



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/m²yıl'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.

GÜNEŞ ENERJİSİ, TÜRKİYE'DEKİ SON DURUMU VE ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ

AYEK ULUSLARARASI DANIŞMANLIK VE SAVUNMA
SANAYİ

GÜNEŞ ENERJİSİ, TÜRKİYE'DEKİ SON DURUMU VE ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ

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/m²yıl'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.

SOLAR ENERGY, ITS RECENT STATUS IN TURKEY AND PRODUCTION TECHNOLOGIES

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/m² 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.

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. 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 (1.5×10¹⁵) MW/h'tir. Bu enerji miktarı, dünyada insanların 1 yılda tükettiği enerjinin tam 28 000 katına eşdeğerdir. 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. Örnek olarak,

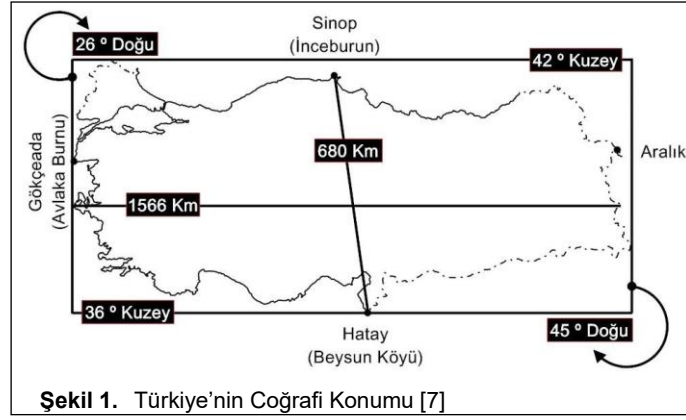
güneş enerjisinde dünyada öncü ülkelerden Almanya başta olmak üzere, Avrupa'dan toplam 12 şirketin, 560 milyar dolara mal olacak bir proje ile Avrupa'ya güneş enerjisini sağlamayı planlaması verilebilir. "Desertec Projesi" adı verilen bu proje ile Sahra Çölü'nde üretilecek olan güneş enerjisinin ayrıca Kuzey Afrika ve Ortadoğu ülkelerinde de kullanılması ve 2050 yılına kadar Avrupa'nın enerji ihtiyacının %15'inin bu sayede karşılanması öngörülmektedir. 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 yükseltmiştir. 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 380×109 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. 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. 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 sağlaması 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.

1. GÜNEŞ ENERJİSİ

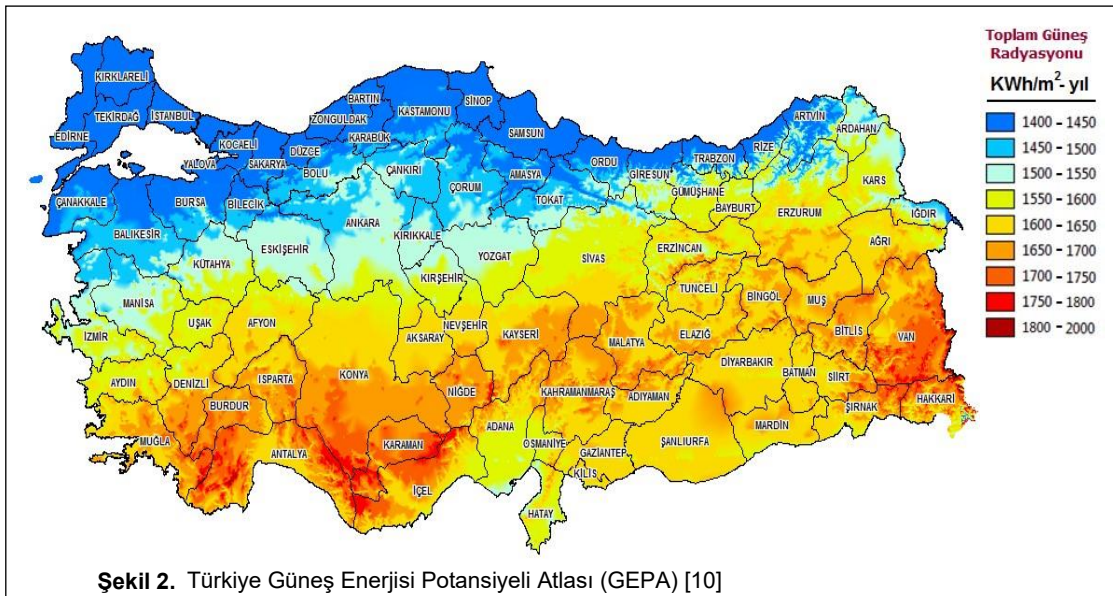
Güneş yaklaşık olarak bir küre şeklindedir. Güneş, enerjisini tüm yönlerde homojen bir şekilde ışıma yolu ile yayar. Güneşe ait ışınım enerjisi, yeryüzü ve atmosferde yer alan fiziksel ve biyolojik etkileşimleri yönlendiren temel bir enerji kaynağıdır. Güneş, 1.99x10³⁰ kg kütlede sıcak bir gaz küresi olup, yüzey sıcaklığı yaklaşık 6 000 K'dır (Kelvin). Güneşin merkezinde sıcaklık 8x10⁶ K ile 40x10⁶ K arasında değişmektedir [5]. Güneşin bu olağan üstü yüksek sıcaklıkta bir saniyede yaydığı ışınım enerjisi, yaklaşık 4×10²³ kW'tır. Güneşin çapı 1.392x10⁶ km'dir. Güneş, gezegenimizden yaklaşık 1.496x10⁸ 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 4x10⁶ ton kütlede enerjiye dönüşerek yaklaşık 386x10⁶ 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 yansıtılarak tekrar uzaya dönmektedir. Geriye kalan %47.5 değerindeki miktar ise yeryüzüne düşmektedir ve ısıya dönüşmektedir. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin değeri 1370 W/m² kadardır. Buna karşılık, yeryüzüne ulaşan miktarı atmosferden dolayı sadece 0-1100 W/m² değerleri arasındadır. Bu da demektir ki, bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir miktarı bile dünyadaki mevcut enerji tüketiminden çok daha fazladır.

2. TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİSİNE GENEL BİR BAKIŞ VE GELİNEREN SON DURUM

Türkiye coğrafi olarak Kuzey Yarım Küre'de yer alır ve 36- 42° kuzey enlemleri ile 26- 45° doğu boylamları arasında bulunur (Şekil 1). 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 kullanımı 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.



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 m² olduğu görülmektedir. Yıllık değerlerde düzlemsel güneş kolektörü üretimi ise 1 164 000 m²’dir. Buna ilaveten, vakum tüplü kolektör değeri 57 600 m² 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. 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.



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 kWh/m².yıl, yani günlük toplam olarak 4.2 kWh/m² değerinde belirlenmiştir. Aşağıda, Şekil 2’de Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası görülmektedir.

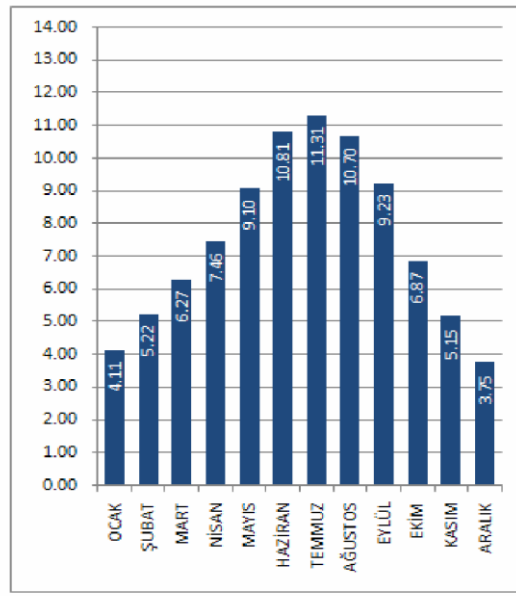
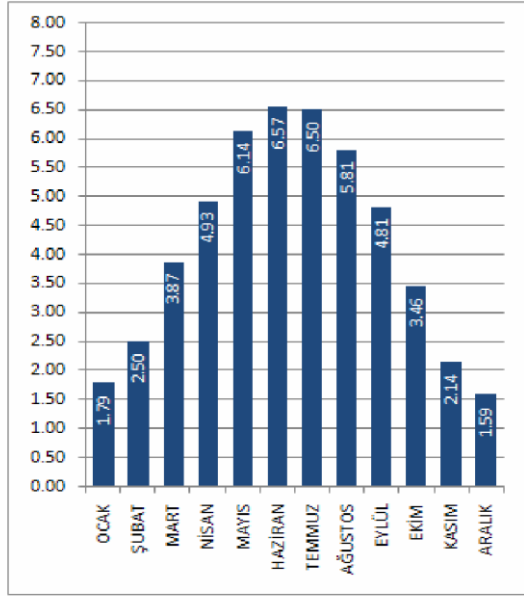
Tablo 1. Türkiye'nin Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Aylara Göre Dağılımı

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi (kcal/cm ² -ay) (kWh/m ² -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
Toplam	112.74	1311.00	2640
Ortalama	308.0 Cal/cm²-gün	3.6 kWh/m²-gün	7.2 saat/gün

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 enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri aylara göre dağılımı verilmiştir. Ülkemizde yıllık ortalama toplam güneş ışınımının en küçük ve en büyük değerleri sırası ile 1120 kWh/m² -yıl ile Karadeniz Bölgesi'nde ve 1460 kWh/m² -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 bölümdeki çalışma oranı ise %80'dir. Aşağıda, Tablo 2'de Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı görülmektedir. Ayrıca, Şekil 3'te de Türkiye

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m ² -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

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



a)

b)

a) Türkiye Global Radyasyon Değerleri kWh/m² gün (Ay İçerisindeki Bir Günlük Toplam Güneş Radyasyonu)

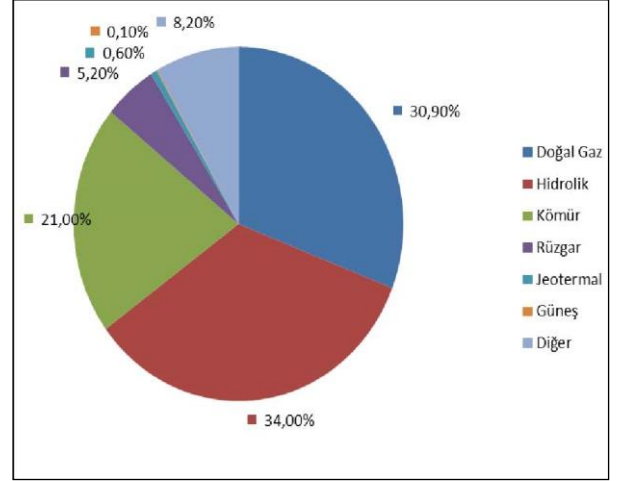
b) Türkiye Güneşlenme Süreleri (Saat) (Ay İçerisindeki Bir Günlük Toplam Güneşlenme Süresi)

Şekil 3. Türkiye Global Radyasyon Değerleri ve Türkiye Güneşlenme Süreleri

global radyasyon değerleri ve Türkiye güneşlenme süreleri sırasıyla verilmiştir. 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 m² arasındadır. Üretimin bir kısmı da ihraç edilmektedir. 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.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi arzı içindeki 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

	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 ² -yıl	2030.7 Milyon TEP	2000 MW

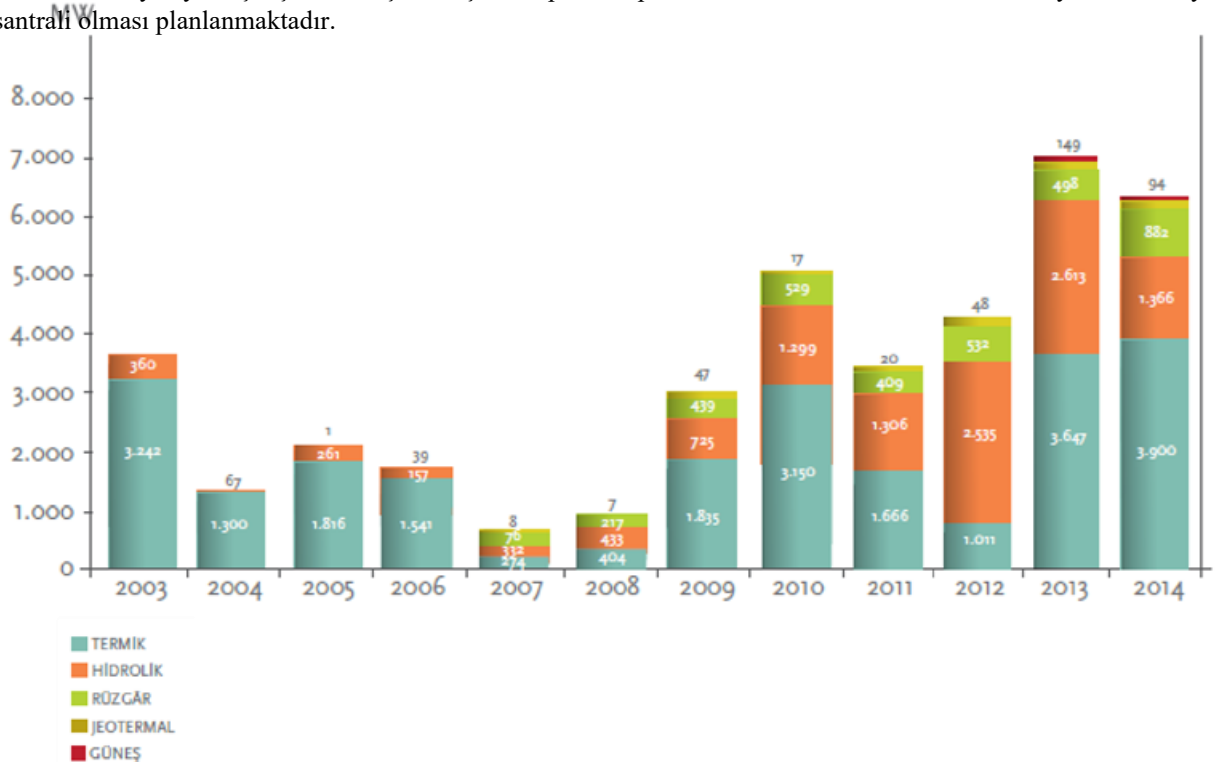


Tablo 3. Yenilenebilir Enerji Kaynak Potansiyeli (2013 Yılı İtibarıyla)

Şekil 4 2014 Yılı Sonu İtibarıyla Kurulu Gücün Kaynak Bazında Dağılımı

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

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

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. Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13.3
e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13.3

Tablo 4. Cetvel I Olarak 6094 No'lu Kanun'da Verilen Öncelikli Teşvikler

Fotovoltaik 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 santralının TİGEM'in (Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü) Ceylanpınar Tarım İşletmesi'nin tarıma elverişli olmayan arazisinde kurulacak olması büyük önem taşımaktadır. 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, biyokütleyle 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) .

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). 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. Güneş

enerjisi alanında atılan önemli adımlardan bir diğeri de yoğun güneş alan ve verimsiz, çorak nitelikteki alanların ülke ekonomisine kazandırılması için başlatılan çalışmalardır. 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.

II Sayılı Cetvel		
Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavəsi (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 nasele gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (Kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç.)	1.3
C- Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0.8
	2- PV modülleri	1.3
	3- PV modülünü oluşturan hücreler	3.5
	4- İnvörtör	0.6
	5- PV modülü üzerine güneş ışınıni odaklayan malzeme	0.5
D- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Radyasyon toplama tüpü	2.4
	2- Yansıtıcı yüzey levhası	0.6
	3- Güneş takip sistemi	0.6
	4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1.3
	5- Kulede güneş ışınıni toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2.4
	6- Stirling motoru	1.3
	7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	0.6
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

Türkiye’de güneş enerjisi konusunun dâhil olduğu enerji diplomasisi çalışmaları incelendiğinde, 19.04.2012 tarihinde İtalya’da ülkemizin de katılımı ile Akdeniz İletim Sistemi İşleticileri Birliği’nin (Association of the Mediterranean Transmission System Operators (MedTSO) kurulduğu görülür.

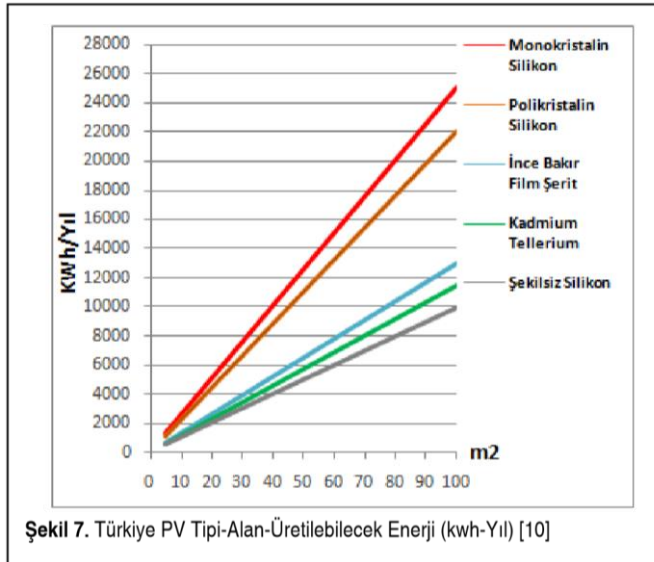
Bu kuruluşun amacı, Akdeniz Bölgesi’nde arz güvenliği ve sürdürülebilir enerji temini, iletim sistemlerinin geliştirilmesi ve iletim sistemi işleticileri arasında gerekli işbirliği ve koordinasyonun sağlanmasıdır. Med-TSO üyeleri arasında Türkiye, İtalya, Yunanistan, Cezayir, Tunus, Fas, Slovenya, Fransa, Portekiz, Karadağ, Arnavutluk, İspanya, Mısır, Ürdün ve Libya da bulunmaktadır. Avrupa Birliği Komisyonu ile yakın işbirliği içerisinde çalışmalarını yürüten Med-TSO, AB (Avrupa Birliği) kapsamında gerçekleştirilen “Akdeniz Güneş Planının Önünü Açmak (Paving the Way for Mediterranean Solar Plan-PWMSP)” projesinin C başlıklı Görevi (Task C) çalışmalarında önemli bir rol oynamıştır [15]. Şekil 6’da, (Avrupa ülkelerinde fotovoltaik güneş enerjisi potansiyeli) Avrupa ülkelerinde güneşe yönelmiş en uygun eğimli fotovoltaik modüller üzerine düşen toplam yıllık güneş ışınım şiddeti, Türkiye’nin görünümü de dâhil olmak üzere gösterilmiştir. Ayrıca, Şekil 7’de de Türkiye PV tipi- alanüretilebilecek enerji (kwh-yıl) olarak verilmiştir. Güneş enerjisi ile ilgili uluslararası ilişkiler kapsamında, 13- 14 Ekim 2014’te tarihlerinde Fransa Paris’te düzenlenen ve Uluslararası Enerji Ajansına (IEA) üye ülkelerin katıldığı “Uzun Vadeli İşbirliği Sürekli Grubu Toplantısı’na Türkiye de katılmıştır. Bu toplantıda, yenilenebilir enerji, güneş enerjisi, elektrik, doğal gaz piyasası ve arz güvenliği, enerji verimliliği, çevre ve iklim değişikliği, AB enerji politikalarında yer alan temel konular, dünya enerji yatırım görünümü, G20 güncellemesi, ABD enerji politikalarında temel konular gibi pek çok önemli konu başlığı üzerinde çalışılmıştır.

3. GÜNEŞ ENERJİSİNİN KULLANIM ALANLARI

Günümüzde, gelişen teknoloji ile birlikte güneş enerjisinin kullanım alanları artmakta ve değişik sahalarda yer almaktadır.

Bunlar kısaca şöyle özetlenebilir:

- Evlerin ve diğer binaların elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanmasında,
- Bina, ev ve seralar gibi çeşitli mekânların ısıtılması ve sıcak su eldesinde,
- Soğutma işlemlerinde,



Şekil 7. Türkiye PV Tipi-Alan-Üretilebilecek Enerji (kwh-Yıl) [10]

- Kurutma işlemlerinde,
- Suyun damıtılması işlemlerinde,
- Bahçe aydınlatmasında, taşıt yollarının ve sokakların aydınlatılmasında,
- Trafik işaret lambalarının enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında,
- Hesap makinelerinde ve saatlerde,
- Cep telefonlarının ve diğer taşınabilir cihazların şarj edilmesi işlemlerinde,
- Yapay uydularda ve güneş kulelerinde, • Güneş arabalarında (Henüz prototip aşamadır.),

- Uçaklarda (Henüz deneysel aşamadır.), * Yemek pişirmede (“Güneş Ocağı” adı verilen bu yoğunlaştırıcı sistemler, güneş ışınlarını bir kabın üzerinde toplayarak yemek pişirme işlemini gerçekleştirirler.) güneş enerjisi kullanılır.

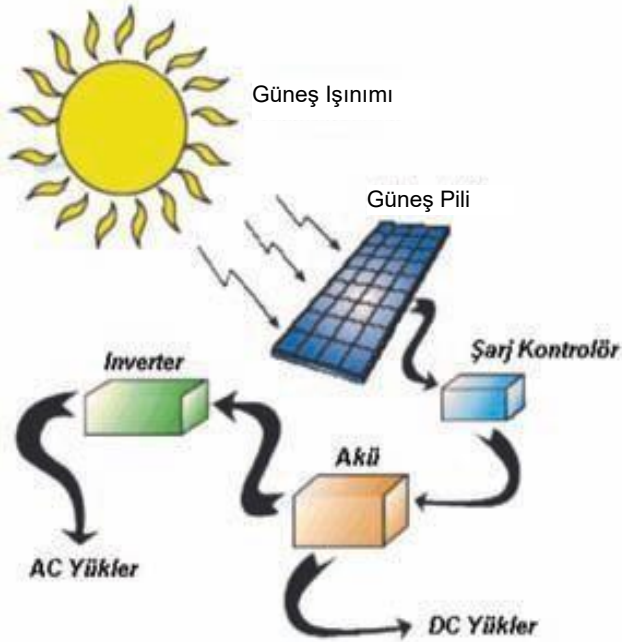
4. GÜNEŞ ENERJİSİ TEKNOLOJİLERİ VE ÜRETİMİ

Güneş enerjisi teknolojileri; üretimde kullanılan malzeme, uygulanan metot ve teknolojik yapı olarak çok çeşitlilik arz eder; ancak yine de iki temel türde gruplandırılabilir. Bunlardan birincisi, ısı güneş teknolojileri ve ikincisi fotovoltaik güneş teknolojileridir (PV). Birinci grup sistemlerde, güneş enerjisinden ısı elde edilmekte; ısı hem doğrudan ve hem de elektrik üretimi için kullanılabilir. Elektrik enerjisi üretimi için güneş enerjisi, çeşitli yoğunlaştırıcı sistemler kullanılarak odaklanır ve elde edilen yüksek sıcaklıklardaki kızgın buhardan klasik metotlarla enerji üretimi gerçekleştirilir. İkinci grup sistemler ise fotovoltaik (PV) güneş enerjisi sistemleri olup

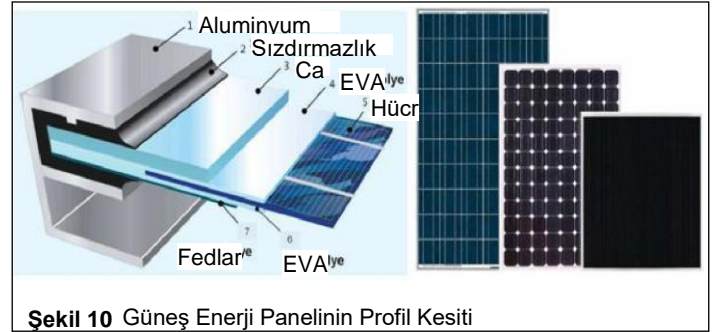


Şekil 8. Parabolik Çanak Kolektörler

yarı iletken malzemelerden oluşmaktadır. Bu sistemler, güneş ışığını doğrudan elektrığe çevirmektedirler. Isı üretimi amaçlı güneş enerjisi uygulamaları kendi içerisinde düşük, orta ve yüksek sıcaklıktaki uygulamalar olmak üzere üç alt grupta toplanabilir. Düşük sıcaklık uygulamalarının en sık rastlanılan örneği düzlemsel güneş kolektörleridir. Orta sıcaklık uygulamaları çizgisel yoğunlaştırma yapan sistemler olup, parabolik oluk sistemleri olarak da adlandırılırlar. Yüksek sıcaklık uygulamalarına ait sistemler ise noktasal yoğunlaştırma yapan (parabolik çanak ve merkezi alıcılar) sistemlerdir (Şekil 8). Düzlemsel güneş kolektörleri, güneş enerjisinin en yaygın ve en çok bilinen kullanım alanlarından biridir. Özellikle evlerde sıcak su eldesi ve ısıtma amacı ile kullanılan bu sistemler, güneş enerjisini toplayarak suya ya da ısı transferini gerçekleştiren bir akışkana ısı olarak aktaran çeşitli tür ve biçimlerde imal edilirler. Düzlemsel güneş kolektörleri sistemlerinin içerisinde dolaşan akışkan 70-80°C sıcaklığa kadar yükselebilir. Konutların sıcak su ihtiyacı dışında, çeşitli ticari ve endüstriyel binaların, yüzme havuzlarının ve sanayi tesislerinin ısıtılmasında ve sıcak su ihtiyacının karşılanmasında da düzlemsel güneş kolektörleri kullanılmaktadır. Ayrıca, vakumlu düzlemsel toplayıcılarla da 120°C sıcaklık değerlerine ulaşılabilir. Ülkemizde olduğu gibi Dünya’da da düzlemsel güneş kolektörleri dışındaki ısı güneş enerjisi uygulamalarına ait diğer farklı uygulamalar da yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemlerden bazıları şöyle sıralanabilir: su arıtma sistemleri, ürün kurutma sistemleri, güneş havuzları, güneş mimarisi ve güneş ocakları. Isıl güneş enerjisi uygulamalarını sınıflarken bir diğer önemli grup da elektrik üretmekte kullanılan santrallerdir. Bunlar, parabolik oluk kolektörü, parabolik çanak kolektörü ya da merkezi alıcı tipte (güneş enerjisi yoğunlaştırıcıları) sistemlerinin kullanımına dayanır. Yoğunlaştırıcı toplayıcılarda geometrisine bağlı olarak doğru üzerine yoğunlaştırmada, yani parabolik oluk kolektörde 400°C sıcaklığa, üç boyutlu, yani çanak kolektörlerde 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 cm² 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)



Şekil 9. Güneş Pili Elektrik Üretimi ve Akış Diyagramı



Şekil 10 Güneş Enerji Panelinin Profil Kesiti

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 fotovoltaiik hücrenin yapısı belirler. Birçok sayıda fotovoltaiik 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 fotovoltaiik 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. Güneş pillerinin yüzeylerinin temiz tutulması, soğutma sistemlerinin kullanımı, gölgelenmenin önlenmesi gibi işlem ve tedbirlerle de güneş pillerinin verimleri oldukça iyi düzeyde artırılmaktadır. Fotovoltaiik hücreler farklı maddelerden yararlanılarak üretilmektedir. En çok kullanılan maddeler arasında kristal silisyum, galyum arsenit (GaAs), amorf silisyum, kadmiyum tellürid (CdTe), bakır indiyum diselenid (CuInSe₂) ve optik yoğunlaştırıcı hücreler gelmektedir. Şekil 10'da güneş enerji panelinin profil kesiti görülmektedir. Günümüzde ticari ortamlarda yer alan Si fotovoltaiik hücrelerin yerini alabilecek ve verimleri aynı olsa bile üretim teknolojileri daha kolay ve ucuz olan fotovoltaiik hücreler üzerinde önemli çalışmalar yapılmaktadır. Bunlar; foto-elektrokimyasal çok kristalli titanyum dioksit hücreler, polimer yapılı plastik hücreler ve güneş spektrumunun çeşitli dalga boylarına uyum sağlayacak şekilde üretilen enerji bant aralığına sahip kuantum fotovoltaiik hücreleri olarak sayılabilir. Fotovoltaiik 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 Kato dik 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.

5. SONUÇ

Yenilenebilir enerji kaynakları bünyesinde yer alan güneş enerjisi, tükenmeyen bir enerji kaynağıdır, oldukça düşük CO₂ 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. 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. 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. 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.

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