlar içinde yer almaktadır.

Türkiye'de enerji üretimi ve kullanımında öncelikle, ulusal ve uluslararası hukuki düzenlemelerin yeniden yapılması, enerji üretimi teknolojilerinde ve kaynak seçiminde çevresel etkileri dikkate alarak (tarım alanlarının, arkeolojik ve tarihi yapı alanlarının korunmasında da daha dikkatli olunarak) enerji üretim sahalarının ekonomiye kazandırılması ve enerji kullanımında verimliliğe büyük önem verilmesi gerekmektedir.

Bu nedenle, küresel ölçekte çevre kirliliğine ve iklim değişikliğine sebep olan klasik fosil yakıt kaynaklı enerji üretim sistemleri ve geleneksel üretim teknolojileri yerine, çevreci, sürdürülebilir yenilenebilir enerji kaynakların değerlendirilmesi ve bunlara ait teknolojilerin geliştirilmesi gerekmektedir [1].

Öte yandan, ülkemizde ekonomik potansiyel oluşturan yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin olarak, lisans alınan projelerin öngörülen sürede tamamlanması için gerekli yasal tedbirler alınmalıdır. Üretim planlamaları ise teknolojik gelişmelere ve mevzuat düzenlemelerine bağlı olarak hazırlanmalıdır [23].

Yine dikkat edilecek bir konu da güneş termik santrali kurulamaz alanlar, yani güneş enerjisi bakımından elverişli olmayan alanlarda işlem yapılmaması, ülkemizin çok kıymetli olan toprak alanlarının korunması açısından çok önemlidir. Bu alanlar şöyle sıralanabilir:

- Kıymetli tarım arazileri, bitki ve orman alanları veya bu arazilere yakın alanlar,
- Arazi eğimi 3 dereceden büyük olan alanlar,
- Yerleşim alanları ile 500 m emniyet şeridi içindeki alanlar,
- Kara ve demir yolları ile 100 m emniyet şeridi içindeki alanlar,
- Havaalanları ile 3 km emniyet şeridi içindeki alanlar,
- Çevre koruma, milli parklar ve tabiat alanları ile 500 m emniyet şeridi içindeki alanlar,
- Göller, nehirler, baraj gölleri ile sulak alanlar,
- Koru ormanları, ağaçlandırma alanları, özel ormanlar, fidanlıklar, sazlık ve bataklıklar, muhafaza ormanları gibi alanlara özenle dikkat edilmeli ve bunların korunması için gerekli her türlü tedbir alınmalıdır [24].

Sonuç olarak,

- Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları bakımından Avrupa'da lider olabilecek kadar iyi bir konuma sahiptir. Yapılacak yeni kanuni düzenlemeler, çalışmalar ve yatırımlarla, bu yüksek potansiyellerdeki kendi yerel kaynaklarımızı, teknolojimizi ve teknik kadrolarımızı hayata geçirerek ve bilinçlenmeyi artırarak enerjide önemli adımlar atılmalıdır.
- Ülkemizde enerji ve döviz tasarrufu yapılmalıdır. Türkiye enerji verimliliğini artırma yönünden en az %25 gibi oldukça yüksek bir potansiyele sahiptir ve bu potansiyelin en iyi şekilde ve hızla değerlendirilmesi gerekmektedir.
- Hava, su ve toprak kirlilikleri azaltılmalıdır. İnsan, çevre ve onun bir parçası konumundaki tüm varlıkların korunması amaçlanarak kapsamlı teknolojik ve bilimsel çalışmalar yapılmalıdır.
- Ayrıca, enerjinin çeşitlendirmesi, yerli kaynak olarak güneş, rüzgâr ve jeotermal enerji üretimlerinin artırılarak

kullanımlarının yaygınlaştırılması, enerjide güvenliğin sağlanması, enerji üretimi, iletimi, dağıtımı ve tüketiminde kayıpların en aza indirilmesi gerekmektedir.

## KISALTMALAR

EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GEPA	Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
Med-TSO	Akdeniz İletim Sistemi İşleticileri Birliği (Association of the Mediterranean Transmission System Operators)
MİLGES	Milli Güneş Enerjisi Santrali Geliştirilmesi
PV	Fotovoltaik
PWMSP	Akdeniz Güneş Planının Önünü Açmak (Paving the Way for Mediterranean Solar Plan)
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi Genel Müdürlüğü
TİGEM	Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü
YEGM	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YEK	Yenilenebilir Enerji Kaynakları

## Birimler

MTEP	Milyon Ton Eşdeğer Petrol
TEP	Ton Eşdeğer Petrol

## KAYNAKÇA

- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi. 2009. Dünya'da ve Türkiye'de Güneş Enerjisi, ISBN: 978-605-89548-2-3. DEK-TMK YAYIN NO: 0011/2009, EKC Form Ofset, Ankara.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. 2015. MİLGES, MİLHES, MİLKANAT ve (YGDA) Sistemi Geliştirilmesi Projeleri, 7.5.2015.
- Karaarslan, M.** 2009. "Çevre," <http://arsiv.indigodergisi.com/47/mk004.htm>, son erişim tarihi: 03.07.2015.
- ECA. 2015. "Güneş Enerjisi Sistemleri," [http://www.elgin-kan.com.tr/assets/media/mediaFile\\_52f889fc17d27.pdf](http://www.elgin-kan.com.tr/assets/media/mediaFile_52f889fc17d27.pdf), son erişim tarihi: 06.06.2015.
- Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü. 2015. "Meteoroloji Laboratuvarı/Yenilenebilir Enerjiler/Güneş Enerjisi," <http://web.boun.edu.tr/meteoroloji/yenerji.php>, son erişim tarihi: 06.06.2015.
- YEGM. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü. 2015. [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g\\_enj\\_tekno.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx), son erişim tarihi: 06.06.2015.
- Coğrafi Koordinat Sistemi. 2012. <http://www.e-cografya.org>, son erişim tarihi: 03.07.2015.
- ETKB. 2015. "Güneş," <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes>, son erişim tarihi: 22.06.2015.
- ETKB. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Bilgi Merkezi, "Güneş," <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes>, son erişim tarihi: 06.06.2015.
- GEPA. 2015. <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>, son erişim tarihi: 12.11.2015.
- TMMOB Makina Mühendisleri Odası. 2014. "Türkiye'nin Enerji Görünümü," Yayın No: MMO/2014/616, Ankara.
- Kılıç, Ç. F.** 2011. "Türkiye'deki Yenilenebilir Enerjilerde Mevcut Durum ve Teşviklerindeki Son Gelişmeler," Mühendis ve Makine Dergisi, cilt 52, sayı 614, s. 103-115.
- Yıldız, T.** 2014. "Bakanlığın 2015 Yılı Bütçesini TBMM (Türkiye Büyük Millet Meclisi) Plan ve Bütçe Komisyonuna Sunumu," Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Strateji Geliştirme Başkanlığı, Ankara.
- Mavi Kitap. ETKB 2014. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı, İlgili ve İlişkili Kuruluşların Amaç ve Faaliyetleri, Bağlı ve İlgili Kuruluşlar Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. 2015. 2014 Faaliyet Raporu, Strateji Geliştirme Başkanlığı, Ankara.
- ETKB Rapor. 2014. 2014 Yılı Kurumsal Mali Durum ve Beklentiler Raporu.
2015. "Solar Power in Turkey," <http://www.alternaturk.org/gunes-enerjisi-kullanim-alanlari.php>, son erişim tarihi: 24.06.2015.
- YEGM. 2015. "Enerji verimliliği, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Güneş Enerjisi, Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi Sistemleri," <http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/gunes/yogunlastiricilar.html>, son erişim tarihi: 16.11.2015.
- guneshaber.net. 2015. "Turkey Solar and Wind Energy News," <http://www.guneshaber.net/haber/786-uzman-gozuyle-gunes-enerjisi-mevcut-gelecek-politikalari.html> son erişim tarihi: 03.07.2015.
- Abdallah, S., Nijmeh, S.** 2004. "Two Axes Sun Tracking System with PLC Control," Energy Conversion and Management, vol. 45 (11-12), p. 1931-1939.
- Alfa Solar Enerji. 2012. Güneş Paneli Üretim Tesisi Analizi, Alfa Solar Enerji Tic. ve A.Ş. Ankara.
- Caglayan, N., Ertekin, C., Evrendilek, F.** 2014. Spatial Viability Analysis of Grid-Connected Photovoltaic- Power Systems for Turkey," Electrical Power and Energy Systems, vol. 56, p. 270-278.
- Kılıç, Ç. F., Kaya, D.** 2007. "Energy Production, Consumption, Policies, and Recent Developments in Turkey," Renewable and Sustainable Energy Reviews, volume 11, issue 6, p. 1312-1320.
- Türkiye Güneş Kaynak Bilgileri. 2015 [http://www.normenerji.com.tr/menu\\_detay.asp?id=8789](http://www.normenerji.com.tr/menu_detay.asp?id=8789), son erişim tarihi: 22.06.2015.