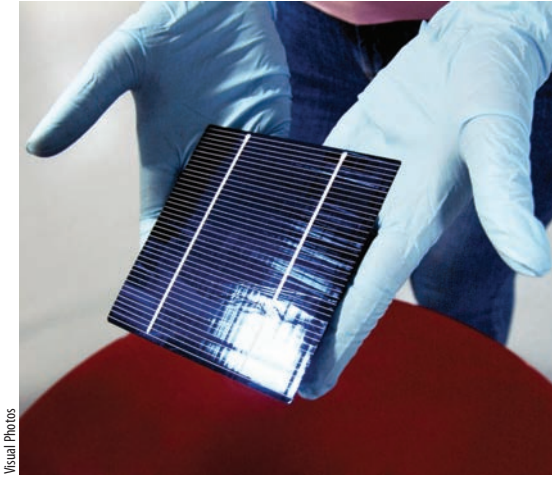


Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi: Fotovoltaik Dönüşüm

Fotovoltaik dönüşümle güneş enerjisinden doğrudan elektrik üreten sistemler fotovoltaik (PV) sistemler olarak adlandırılır. Bir PV sistemin en önemli elemanı olan fotovoltaik eleman (güneş hücresi, göze, ...) ülkemizde "güneş pili" adı ile tanınır. "Pil" tanımıyla her ne kadar kullanıldıktan sonra atılan bir nesne anlaşılıyorsa da, güneş pili aslında bir "dönüştürücü"dür. Güneş enerjisini veya herhangi bir kaynaktan gelen ışığı anında elektrik enerjisine dönüştürür; depolamaz. Günümüzde uygulanan değişik fotovoltaik teknolojileri arasında kristal silisyum hücreler en yaygın kullanılan güneş pilleridir. Güneş pili ışığın taşıdığı enerjiyi fotovoltaik dönüşümle elektrik enerjisine çevirir.





Birim kristal silisyum hücre (güneş pili, göze)

PV Hücre veya Güneş Pili

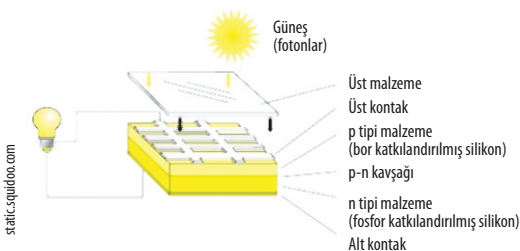
Günümüzde en yaygın kullanılan güneş pili silisyumdan (Si) üretilir. Silisyum göze, kalınlığı 0,25 mm, kenar uzunluğu 10, 12,5 veya 15 cm ve üzeri boyutlarda olan bir kare biçimindedir. Kuvartstan veya silisten (SiO_2 ; kum) elde edilen külçe silisyumun saflaştırılmasıyla üretilen kristal güneş pili (c-Si) halen en yaygın kullanılan göze tipidir.

Işık, güneş pilinde, fotovoltaiik dönüşümle doğrudan elektrik enerjisine dönüşür. Dönüşüm esnasında çevreyi rahatsız edici bir ses, koku-gaz, ışık veya başka bir yayılım oluşmadığından temiz bir elektrik üreticidir. Güneş pili geniş alanlı bir yarıiletken pn diyottur. Yarıiletkene giren ışığın yeterli düzeyde enerji taşıyan fotonlarının, kristalin n ve p bölgelerinde serbestleştirdikleri yük taşıyıcılar, diyotun pn kavşağında oluşan elektrik alanı etkisiyle ayrışarak diyot uçları arasında bir gerilim oluştururlar. Diyot uçları herhangi bir elektrik tüketicisiyle (örneğin ampul) yüklendiğindeyse diyottan akım çekilir ve böylece ışık olarak kristalde soğurulan enerji elektrik enerjisine dönüşerek kullanılır.

Güneş Pili Verimi

Güneş pilinin en önemli özelliğidir. Güneş pilinin verimi, standart koşullar altında elde edilen

Güneş pili yapısı

Silisyum doğada kuvarts veya kum (silis, silisyum-dioksit, SiO_2) olarak bulunur.

Si Külçe; kuvarts veya silisin ark ocağında eritilmesiyle elde edilir. (<http://www.renosola.com/production/contents/feedstock.htm>) elektrik gücünün gelen ışınım gücüne olan oranıdır. Standart koşullar belirli bir ışınım gücü ($1\text{kW}/\text{m}^2$), ışığın içinden geçtiği atmosfer kalınlığı (AM 1,5) ve güneş pili sıcaklığı (25°C) olarak tanımlanır. Güneş hücresinin diğer önemli özellikleriyse akım-gerilim karakteristiği (I-V eğrisi) ile maksimum güç noktasıdır. Maksimum güç noktası göze, modül veya panelin nominal gücünü tanımlar.

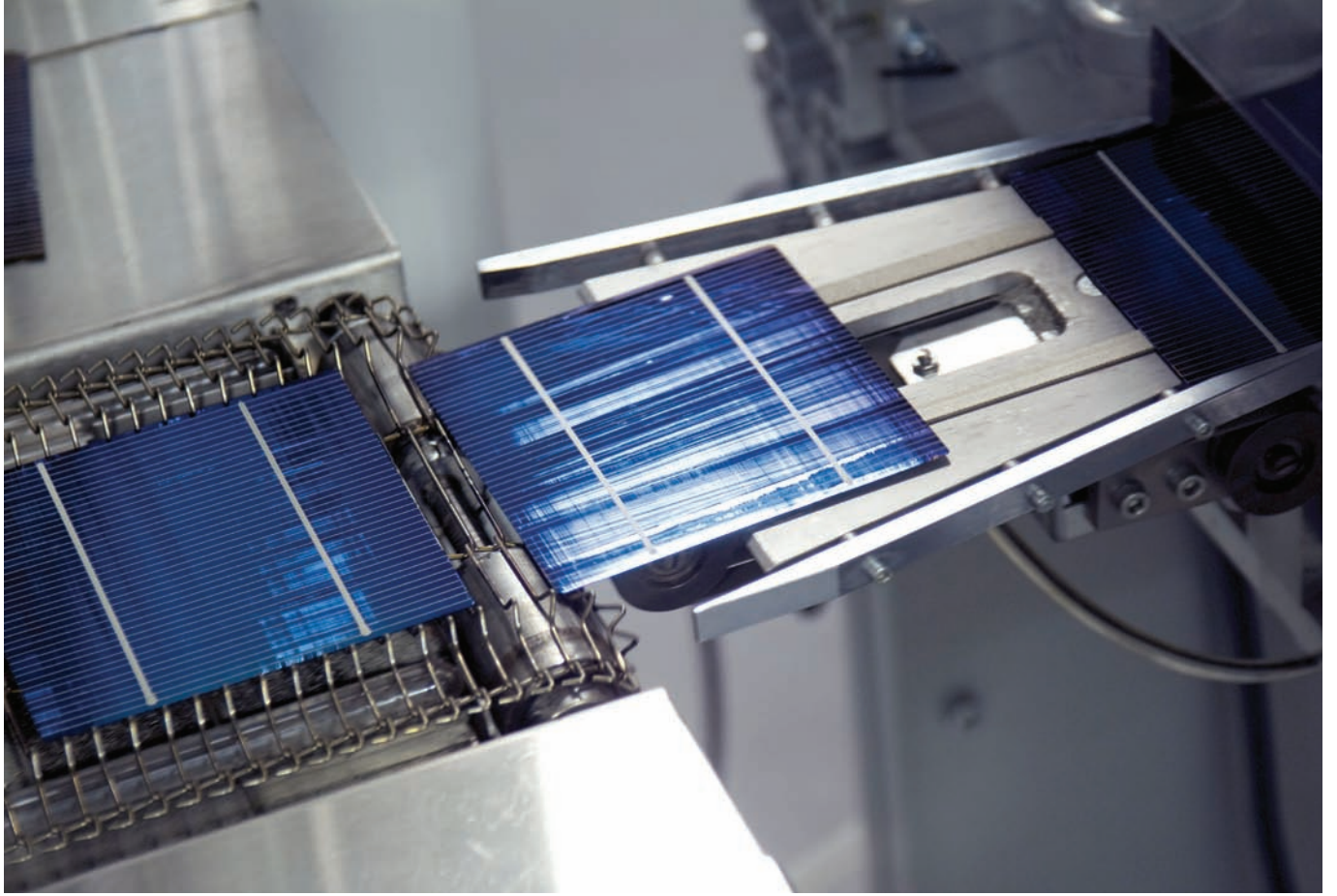
Hücre kalınlığı 0,25 mm ($250\ \mu\text{m}$) civarında olan kristal güneş pillerine göre çok daha ince olan (birkaç μm civarı) amorf silisyum (a-Si), kadmiyum tellürid (CdTe), bakır-indium-galium-diselenid gibi ince film hücreleriyle %7 - %13 aralığında dengeli verim katsayıları elde edilmektedir. Ticari ince film modüller kristal modüllere göre daha ucuz üretilmekte, görünüşleri daha güzel olmakta, ancak, düşük verimleri nedeniyle aynı enerjiyi üretmek için daha fazla yer, kablo ve montaj malzemesi gerekmektedir.

PV Modül

Kendi aralarında seri bağlanan gözelerden oluşan paneller (görünüm olarak çatılara kurulan güneş enerjili su ısıtıcılara benzerler) PV modül olarak adlandırılan ticari ürünü oluştururlar. Genelde 12 voltluk bir bataryayı şarj edebilecek düzeyde gerilim üre-

Kristal büyütme yöntemiyle üretilen tekkristal göze ticari ürün olarak %15 - %18 verimle çalışır. Döküm yolu ile külçeden üretilen çokkristal göze ise ticari ürün olarak %14 civarında verimle elektrik üretmektedir. Şerit teknolojisiyle üretilen silisyum gözelerin de verimleri ticari modüllerde %14 civarındadır.





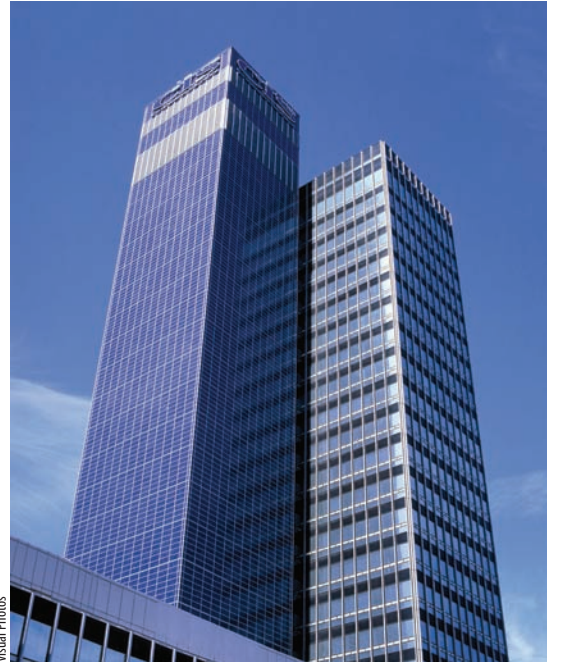
Visual Photos

ten PV modüllerin de kendi aralarında seri ve/veya paralel bağlanmasıyla daha yüksek düzeylerde gerilim/akım üreten PV jeneratör (panel, panel grubu) oluşturulur.

PV Sistem Uygulamaları

PV sistemler elektrik dağıtım şebekesine bağlı olarak veya şebekeden bağımsız olarak, yani otonomi şartlarında çalıştırılırlar. Fotovoltaik dönüşümle elde edilen elektrik enerjisi doğru akım (DC) özelliği taşır; oysa genel elektrik dağıtım-tüketim sisteminde alternatif akım (AC) kullanılmaktadır. Bu nedenle PV sistemde invertör (doğru akımı alternatif akıma dönüştüren bir cihaz) kullanımı genellikle kaçınılmazdır. Akümülatör ve şarj düzenleyici gibi sistem elemanları şebekeden bağımsız çalışan otonom PV sistemlerde gerekli olmaktadır. “Hibrid” sistemlerse enerji güvenilirliğini yükseltmek için akümülatörün yanı sıra rüzgâr jeneratörü, yakıt hücresi, dizel jeneratörü gibi elektrik üreteçlerini birlikte kullanan PV sistemlerdir.

Şebekeden bağımsız PV sistemler, şebekeye bağlı olmayan evlerde veya küçük yerleşim merkezlerinde



Visual Photos

uygulanır. Evsel olmayan PV sistemlerse uydularda, haberleşme/baz istasyonlarında, su çekme/pompalama, navigasyon tesislerinde, sokak aydınlatma ve başka birçok uygulamada kullanılmaktadır.





Şebekeden bağımsız PV güç sistemi

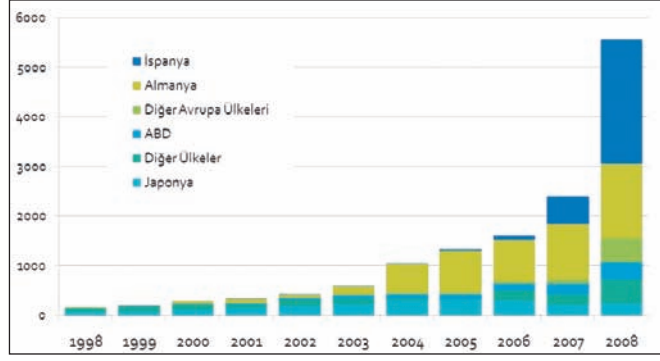
Şebekeye bağlı PV sistemler, şebekeyi beslemekten çok kendi elektrik gereksinimini karşılamak için kurulmuş olan, enerji açığını (güneş enerjisi yetersiz kaldığında, gece saatlerinde) şebekeden karşılayan, gerektiğinde ürettiği fazla enerjiyi şebekeye veren bireysel PV sistemlerdir. Şebekeye bağlı merkezi PV sistemler yüksek güçlerde elektrik üreterek şebekeyi besleyen PV elektrik santralleridir.

IEA-PVPS (Uluslararası Enerji Ajansı – Fotovoltaik Güç Sistemleri) topluluğuna üye ülkelerin 2007 yılında kurdukları 2,26 GW'lık (1 GW = 1.000.000 kW) kapasiteyle dünyada toplam PV kurulu güç 7,8 GW oldu. EPIA (Avrupa Fotovoltaik Sanayicileri Birliği) verilerine göre 2008 sonu itibariyle toplam kurulu güç olarak 14,5 GW değerine ulaşıldı. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'nün tahminlerine göre Türkiye'deki PV kurulu güç yaklaşık 3 MW (1 MW = 1.000 kW) civarındadır.

Teknolojide Beklenen Gelişmeler

PV endüstrisinin, hücre verimi ve malzeme çalışmaları hızla ilerlemektedir. Nanoteknolojinin getireceği yeni malzemelerle PV teknolojisinde önemli sıçramaların gerçekleşmesi bekleniyor. Devam eden AR-GE çalışmaları kapsamında laboratuvar şartlarında tekkrystal silisyum hücreler için %25, ince film teknolojilerinde ise %19 üzerinde dönüşüm verimleri gerçekleştirilmiş bulunuyor. Kristal güneş hücreleri üzerine sürmekte olan AR-GE çalışmalarının başlıca hedefleri silisyum kullanımını azaltmak için göze kalınlığını 250 µm'den 160 µm'ye indirmek ve aynı zamanda PV modül ömrünü 20 yıldan 35 yıla çıkarmaktır.

Uluslararası Enerji Ajansı - Fotovoltaik Güç Sistemleri (IEA-PVPS) topluluğuna üye 14 ülkede yapılan bir araştırma, bu ülkelerde çatılarda ve bina kaplamalarında yapılacak PV uygulamalarıyla yıl



Son 10 yılda kurulu PV güç sistemindeki değişim (MW)



lık elektrik ihtiyacının %15 - %60'ının karşılanabileceğini gösterdi. Uygulama alanlarına göre PV pazar potansiyeli:

- Şebekeye bağlı PV: Devlet desteğine çok bağımlıdır.
- Kırsal PV: İstenen yerde istenen miktarda elektrik üretilebilmesi PV sistemlerin en önemli avantajıdır. Gerekli bilgi ve malzeme buldukça kurulacak yerin altyapısı önemli değildir.
- Orta vadeli tahmin: 2020 yılında PV elektriğinin maliyeti değişik pazarlarda normal şebeke elektriğinin maliyetine inerek küresel ölçekte yıllık elektrik üretiminin %2'sini oluşturabilecektir.
- Uzun vadeli tahmin: PV sistemler, şebekeye bağlı olmayan veya bağlanmak istemeyen elektrik kullanıcılarına servis sağlayabileceği gibi, dağıtık sistemler veya merkezi elektrik üretim sistemleri olarak da uygulanacaklardır.

Sonuç olarak, güneş pilleriyle elektrik üretimi, fosil kaynakların sınırlılığı ve sebep oldukları çevre sorunları nedeniyle geleceğin en önemli enerji teknolojilerinden biridir. Yeni teknolojilerin gerektirdiği yüksek maliyetler, PV sistemlerin yaygınlaşmasını zorlaştırmaktadır. Finansman zorlukları ve uğraş eksikliği uygulamalarda karşılaşılan en büyük engellerdir. PV elektriğinin diğer elektrik üretimi alternatifleriyle rekabet edebilmesi için kamu desteği zorunludur.

Kaynaklar
IEA-PVPS (International Energy Agency - Photovoltaic Power Systems, <http://www.iea-pvps.org/>)
EPIA (European Photovoltaic Industry Association, <http://www.epia.org/>)

SEPA (Solar Electric Power Association, <http://www.solarelectricpower.org/>)
UFTP (Ulusal Fotovoltaik Teknoloji Platformu - PV Teknolojisi, <http://www.trpvplatform.org/pv%20teknolojisi.html>)

PV sistemlerine destek genel olarak, üretilen elektriğin farklı bir fiyatla satın alınması, yatırım kolaylığı ve vergi avantajlarının sağlanması olarak gerçekleştirilmektedir. İklim değişiklikleri, enerji tedarik güvenliği gibi konuların ülkeleri son yıllarda yenilenebilir enerjilerin kullanımına zorlaması kamuda destek konularını ayrıca gündeme getirmektedir.

