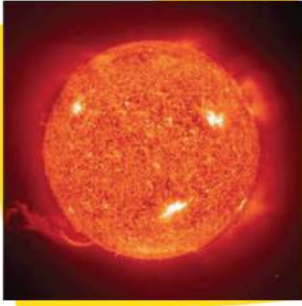


## Güneş Enejisi



**Enerji ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Komisyonu adına Komisyon Başkanı İlhan METİN ve Çalışmaya katkı koyan Komisyon Üyeleri Rüştü BEKDİKHAN ;İbrahim KORU; Ziya DEMİRAYAK;M. Osman ALACA; Coşkun GÖRGÜLÜ; Çiğdem KABUL; Ali KURTEKİN; Ertan YORTANLIOĞLU; Necip GÖREN ; Serhan GÜLLÜPINAR**

5 milyar yaşındaki Güneş, Dünya'ya güvenli bir mesafede bulunan en ideal nükleer reaktördür. Güneş sistemimizin toplam kütesinin % 99.9'unu oluşturur.

Yarıçap	:1.390.000 km
Kütle	:1.99 trilyon, trilyon, milyar kg.
Yüzey sıcaklığı	: 5800 K
Çekirdek sıcaklığı	:15.600.000 K
Enerji çıktısı	:386 milyar, milyar megawatt/sn
Dünya üzerindeki güç	:1.4 kilowatt/m <sup>2</sup>

Güneş Enerjisi; güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ısıma enerjisidir, güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden kaynaklanır. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, aşağı yukarı sabit ve 1370 W/m<sup>2</sup> değerindedir, ancak yeryüzünde 0 - 1100 W/m<sup>2</sup> değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir. 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 kullanılabilceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir.

### Güneş Pilleri:

Fotovoltaik piller de denen bu yarı-iletken malzemeler güneş ışığını doğrudan elektrığe çevirirler.

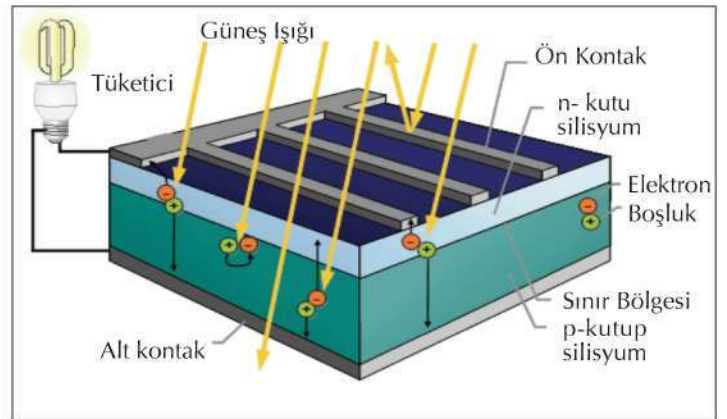
## Güneş Enerjisi ile Elektrik üretimi

Güneş enerjisini Elektrik enerjisine dönüştürmekte Photo Voltaik - Paneller kısa adı PV - Paneller olarak bilinen güneş pilleri kullanılmaktadır.

Güneş pilleri (fotovoltaik piller); yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarıiletken maddelerdir. Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen güneş pillerinin alanları genellikle 100 cm<sup>2</sup> civarında, kalınlıkları ise 0,2 - 0,4 mm arasındadır. Güneş pilleri fotovoltaik ilkeye dayalı olarak çalışırlar, yani üzerlerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur. Pilin verdiği elektrik enerjisinin kaynağı, yüzeyine gelen güneş enerjisidir.

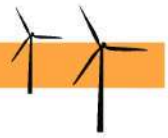
Güneş enerjisi, güneş pilinin yapısına bağlı olarak % 5 ile % 20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir. Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş pili birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir, bu yapıya güneş pili modülü ya da fotovoltaik modül adı verilir. Güç talebine bağlı olarak modüller birbirlerine seri ya da paralel bağlanarak bir kaç Watt'tan MegaWatt'lara kadar sistem oluşturulur. Farklı malzemelerden oluşan fotovoltaik modüllerin verimleri şöyle sıralanabilir.

- Kristal Silisyum verim %15
- Galyum Arsenit (GaAs) verim %30
- Amorf Silisyum verim %5 - 7
- Kadmiyum Tellürid (CdTe) verim %7
- Bakır İndiyum Diselenid (CuInSe<sub>2</sub>) verim%10
- Optik Yoğunlaştırıcılı Hücreler verim %17



**Şekil 1:Güneş pilinin yapısı**

Yarı iletken eklem bölgesinde fotovoltaik dönüşümün sağlanması için eklem bölgesinde fotovoltaik dönüşümün sağlanması gerekir. Bu dönüşüm iki aşamada olur, ilk olarak, eklem bölgesine ışık düşürülerek elektron - hol çiftleri oluşturulur, ikinci olarak ise, bunlar bölgedeki elektrik alan yardımıyla birbirlerinden ayrılır. Yarıiletkenler, bir yasak enerji aralığı tarafından ayrılan iki enerji bandından oluşur. Bu bandlar valans bandı ve iletkenlik bandı adını alırlar. Bu yasak enerji aralığına eşit veya daha büyük enerjili bir foton,



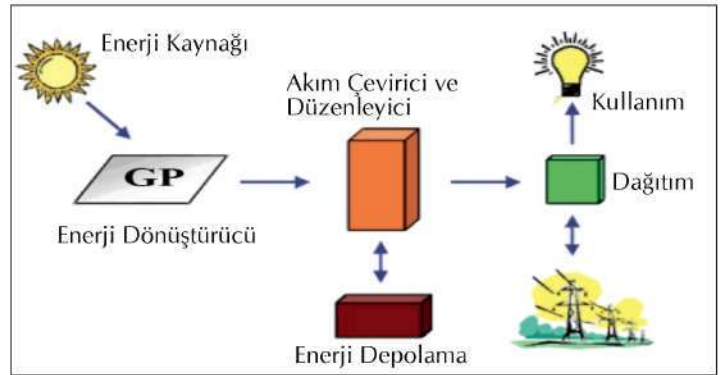
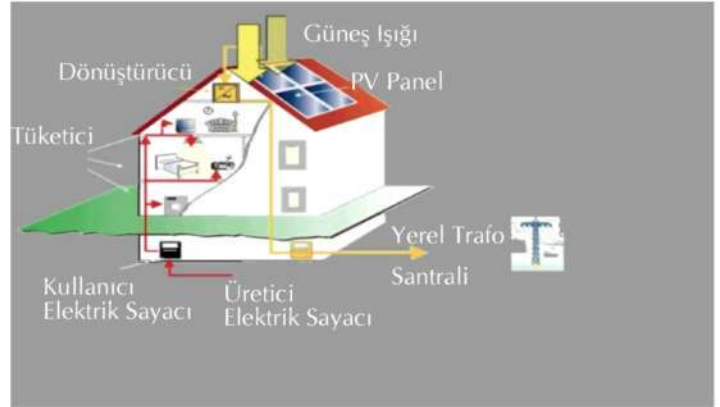
yarıiletken tarafından soğurulduğu zaman, enerjisini valans bandındaki bir elektrona vererek, elektronun iletkenlik bandına çıkmasını sağlar. Böylece, elektron-hol çifti oluşur. Bu olay, pn eklem güneş pilinin ara yüzünde meydana gelmiş ise elektron - hol çiftleri buradaki elektriksel alan tarafından birbirlerinden ayrılır. Bu şekilde güneş pili, elektronları n bölgesine, holleri de p bölgesine iten bir pompa gibi çalışır. Birbirlerinden ayrılan elektron-hol çiftleri, güneş pilinin uçlarında yararlı bir güç çıkışı oluştururlar. Bu süreç yeniden bir fotonun pil yüzeyine çarpmasıyla aynı şekilde devam eder. Yarıiletkenin iç kısımlarında da, gelen fotonlar tarafından elektron - hol çiftleri oluşturulmaktadır. Burada da görüldüğü gibi bir PV-Sistemin kalbini oluşturan en önemli parça, güneş pilleridir. Güneş pili güneşten aldığı ışık enerjisini bu efekt yardımı ile doğru akıma çevirirler. Bir güneş pilinin kapasitesi verimliliği ile ölçülmektedir. Aldığı enerjinin yüzde kaçını kullanılabilir elektrığe dönüştürdüğü verimi belirleyen en önemli göstergedir. Ancak panel üzerine düşen belirli açıda ve dalga boylarındaki ışık elektrığe dönüştürülebilir, geri kalan büyük miktar hücreyi oluşturan madde tarafından ya emilmekte ya da yansıtılmaktadır. Bundan dolayı günümüzde tipik bir güneş pilinin verimi %15 civarındadır, yani aldığı enerjinin sadece altıda birini elektrığe çevirmektedir.

Güneş pillerinin seri bağlı olarak belirli sayıda sıraya dizilerek yerleştirilmesinden de güneş panelleri elde edilmektedir. Güneş panelleri teknolojisi çok hızlı şekilde ilerlemektedir. Sistem bireysel olarak ilk kullanılmaya başlandığında sadece monokristal bazlı güneş panellerinden yararlanılmaktaydı ancak güneşin bol olduğu ve bununla beraber hava sıcaklığının oldukça fazla olduğu bölgelerde panel verimlerinin düştüğü gözlenmiştir. Bu sebepten dolayı farklı paneller geliştirilmeye çalışılmaktadır. Şu an piyasada bulunan Panelleri hücre yapılarına göre Monokristal, Polikristal, Amorphous olarak ayırabiliriz.

Güneş panellerden sonra gelen en önemli eleman ise dönüştürücülerdir. Dönüştürücüler güneş pillerinden gelen doğru akımı alternatif akıma çevirirler. Ancak bu dönüştürücülerin yardımı ile üretilen enerji şebeke verilebilir. Dönüştürücüler şebekede oluşabilecek bir senkronizasyon sorununda panellerdeki elektrik üretimini kesebilir.

Normal bir evin ihtiyacını karşılayabilecek bir sistem içerisinde bulunması gereken parçalar görülebilmektedir (Şekil 2). Bu sistemde iki adet sayaç kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi kullanıcı elektrığinin ölçüleceği sayaç ve ikincisi üretilen elektrığin şebekeye verilmeden önce ölçüleceği sayaç. Burada şöyle basit bir hesaplama yapmak mümkün olmaktadır. Üretilen elektrik enerjisi tüketilen enerjiden daha fazla ise şebekeye elektrik satışı yapıyor anlamına gelmektedir. EİE nin açıklamasına göre 500 kW a kadar

olan güneş enerji tesislerinin lisans alma zorunluluğuda bulunmamaktadır.



Şekil 2: Ev tipi güneş enerji üretim sisteminin şeması

Bunların dışında şebekeye bağlı olmayan bir sistem düşünülecek olursa ve ufak bir hesaplama yapılmak istersek sistemi şu şekilde sıralayabiliriz:

Bir evin günlük ihtiyacını karşılayabilecek Üretim gücü günlük 8,5 kW olan ve 48 V luk bir akım dengeleyici regülatör kullanılmak isteniyor olursa, bunun için 1500 Wp lik panellere ihtiyaç duyulacaktır. Bu panelleri yerleştirebilmek için yaklaşık 15 m<sup>2</sup> lik uygun, gölgelenmeyecek güneşe bakan bir alan olması gerekmektedir. Bunların yanında bir dönüştürücü ve solar akü gerekli olmaktadır.

- **Sistem gücü: 8,5 kW / 24 h 48 Volt**
- **Solar moduller: 1500 Wp**
- **Akım regülatörü: (48 V) / 55 A**
- **Dönüştürücü: 148 V / 6000 VA**
- **Solar Akü: 8x12 V =48V / 1080 Ah**
- **System type: off-grid (şebekeye bağlı değil)**

Aşağıdaki Tabloda, 1 adet üretilen 8,5 KW ile bir gün içinde toplam hangi aletleri ne kadar çalıştırabileceğimizi görebiliriz. İstersek bu aletleri aynı anda istersek günün farklı saatlerinde kullanabiliriz. Böyle bir sistemin maliyeti ise kw başına yaklaşık 1500 - 2000 € civarında olmaktadır. (8,5 kw lık bir sistem için şebeke bağlantı masrafları hariç toplam maliyet yaklaşık 17.000€) (şebeke bağlantı masrafları hariç).



Tüketim	Adet	Çalışma süresi /h (saat)
22 W Lamba	4	6 h
81 ekran TV	1	6 h
Buz dolabı[A-Class] (480 l)	1	24 h
Bilgisayar PC	1	4 h
Ventilator	1	6 h
Elektrikli ocak	1	1 h
Bulaşık makinesi	1	3 h
Çamaşır makinesi	1	1 h
Kahve makinesi	1	1/2 h
Ütü;	1	1/4 h
kurutucu	1	1/4 h
Kettle	1	1/2 h
Tost makinesi	1	1/4 h
Fön	1	1/4 h
diğer	1	1 h

**Tablo 1: 8,5 kW ile çalıştırabileceklerimiz ev aletleri**

Yukarıda açıklamaya çalıştığımız rakamlar, tüketicilerin bireysel olarak yapacakları bir sistemle ilgili çalışmalardır. Basın yayın organlarında sıkça bahsedilen "güneşten elde edilecek elektriğin fazlasının sisteme geri satılabileceği" yönündeki değerlendirmelerin hayata geçirilebilmesi için gerekli yasal ve teknik düzenlemeler henüz yapılmamıştır.

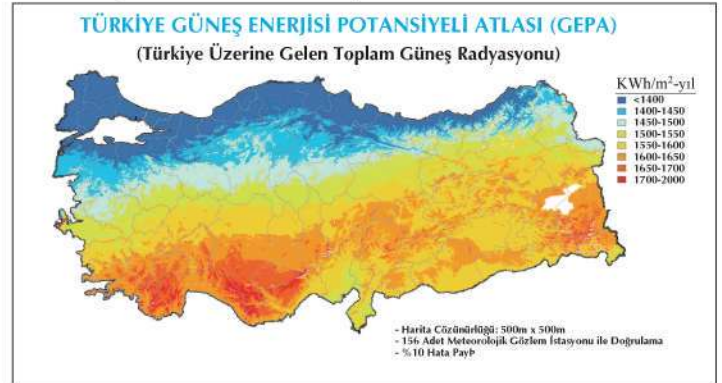
### Güneş pili sistemlerinin şebekeden bağımsız (stand-alone) olarak kullanıldığı tipik uygulama alanları

- Haberleşme istasyonları, kırsal radyo, telsiz ve telefon sistemleri
- Petrol boru hatlarının katodik koruması
- Metal yapıların (köprüler, kuleler vb) korozyondan koruması
- Elektrik ve su dağıtım sistemlerinde yapılan telemetrik ölçümler, hava gözlem istasyonları
- Bina içi ya da dışı aydınlatma
- Dağ evleri ya da yerleşim yerlerinden uzaktaki evlerde TV, radyo, buzdolabı gibi elektrikli aygıtların çalıştırılması
- Tarımsal sulama ya da ev kullanımı amacıyla su pompajı
- Orman gözetleme kuleleri
- Deniz fenerleri
- İlkyardım, alarm ve güvenlik sistemleri
- Deprem ve hava gözlem istasyonları
- İlaç ve aşırı soğutma

### Türkiye güneş enerjisi potansiyeli

EIE nin verilerine göre Türkiye koşullarında günlük metrekaareye düşen Güneş enerji potansiyeli 3,6kWh/m<sup>2</sup> gün olarak belirtilmektedir. Akdeniz bölgesi güneş enerji potansiyeli 3,8 kWh/m<sup>2</sup> gün ile Türkiye ortalamasından biraz daha fazla olmaktadır.

- EIE'nin 1966-1982 yılları arasındaki yapılan ölçümlerinde Türkiye'de ortalama Güneşlenme süresi 2640 saat
- Işınım şiddeti 1311 kWh/m<sup>2</sup> - yıl
- PVGIS:  
Istanbul 1320 kWh/m<sup>2</sup> - yıl  
Antalya 1725 kWh/m<sup>2</sup> - yıl



**Şekil. 3 Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (Gepa) (Türkiye Üzerine Gelen Toplam Güneş Radyasyonu)**

Güneş Enerjisinden Elektrik üretimi için ortalama 1200 kWh/m<sup>2</sup> yılın üzerindeki bölgeler güneş enerji tesisi kurulmasının uygun olduğu çeşitli üretici firmalar tarafından belirtilmektedir. Bu durumda Şekil.3 'de görülen atlasa göre Türkiye genelinin oldukça verimli olduğu söylenebilir.



**Şekil. 4 Güneş termik santral kurulabilecek alanlar**

### Şekil.5 Kullanılamaz Alanlar

- Eğim 3 Derece'den büyük
- Yerleşim alanları
- Sulak Alanlar (Göller, Akarsular)
- Orman ve Tarımsal Alanlar
- Özel Çevre Koruma Alanları
- Karayolları, Demiryolları, Limanlar



**Şekil. 5 Güneş termik santral kurulabilecek alanlar**

