

Güneş Işınlardan Elektrik Pratikte Nasıl Üretiliyor?

Yüksel Atakan, Dr.Radyasyon Fizikçisi, Almanya

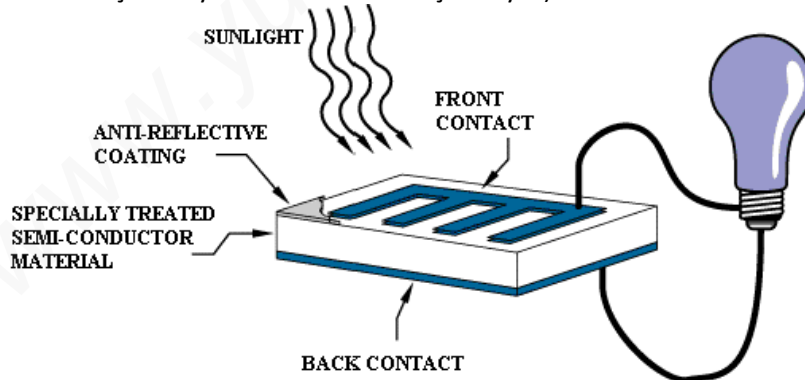
Güneş enerjisinden yararlanılan ana teknolojiler :

1. Güneş ışınlarını doğrudan elektriğe çeviren fotovoltaik (PV) teknolojisi. Evlerin çatılarına ve güneş çiftliklerinde (parklarında) toprak yüzeyine yerleştirilen güneş panelleriyle elektrik üretilmesi (Güneş Santralleri),
2. Güneş ışınlarını yansıtıcılarla odaklayıp, yoğunlaştırıp dar demetler halinde, su (tuz, hava gibi maddelerle) dolu kaplara yönlendirilerek yüksek sıcaklıktaki suyun buharıyla türbinleri çalıştırarak elektrik üretilmesi (termal enerji / [Concentrated solar power](#) (CSP)
3. Güneşin ısı enerjisini odaklayarak ya da soğurarak evlerin ısıtma ve havalandırma (klima) sistemlerinin çalıştırılması / [Heating, ventilation and air conditioning](#) (HVAC).
4. İlk kez William Bailey'in 1909'da bulduğu bir teknikle çatıya konan bir su deposu ve ızgaralı boru setlerinde dolaşan suyun ısıtılarak evin sıcak suyunun sağlanması.

Bu yazımızda, konuya yabancı olanlar için, fotovoltaik (PV) yönteme dayanan, güneş hücrelerinden (pillerinden) elektrik üretiminin, pratikte nasıl yapıldığını biraz ayrıntılarıyla ele alacağız.

Güneş hücresi (pili) nasıl çalışıyor?

Bir silisyum tabakası üzerine ışık düştüğünde, ışınların (fotonların) silisyuma enerji aktarımıyla, silisyumdaki bazı elektronların ya da yüklü parçacıkların enerji düzeyleri yükseltilerek, serbest kalmasıyla (ancak güneş hücresi içinde kalarak) bir elektrik akımı oluşturacak şekilde yönlendirilmesine çalışılıyor. Bu amaçla, her bir silisyum güneş hücresinin üst ve alt yüzeylerine bor ve fosfor gibi farklı yabancı maddeler katılarak elektronların bir yüzeyde, protonların ise diğer yüzeydeki bu yabancı maddelerin atomlarında toplanmaları sağlanıyor. Böylelikle, bir pilde olduğu gibi artı ve eksi iki kutup yaratılıyor. Güneş hücresinin üst ve alt yüzeyleri birer telle bağlanıp (Şekil 1) araya örneğin bir ampul takılacak olursa, güneş ışınlarına tutulan güneş hücresinin oluşturduğu elektrik akımı lambayı yakıyor (Ancak, oluşan elektrik akımı doğru akım olduğundan, bu, araya konan bir çeviriciyle alternatif akıma çevriliyor).



Şekil 1: Silisyum güneş hücresinin ışığa tutulmasıyla oluşan elektrik akımıyla ampulün yanması, şematik olarak, alternatif akıma dönüştürülmeden gösteriliyor (Şekildeki yazılar soldan sağa: Özel işlenmiş yarıiletken madde, Yansımaya karşı kaplama maddesi, Güneş ışını, Alt iletken yüzey, Üst iletken yüzey)

Güneş hücre ve panelleri hangi maddelerden, nasıl yapılıyor ve özellikleri neler?

Bugün dünyada kullanılan güneş hücrelerinin %90'dan fazlası kuvars kumundan (silisyum) yapılıyor. Silisyum ise yerkabuğunda en çok bulunan ve zehirli olmayan bir madde. Tüm

bunlara rağmen, silisyumun yerine geçecek çok daha uygun malzemeler tüm dünyada araştırılıyor.

Silisyumu güneş hücrelerinde kullanabilmek için önce kuvars kumunun yıkanması ve kristalleştirilmesi gerekiyor. Tek kristalli silisyum hücreleri iyice temizlenmiş yarıiletken bir malzemeden yapılıyor. Ergitilmiş silisyum, çubuklar haline getirilip sonra 0,25 mm kalınlığında kesiliyor.

Güneş hücreleri kapalı havalarda dahi az da olsa bir miktar elektrik akımı üretebiliyorlar. Güneş ışınlarının şiddeti arttıkça, güneş hücresinin ürettiği elektrik akım şiddeti (Amper) de artıyor. Çok güneşli yaz aylarında güneş hücrelerinin elektrik gücü (Watt= Volt x Akım şiddeti) de iyice artıyor. Her bir güneş hücresinde oluşan voltaj, yaklaşık olarak 0,5 Volt, akım şiddeti ise hücrenin büyüklüğüne göre değişiyor. Genellikle 16 cm x 16 cm büyüklüğünde üretilen bir silisyum hücresi ortalama olarak 5,5 Amper akım şiddeti üretiyor ve kuvvetli güneşte 2,75 Watt (= 0,5 Volt x 5,5 Amper) elektrik gücüne ulaşabiliyor. Güneş panellerinden oluşan güneş santrallerinin maksimum güçleri yaz aylarında ulaşabilecek en üst değer olan ,peak' (p) değerle veriliyor. Örneğin Konya Karatay Güneş Santralının elektrik gücü: 18 MWp (18 MegaWatt peak).

Her ne kadar bir güneş hücresi güneş pili olarak adlandırılrsa da normal pil ile arasında büyük fark bulunuyor. Güneş hücrelerinin, sadece güneş olduğu zaman işleyebilecekleri açık. Havanın güneşli olup olmamasına ve güneş hücrelerinin ve panellerinin büyüklüğüne göre elde edilecek elektrik akım şiddeti değişiyor. **Bir güneş paneli ya da modülü:** 32, 36, 48, 60, 72 ya da 96 güneş hücresinin bir birine bağlanmasından oluşuyor.

Güneş panelleri (modülleri)

Güneş Santralleri'nde, çok sayıda güneş panelleri kullanılıyor. Bu paneller (200 cm x 100 cm gibi) çeşitli büyüklükte olup her bir panel genellikle 16 cm x 16 cm büyüklükte çok sayıda (örneğin 72) güneş hücresinden oluşuyor. Bir güneş santralının elektrik gücü (MW) ve yılda üreteceği elektrik enerjisi (MWh), bulunduğu yerdeki güneş ışınlarının gücüne (Watt/m²), güneş hücrelerinin ya da panellerinin cins ve sayısına bağlı olarak değişiyor.

Güneş panellerinin büyüklükleri ve elektrik güçleriyle ilgili örnekler:

Güneş panelleri çeşitli büyüklükte yapılıyor. Bunların güçleri de farklı

- 1 panel: 166 cm x 99 cm , 16 434 cm² , 210-250 Watt,
- 1 Güneş hücresi: 16cm x 16cm = 256 cm² , 64 Hücre = 1 panel
- 1 Güneş hücresi voltajı (ortalama): 0,5 Volt

1 Güneş paneli voltajı: 64 Hücre x 0,5 Volt/Hücre = 32 Volt,

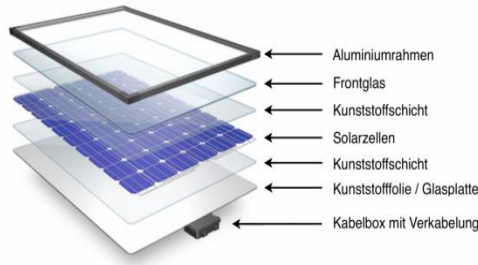
Watt= V x I , 250 W= 32 x I Amper, Elektrik akımı: I= 7,8 Amper

Güneş panelleri de birbirlerine bağlanarak güneş üretici (jeneratörü) ya da santralı yapılmış oluyor. Güneş santralında üretilen doğru akım, bir dönüştürücüyle alternatif akıma çevrilerek elektrik ağına (elektrik şebekesine) besleniyor. Güneş panelleri hava koşullarına dayanacak şekilde yapılıyor. Üstten bir cam tabakayla korunurken alttan da bir folye ile kaplanıyor. Güneş hücreleri arasında biraz da aralık bulunuyor (Bkz.Şekil 2) /1-5/.

Güneş santralleri genellikle elektriğin kullanılacağı yerlere yakın değil. Bu nedenle uzak yerlere olacak kablo kayıplarını azaltmak amacıyla bunlar, voltajları yüksek, akım şiddetleri ise daha düşük olacak şekilde yapılıyor. Her bir güneş hücresinin voltajı yaklaşık olarak 0,5 Volt. Örneğin 96 ya da 100 hücreli bir panelden 50 Volt kadar bir voltaj sağlanabiliyor. Kaba bir hesap için genellikle güneş hücresinin veriminin en çok % 20 ve güneş ışınlarının o yöredeki gücü olarak da 1000 Watt /m² alındığına, 1 m²'lik bir güneş panelinin elektrik gücü en çok 200 Watt olabiliyor. Örneğin, 100 MWp kurulu güçteki bir güneş santralı için 200 Watt'lık 500 000 adet panel gerekecektir (=100 milyon Watt/200 Watt).

Fotovoltaik yöntemle elektrik üretilirken paneller yaz günleri çok ısınırlarsa verimleri düşüyor. Bunun nedeni, güneşte fazla ısınan güneş hücrelerinde gereğinden çok artan elektronların, voltajı düşürmeleri. **Fotovoltaik yöntemde ısı enerjisi değil, güneş ışınlarının (fotonların) enerjisi önemli oluyor /1/.** En fazla verim serin, rüzgarlı, açık ya da az nemli ancak güneşli bir havada elde ediliyor. Panellerin üzerinde biriken nem ve sıcak hava tabakasını rüzgar süpürerek ışınların elektrik üretiminde daha etkili olmasını sağlıyor.

Şekil 2 a. Bir güneş panelinin yapısı: Üstten aşağıya doğru, alüminyum çerçeve, cam plaka, plastik tabaka, güneş hücresi panel, plastik tabaka, plastik folye, cam plaka ve kablolu kutu,



Şekil 2 b. Güneş enerjisi panelleriyle donatılmış bir evin ürettiği elektriğin elektrik ağını beslemesi ve elektrik ağından elektrik alması şematik olarak gösteriliyor.

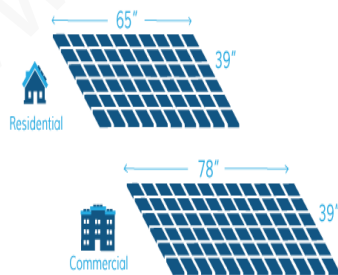


Şekil 3: ABD'deki güneş panelleri için birer örnek: Evler için üstte küçük panellerin ve altta ticari yerlerin daha büyük panellerinin inch olarak büyüklükleri (1 inch= 2,54 cm),

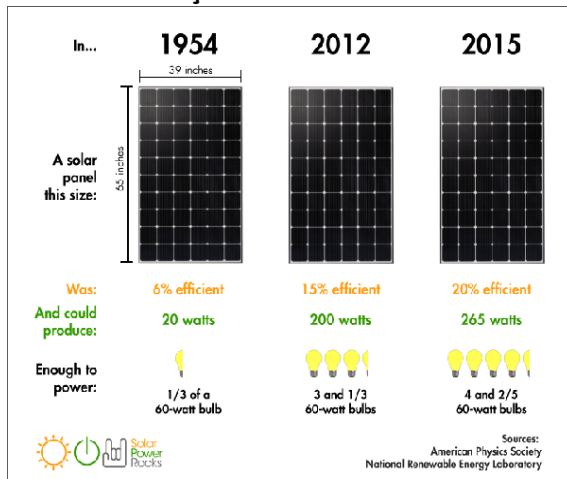
Şekil 4. Aynı büyüklükteki Güneş Panellerinin elektrik güçlerinin zamanla gitgide artması (2015'de yapılan panelin gücü, 1954'de yapılanın 13 katından fazla)

Şekil 3

Residential vs. Commercial Solar Panel Size Comparison



Şekil 4



Not 1: Güneş panellerinde bulunan sağlığa zararlı kimyasal maddelerin azaltılmasıyla ilgili daha önceki yazımızdaki önerilerin göz önüne alınarak gerekli önlemlerin alınması yararlı olabilir ve 25-30 yıl sonra ülkemizin bir çok yerinin binlerce eski panel çöplüğüne dönüşmesi önlenabilir umarız /4/.

(*) 1 Watt: Elektrik güç birimi olup 'Enerji aktarım (transfer) hızını' gösteriyor (enerji değil, enerjiyle karıştırılmamalı!). Güç (W)= Ws/s

Enerji birimi: WattSaniye (Ws) = Güç (Watt) x Saniye (s).

1 WattSaniye (1Ws): 1 saniyede üretilen ya da tüketilen 1 Joule'lük enerji, elektrikte, 1 Ws'dir.

1 Joule: Örneğin 100 gramlık çikolata paketini yerden 1m yukarıya kaldırmak için gereken enerji.

1 WattSaat (1 Wh) = Güç (Watt) x Saat (h).

1 kWh = 1000 Wh, 1 MWh= 1 Milyon Wh, 1 GWh= 1 Milyar Wh, 1 TWh= 1 Trilyon Wh= 1 Milyar kWh. Örneğin 1 milyar 100 Watt'lık ampül 10 saat yakabilmek için 1 milyar kWh'lık enerji gerekecek.

.....
Kaynaklar:

/1/ Güneş ışınlarından elektrik üretimini kimler akıl etti ve geliştirdi, Y.Atakan, HBT 28 Şubat 2020, Sayı 205; Yüzer Güneş Santralleri Y.Atakan, HBT 6 Mart 2020

/2/ <https://www.aps.org/publications/apsnews/200904/physicshistory.cfm>

/3/ <https://photovoltaiksolarstrom.com/solarzelle-funktion>

/4/ <https://docs.google.com/viewer?url=https://www.fmo.org.tr/wp-content/uploads/2018/06/GUNES-PANELLERI-Atakan-30062018-1.pdf&embedded=true&iframe>

/5/ Güneş Enerjisinden Elektrik üretimi Y.Atakan, Herkese Bilim Teknoloji Dergisi 198. Sayısı Ocak 2020

Not: Bu yazımız, HBT dergisinin 20.Mart 2020 günlü 208.sayısında yayımlanmıştır.