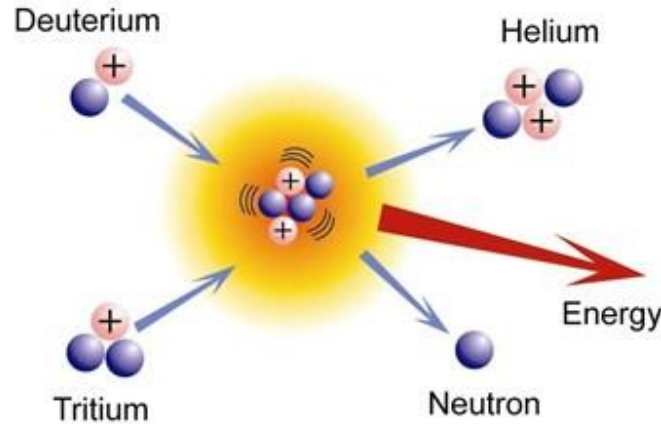


GÜNEŞ PİLLERİNİN ENERJİ DÖNÜŞÜM KALİTESİNİ ETKİLEYEN ÖNEMLİ FAKTÖRLER

HAZIRLAYAN: Ercan ZENGİN

Güneş Enerjisi

- * Güneş evrende bir reaktör gibi kesintisiz çalışarak füzyon enerjisi açığa çıkarmaktadır.
- * Füzyon tepkimeleri Güneş'te her an doğal olarak gerçekleşmektedir. Güneş'ten gelen ısı ve ışık, hidrojen çekirdeklerinin birleşerek helyuma dönüşmesi ve bu dönüşüm sırasında kütle kaybı karşılığı enerjinin ortaya çıkması sayesinde meydana gelmektedir.



Güneş Enerjisi

- * Güneşte 1 saniyede oluşan 10^{38} adet füzyon tepkimesi ile $3,86 \times 10^{26}$ Joul'luk enerji açığa çıkar.
- * Bu bir saniyelik devasa enerji, 564 milyon ton H'nin, 560 milyon ton He'ye dönüşmesi sürecinde açıkta kalan 4 milyon ton Hidrojen kütlesinin enerjisidir.



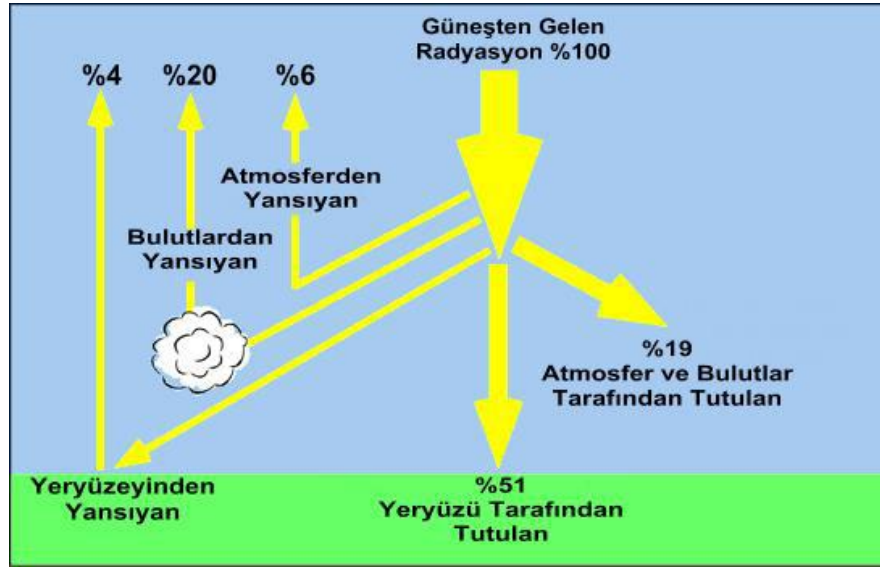
Güneş Enerjisi

- * Güneşten yayılan bu enerjinin sadece 2,2 milyarda biri Dünya'ya gelmekte ve gezegenimizin temel enerji kaynağını oluşturmaktadır.

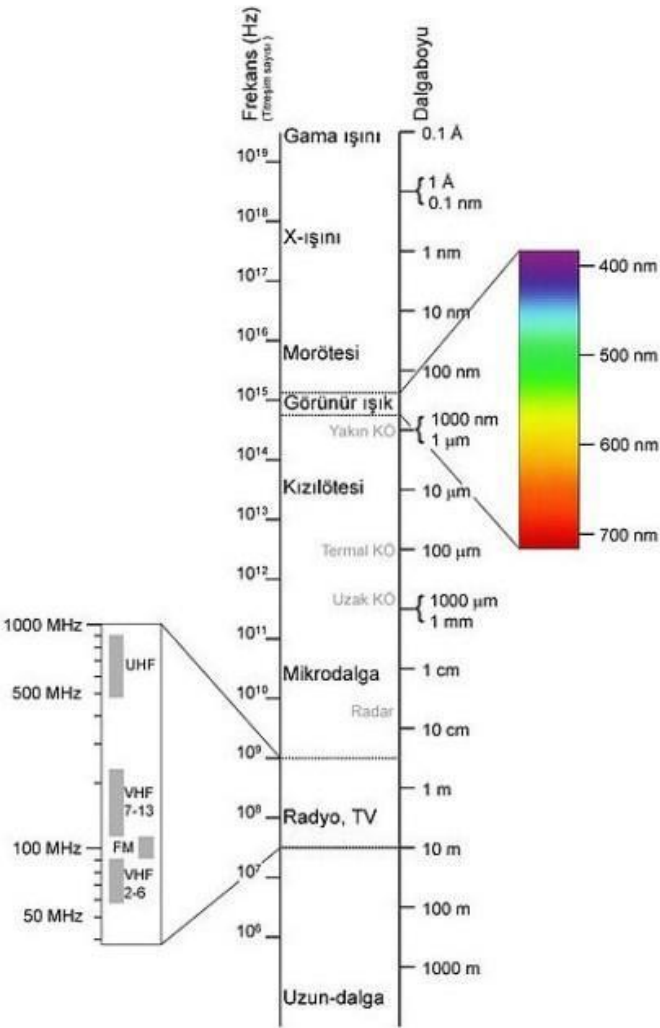


Güneş Enerjisi

- * Güneş ışınımının atmosfer ile etkileşiminden dolayı yeryüzüne gelen toplam güneş ışınım şiddeti, hava küre dışına gelen şiddetin yarısından biraz fazladır.
- * Yeryüzüne ulaşan toplam güneş ışınımı, doğrudan ışınım ve yaygın ışınım olarak ikiye ayrılır.



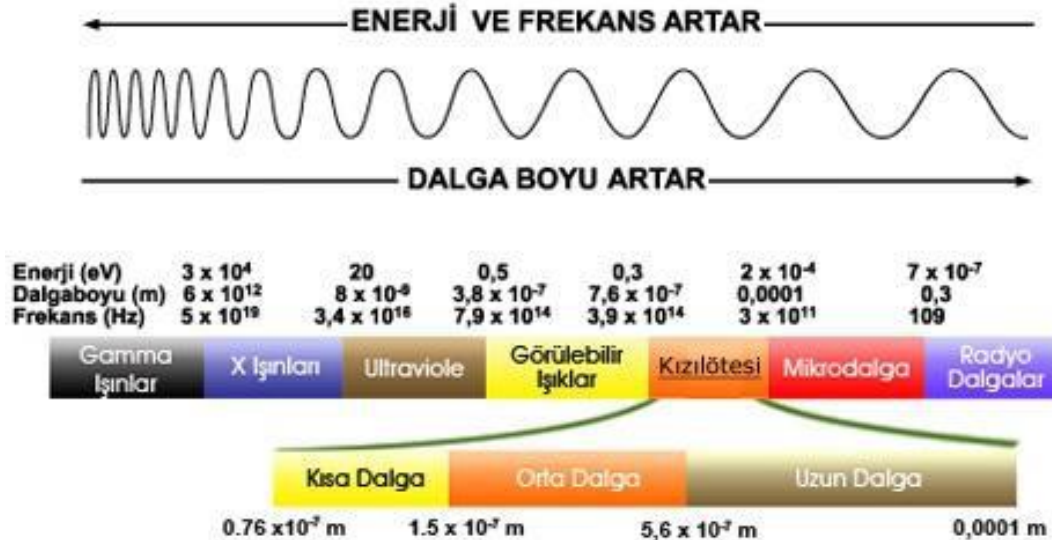
Güneş Enerjisi



- * Güneş ışınlarının dalga boyları 0,1-3 µm arasında değişir.
- * Güneşten gelen ışınların;
 - %9'u mor ötesi (ultraviole) bölgede,
 - % 45'i görünür ışık (visible) bölgesinde
 - geri kalan %46'sı kırmızı altı (infrared) bölgede yer alır.

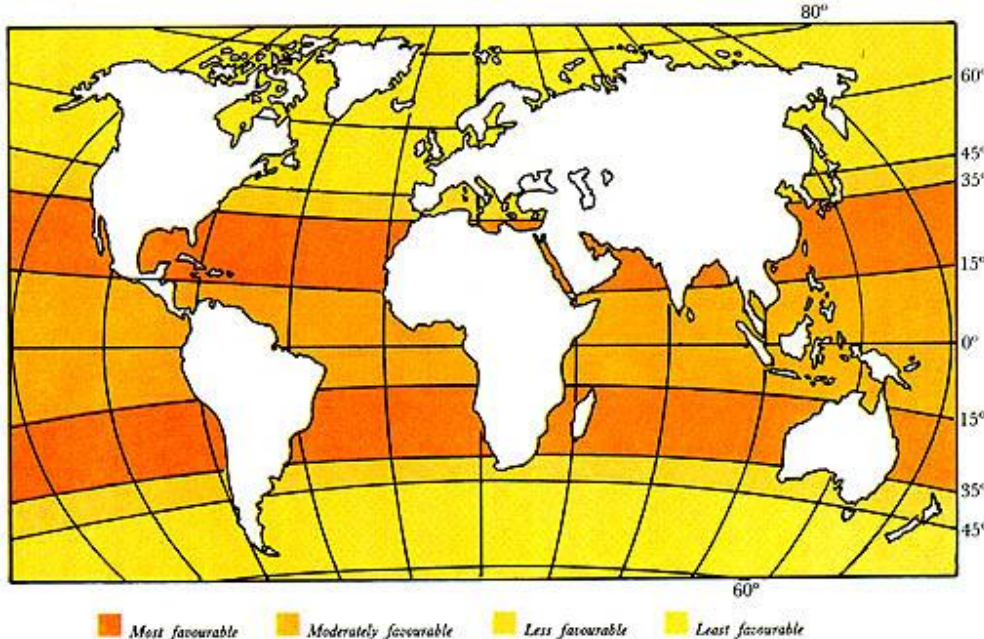
Güneş Enerjisi

- * Işık, insan gözünün duyarlılığına dayanan ve elektromanyetik spektrum içerisinde yaklaşık 380-720 nm dalga boyları arasındaki görünür ışınım enerjisidir.
- * Işınımın dalga boyu arttıkça frekansı ve enerjisi azalır.



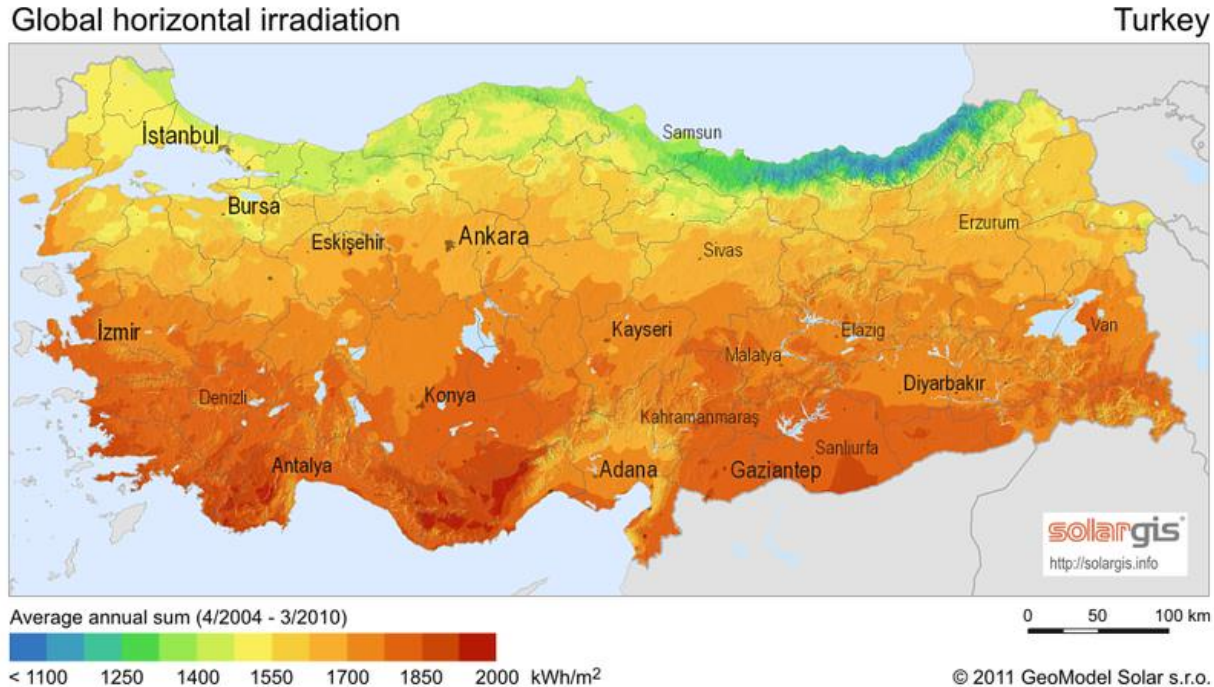
Güneş Enerjisi

- * Dünyaya gelen ışı nım dağılımı homojen olmayıp zaman ve geliş açısı bakımından değışkenlik göstermektedir. Haritadaki kırmızı kuşak 3000 saat/yıl, turuncu kuşak ise 2500 saat/yıl güneşlenme süresini ifade etmektedir.



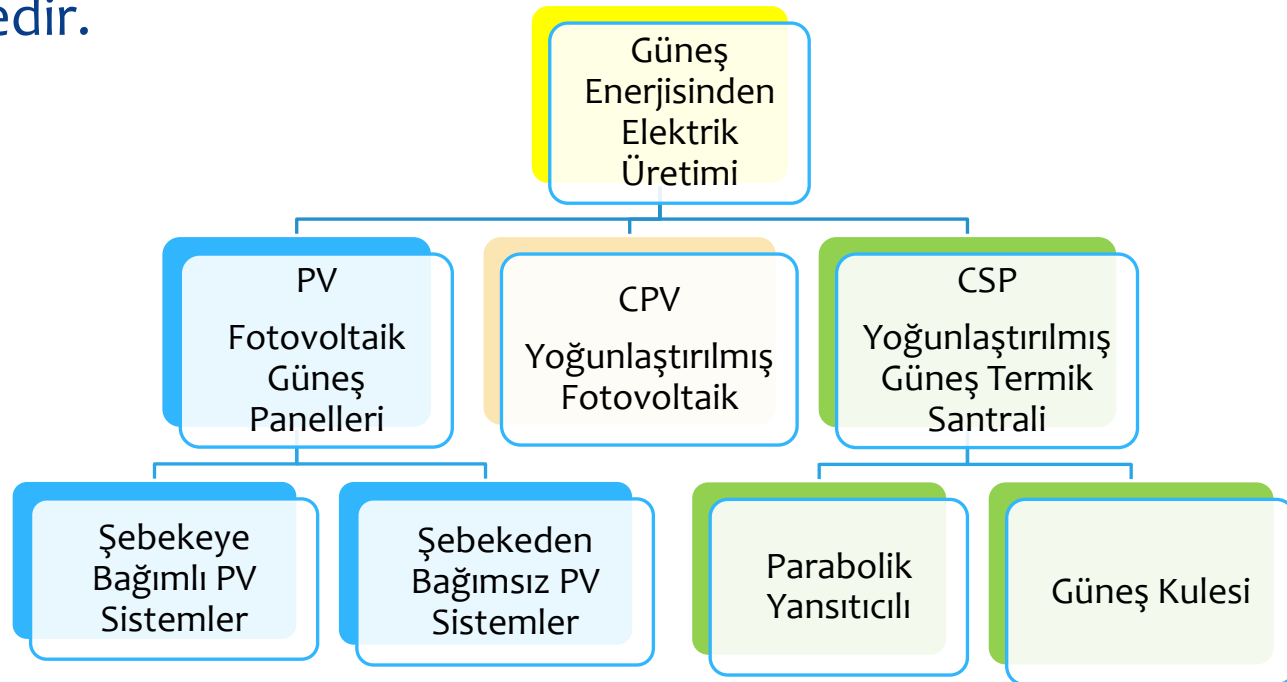
Güneş Enerjisi

- * Güney Avrupa ve Türkiye'nin büyük bir bölümü, fotovoltaik sistemler açısından verimli alanlar olarak değerlendirilmekte; termal güneş enerjisi sistemleri için daha çok Güney kesimler önerilmektedir.



Güneş Enerjisi

- * Güneş enerjisinden Termal ve Fotovoltaik yöntemlerle elektrik üretilmektedir.



Fotovoltaik Piller

- * Güneş pilleri yenilenebilir enerji teknolojileri arasında en büyük gelişmeyi ve uygulama alanını bulanların başında gelmektedir.
- * Sınırsız enerji kaynağından dolayı da gelecekte daha fazla kullanılacaklardır.

Fotovoltaik Piller

- * Bilindiđi gibi dünyamızın büyük  evre felaketleri ile karşı karşıya kalması sonucunda yenilenebilir enerjilere olan ilgi de giderek artmıştır.
- * Güneş enerjisi temiz bir yakıttır fakat sürekliliğinin olmaması yani kesintili olması en büyük problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bundan dolayı da elektriği üretilip depolayabilen sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

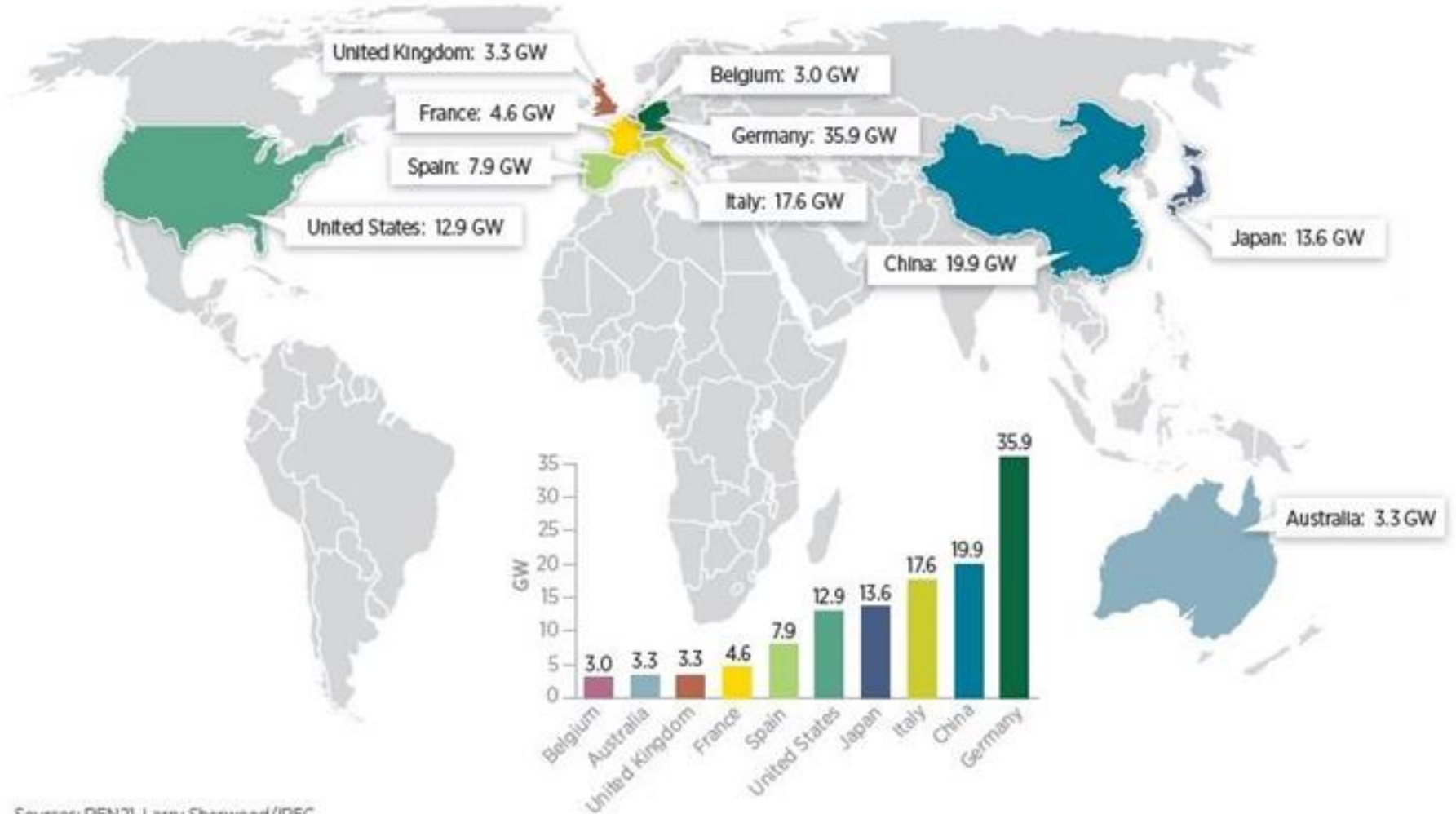
Fotovoltaik Piller

- * Direkt Güneş kaynaklı elektrik üretmenin başlıca yolu “Fotovoltaik Pil” sistemleridir.
- * Dünya çapında toplam yenilenebilir enerji kurulu gücü, 2000-2013 yılları arasında % 108 büyümüştür. (748 GW - 1560 GW)

Fotovoltaik Piller

- * Yenilenebilir enerji kaynakları dünya çapında tüm elektrik üretiminin % 23'ünü oluşturmaktadır.
- * Güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları arasında en hızlı büyüyen teknolojilerden biridir. 2000-2013 yılları arasında 68 kat büyümüştür.

Fotovoltaik Piller



Sources: REN21, Larry Sherwood/IREC
Includes CSP and grid-connected PV

Dünya genelinde 2013 yılı Güneş Enerjisinden Elektrik üretimi kurulu güç kapasiteleri

Fotovoltaik (PV) Çeşitleri

Kristal silikon PV hücreler

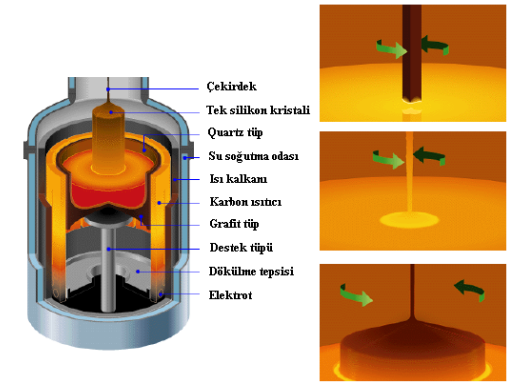
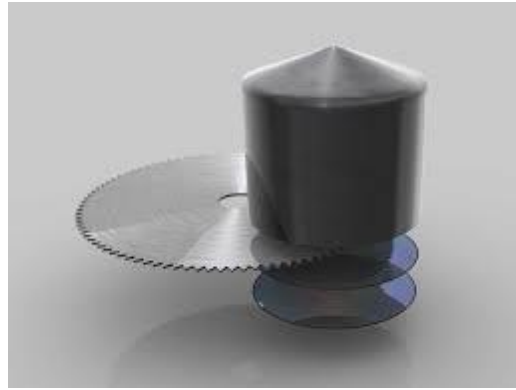
- * Silisyum yarıiletken özellik gösteren ve PV hücre yapımında en çok tercih edilen materyallerin başında gelir.
- * Oksijenden sonra yeryüzünde en çok bulunan element olan silisyumun, doğada en yaygın biçimi Kuartz ve kumdur (SiO_2).



Fotovoltaik (PV) Çeşitleri

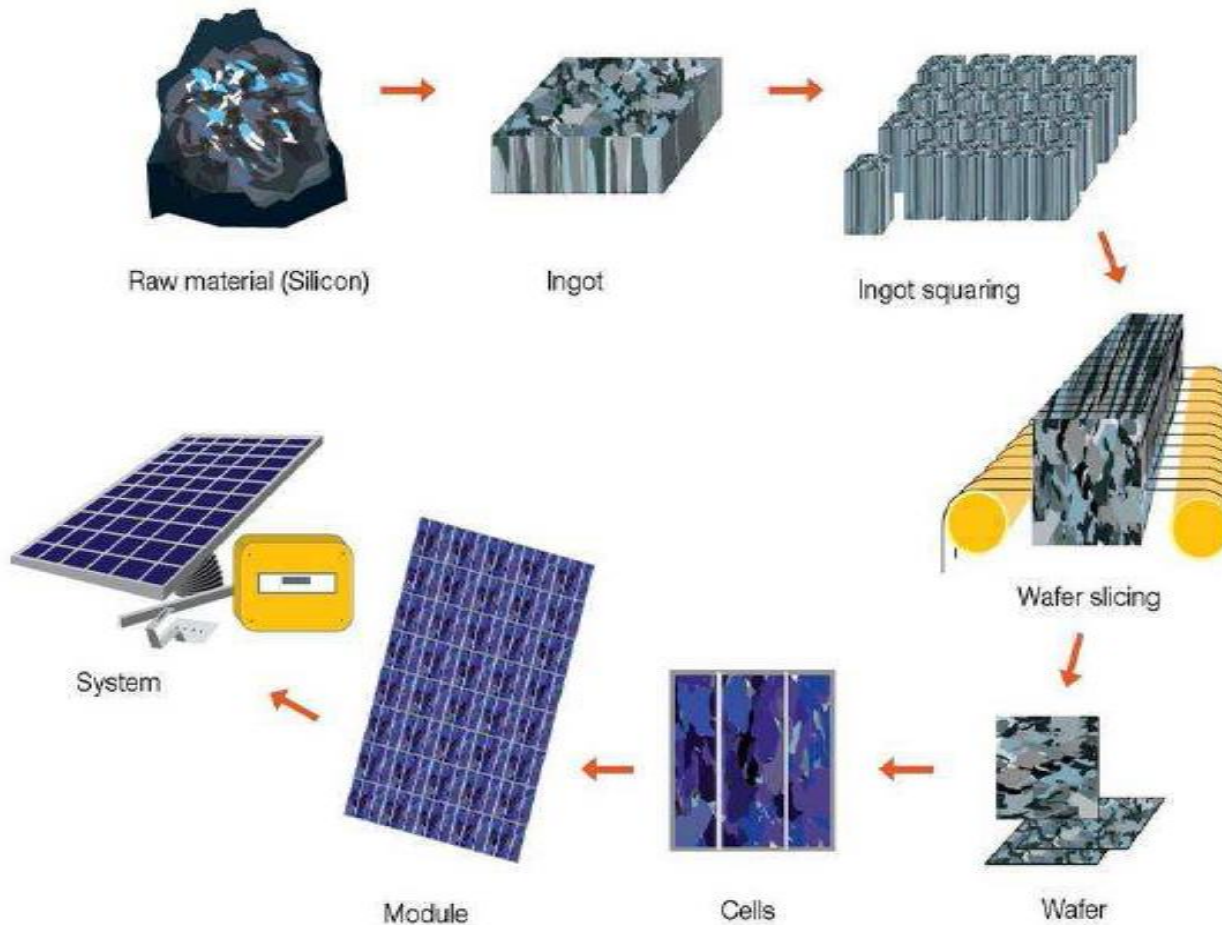
Monokristal silikon PV hücreler

- * Önce büyütölüp daha sonra 200 mikron kalınlıkta ince tabakalar halinde dilimlenen Tekkristal (Monokristal) Silisyum bloklardan üretilen güneş pillerinde laboratuvar şartlarında %26, ticari modullerde ise %18'in üzerinde verim elde edilmektedir



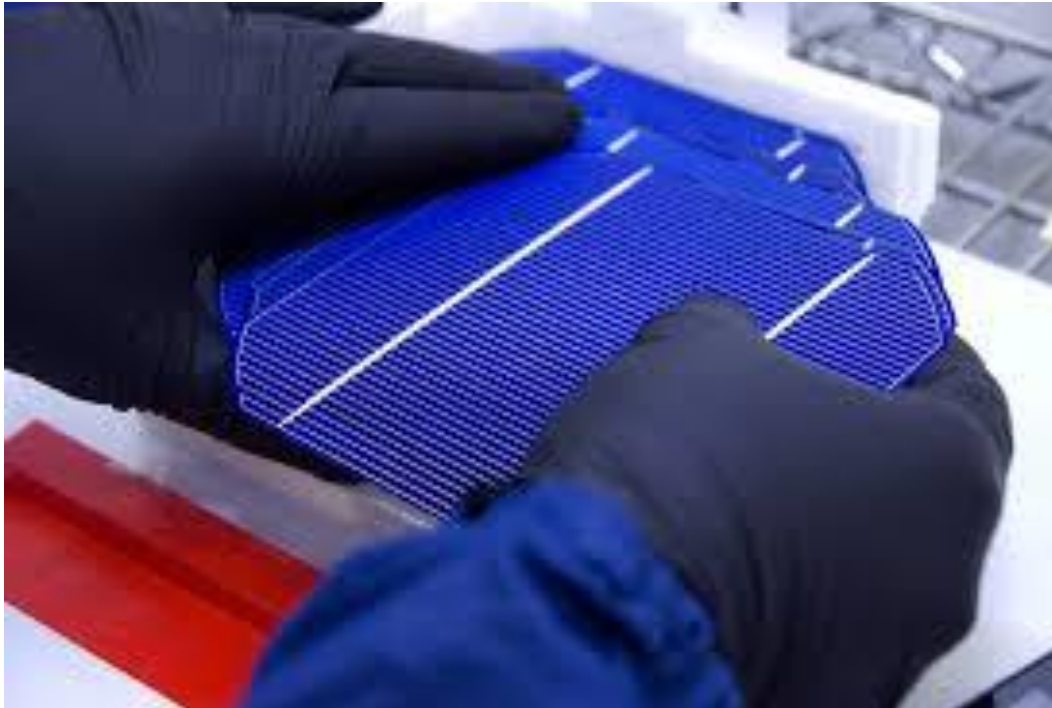
Fotovoltaik (PV) Çeşitleri

İngot – Wafer – Hucre



Fotovoltaik (PV) Çeşitleri

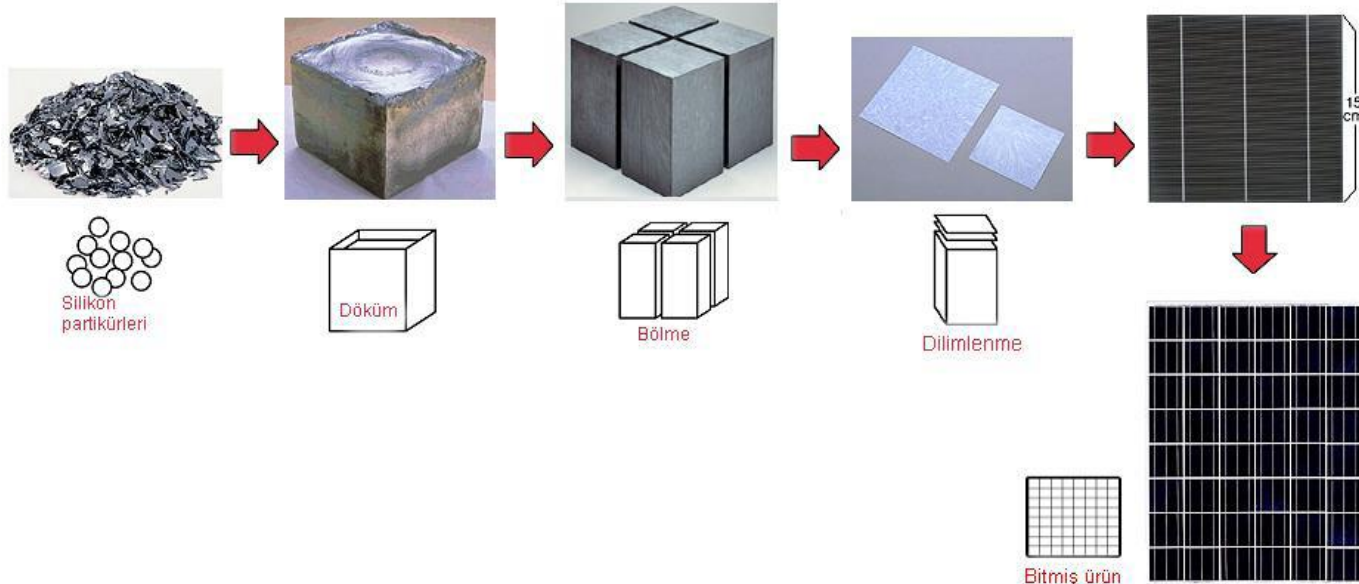
- * Solar hücreler wafer adı verilen kristal silikon dilimlerinden meydana gelir ve ne kadar ince olursa o kadar az malzeme tüketimi olacak ve maliyet azalacaktır.



Fotovoltaik (PV) Çeşitleri

Multi-kristal (polikristal) PV hücreler (mc-Si)

Dökme silisyum bloklardan dilimlenerek elde edilen Çokkristal (Polikristal) Silisyum güneş pilleri ise daha ucuza üretilmekte, ancak verimleri de daha düşük olmaktadır. Verimleri, laboratuvar şartlarında %21, ticari modüllerde ise %14 civarındadır.



Fotovoltaik (PV) Çeşitleri

İnce film PV hücreler:

Işığı daha iyi soğuran, buna karşılık sadece 1 mikron kalınlığında olan malzeme seçildiğinden, ince film PV hücrelerin maliyetleri daha düşüktür.

Genel olarak kullanılan malzemeler

- amorf silikon (a-Si, düzensiz formdaki silikon)
- kadmiyum tellür (CdTe)
- bakır indiyum selenid (CIS)
- bakır indiyum galyum diselenid (CIGS) dir.

Fotovoltaik (PV) Çeşitleri

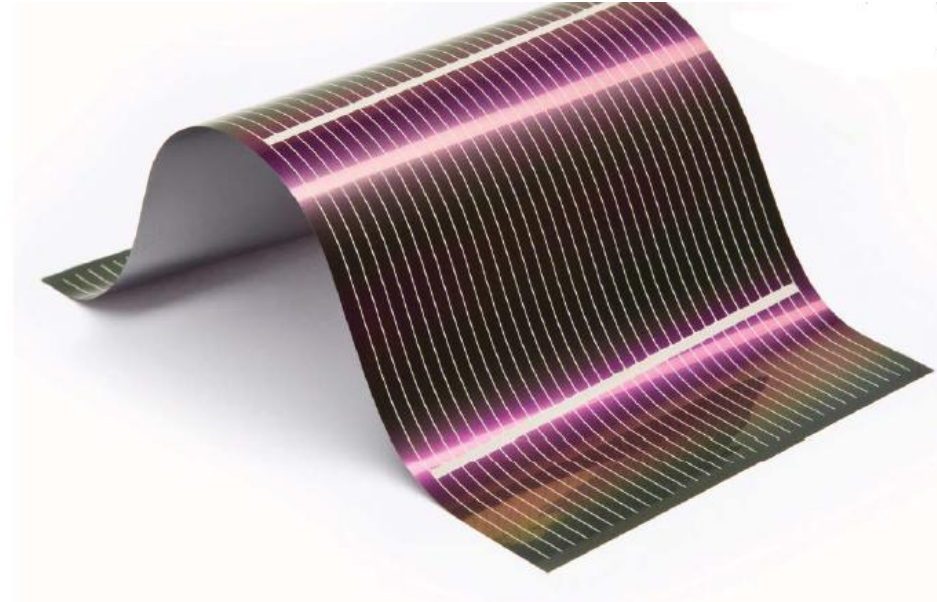
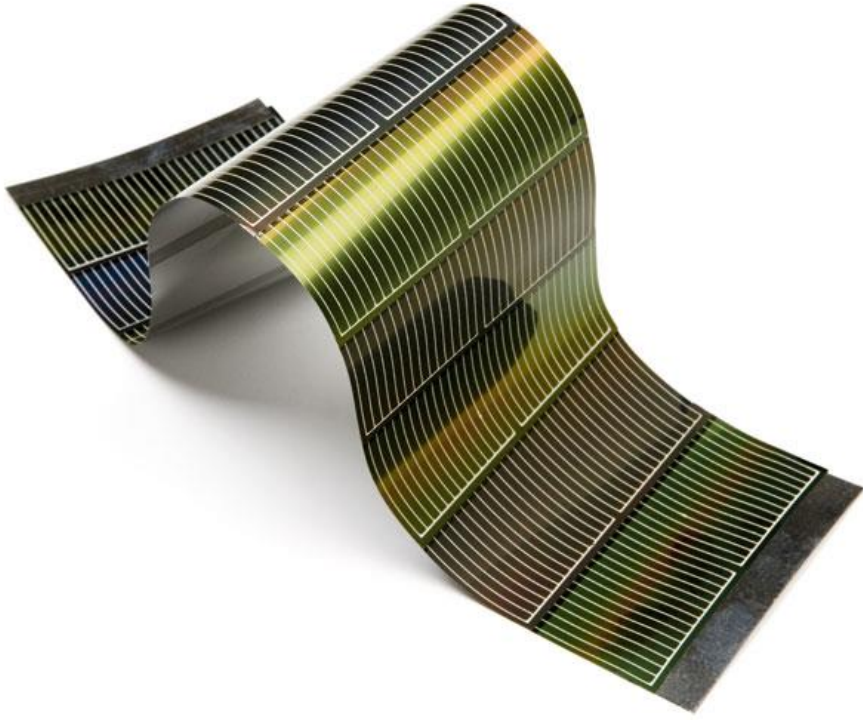
İnce film PV hücreler:

Her üç malzeme de metrelerce boyuttaki taşıyıcılar gibi büyük alanlara uygulanabilirler ve böylelikle de yüksek miktarlarda üretilebilirler.

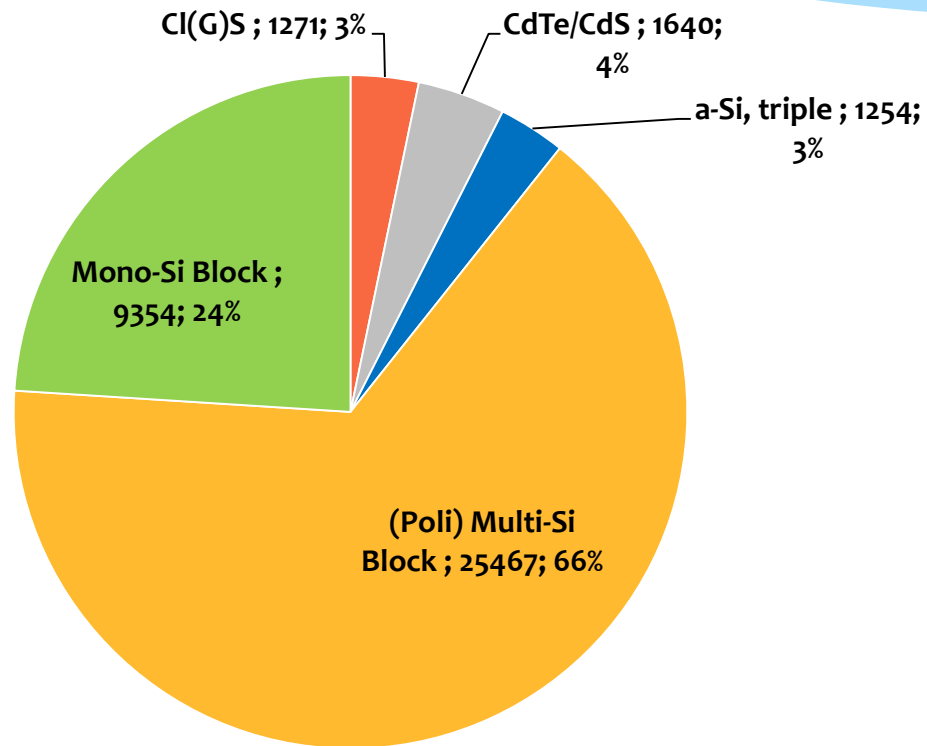
İnce film yarıiletken tabakalar cephe kaplama camlarına veya paslanmaz çelik üzerine uygulanabilirler.

Fotovoltaik (PV) Çeşitleri

İnce film PV hücreler:

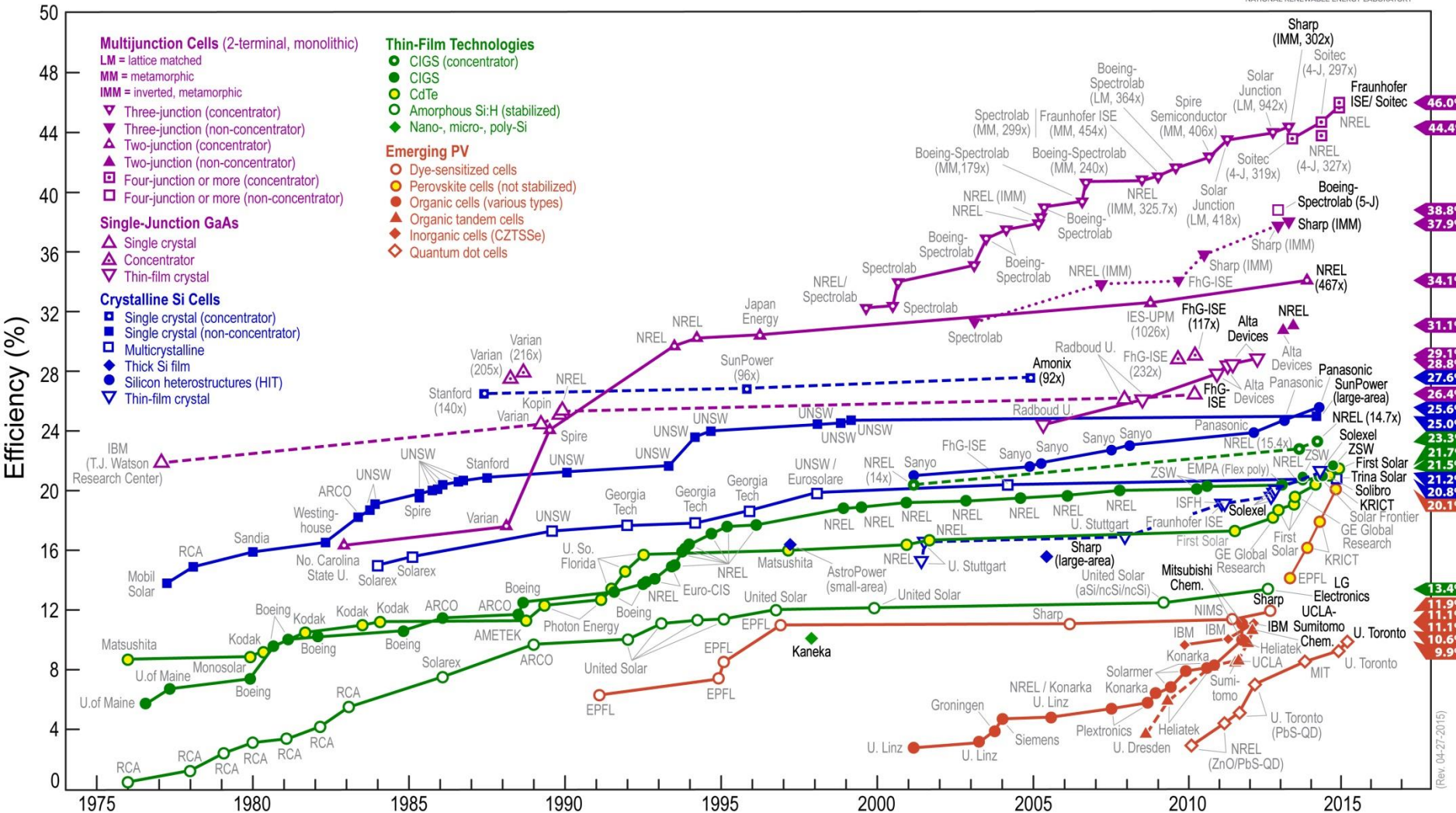


PV PANEL YAPISI VE PV VERİMLİLİK ORANI

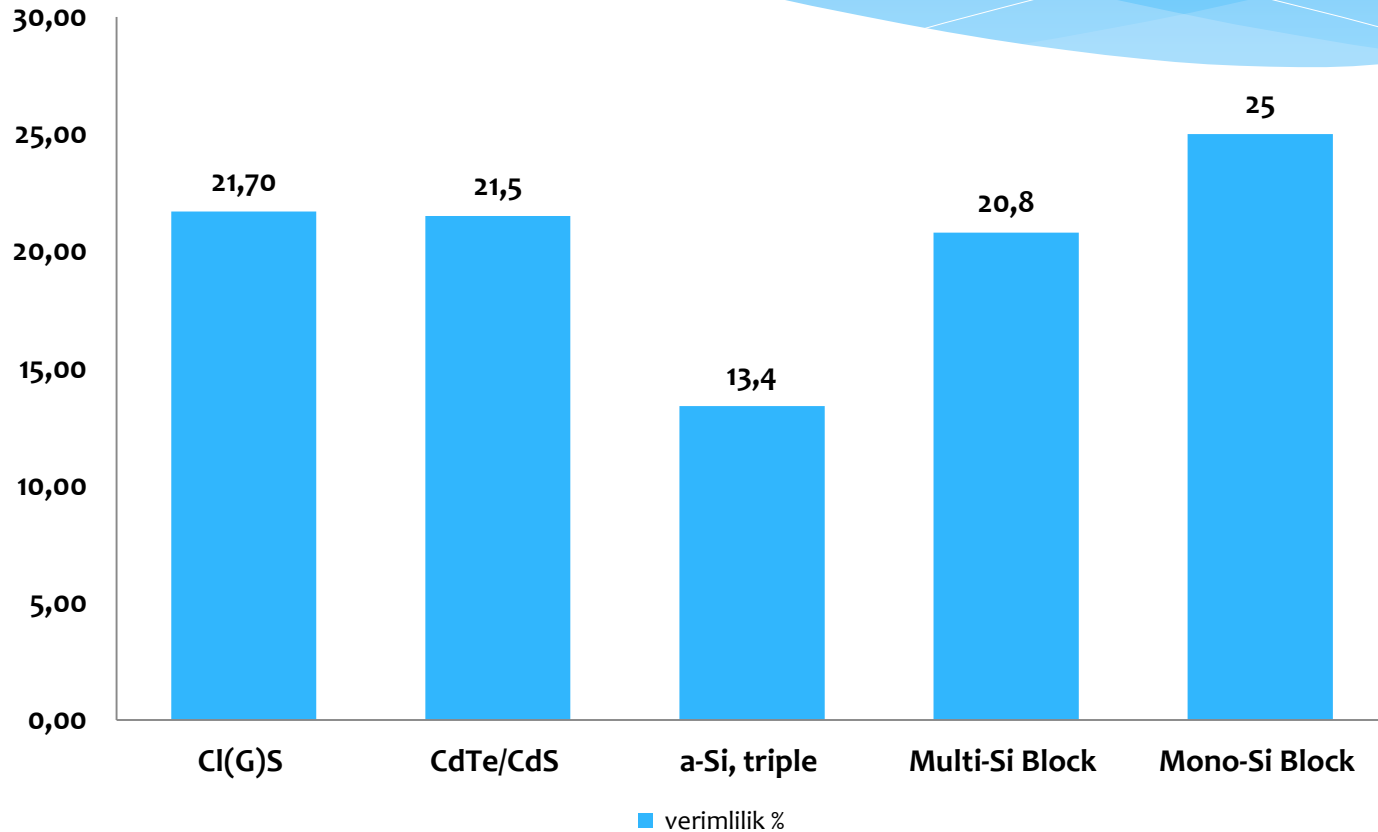


2013 Yılı Küresel Fotovoltaik Üretim Teknolojileri Pazar Payı Grafiği

NREL
NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY



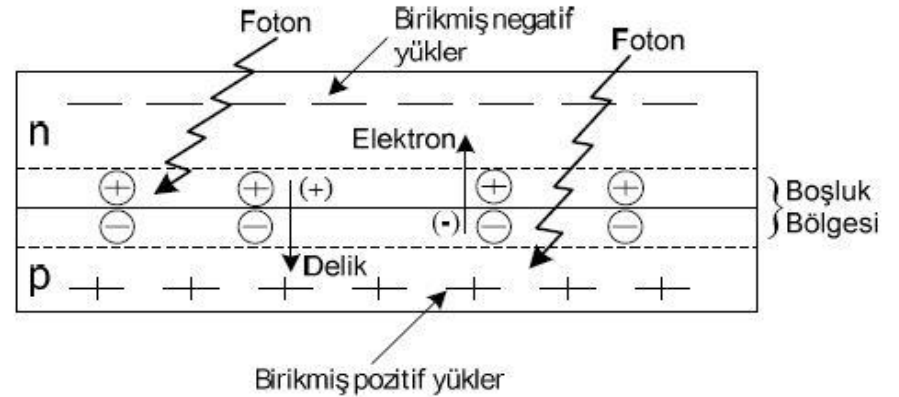
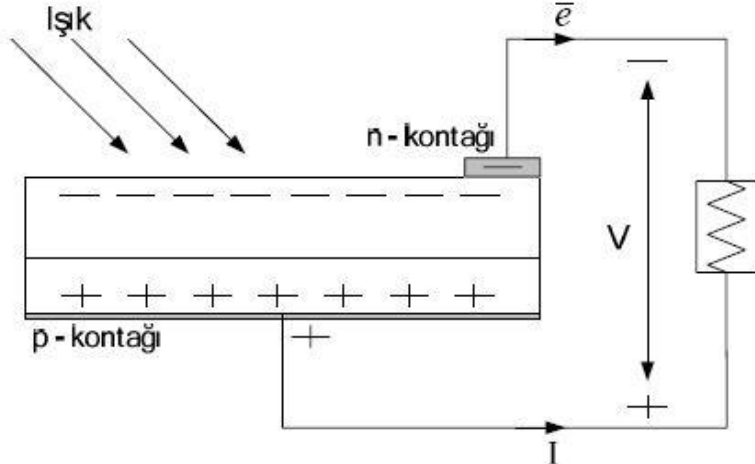
Fotovoltaik (PV) Çeşitleri



PV teknolojileri verimlilik karşılaştırmaları.

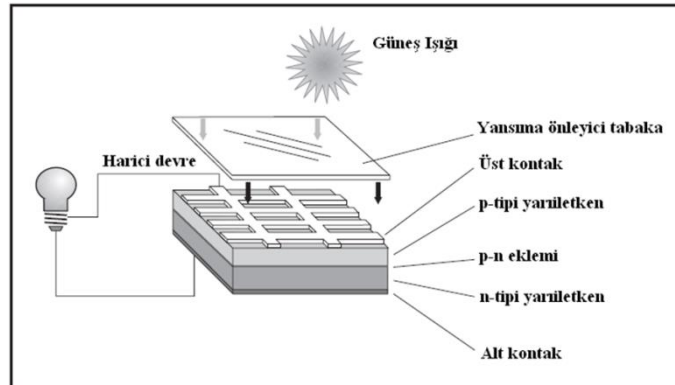
PV hücrelerin çalışma ilkesi

- * Bir PV hücresinin çalışma prensibi klasik p-n jonksiyonlu diyot ile çok benzerdir. Işık jonksiyon tarafından absorbe edilince, absorbe edilmiş foton enerjisi malzemenin elektron yapısına aktarılır ve jonksiyon civarında oluşan boşluk bölgesinde ayrıışan yük, taşıyıcıların oluşmasına neden olur.
- * Jonksiyon bölgesindeki elektrik yükü taşıyıcıları bir potansiyel oluşturur ve harici bir devre üzerinde akım sirkülasyonu olur.



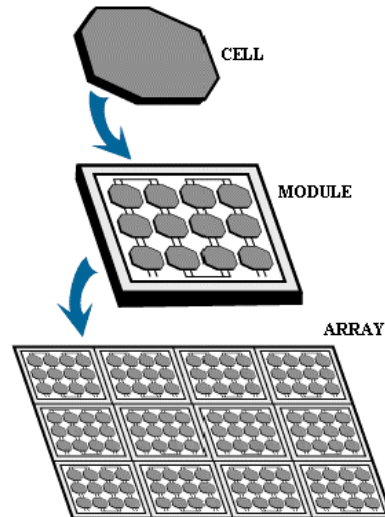
PV hücrelerin çalışma ilkesi

- * Bir PV hücresinin basit yapısı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Foto akımlarını toplamak için jonksiyonun her iki tarafına metal kontaklar yerleştirilmiştir.
- * Hücrenin ön yüzü, yansıtmayı minimum seviyede tutacak ve mümkün mertebe çok miktarda ışığı yutacak anti yansıtıcı bir kaplama ile kaplıdır.
- * Ayrıca mekanik koruma için en dış yüzeyi koruyucu bir cam ile kaplı olup, bu cam saydam bir yapıştırıcı ile sisteme tutturulmuştur.



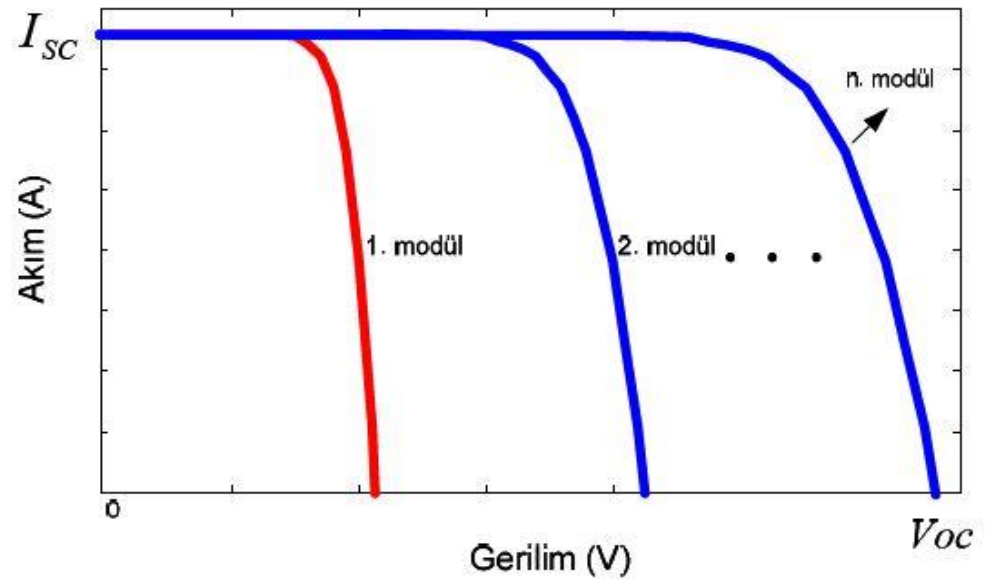
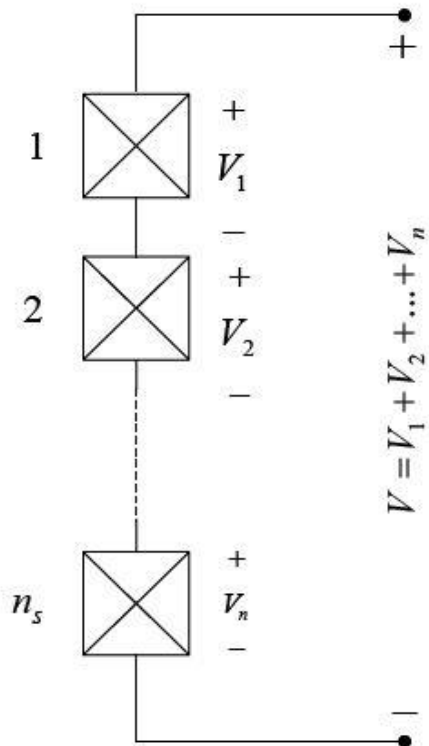
PV hücrelerin çalışma ilkesi

- * Tipik olarak bir PV hücre 25-30 cm² lik kare bir alana sahip olup, yaklaşık 1W'lık güç üretir. Yüksek güçler elde edebilmek için birçok PV hücre seri ve paralel olarak bağlanır ve büyük bir alana sahip bir modül elde edilir.
- * Seri-paralel modül bağlantıları ile arzu edilen güç seviyesi elde edilmiş olur.



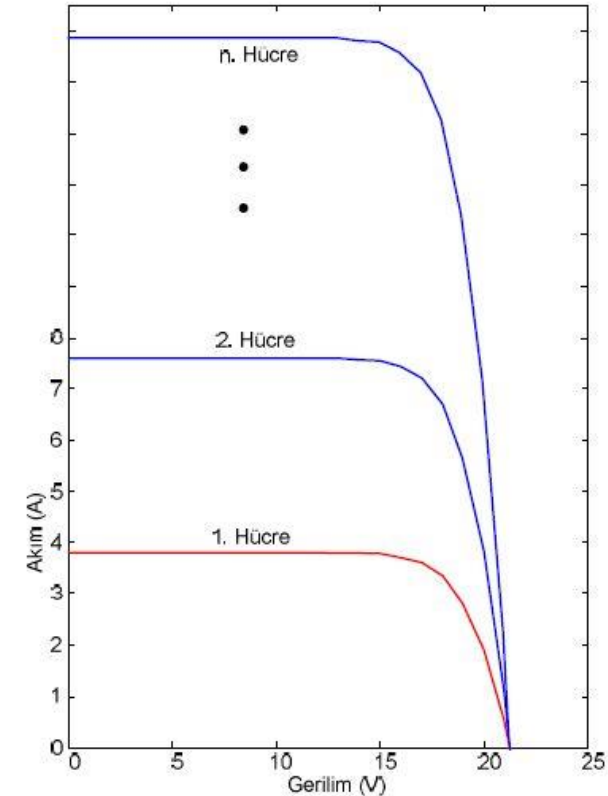
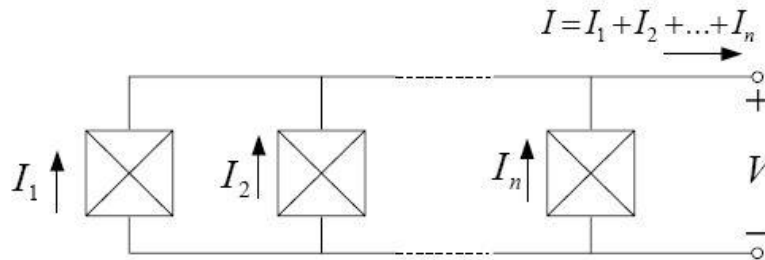
PV hücrelerin çalışma ilkesi

- * Hücrelerin seri bağlanmasıyla modül gerilimi artırılır.



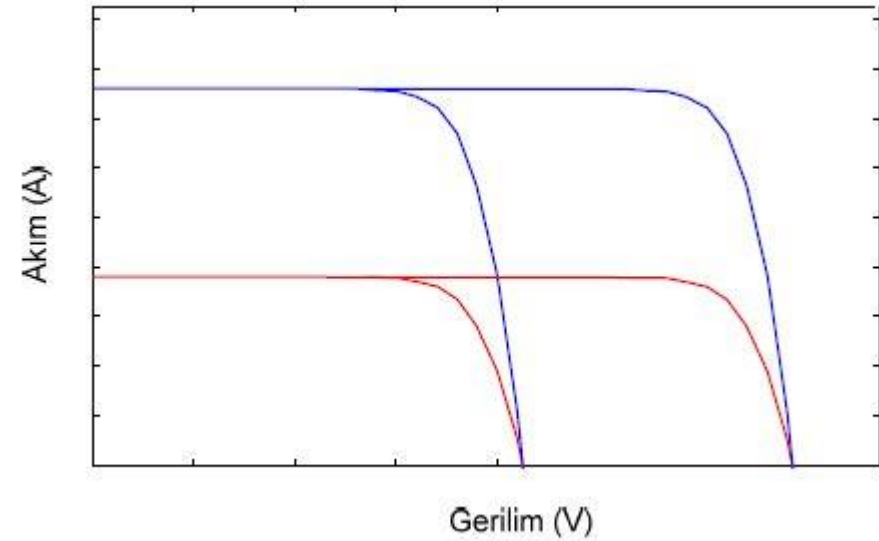
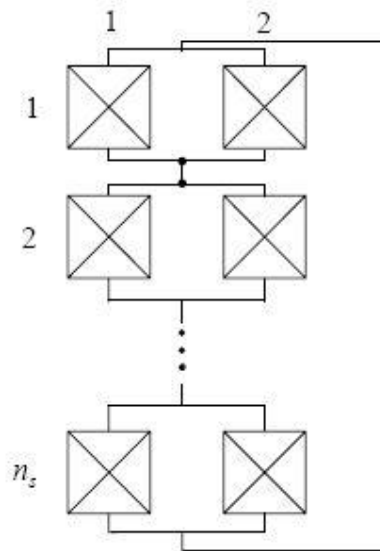
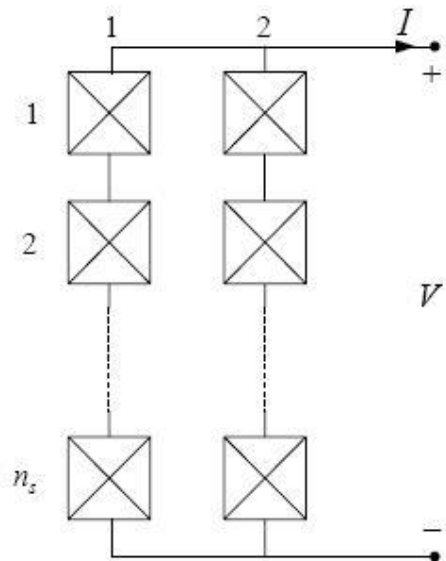
PV hücrelerin çalışma ilkesi

- * Modüllerin paralel bağlanmasıyla, modülün sağlayacağı akımın miktarı ayarlanır.



PV hücrelerin çalışma ilkesi

- * Modüllerin seri-paralel bağlanmasıyla, arzu edilen güç seviyesi elde edilmiş olur.



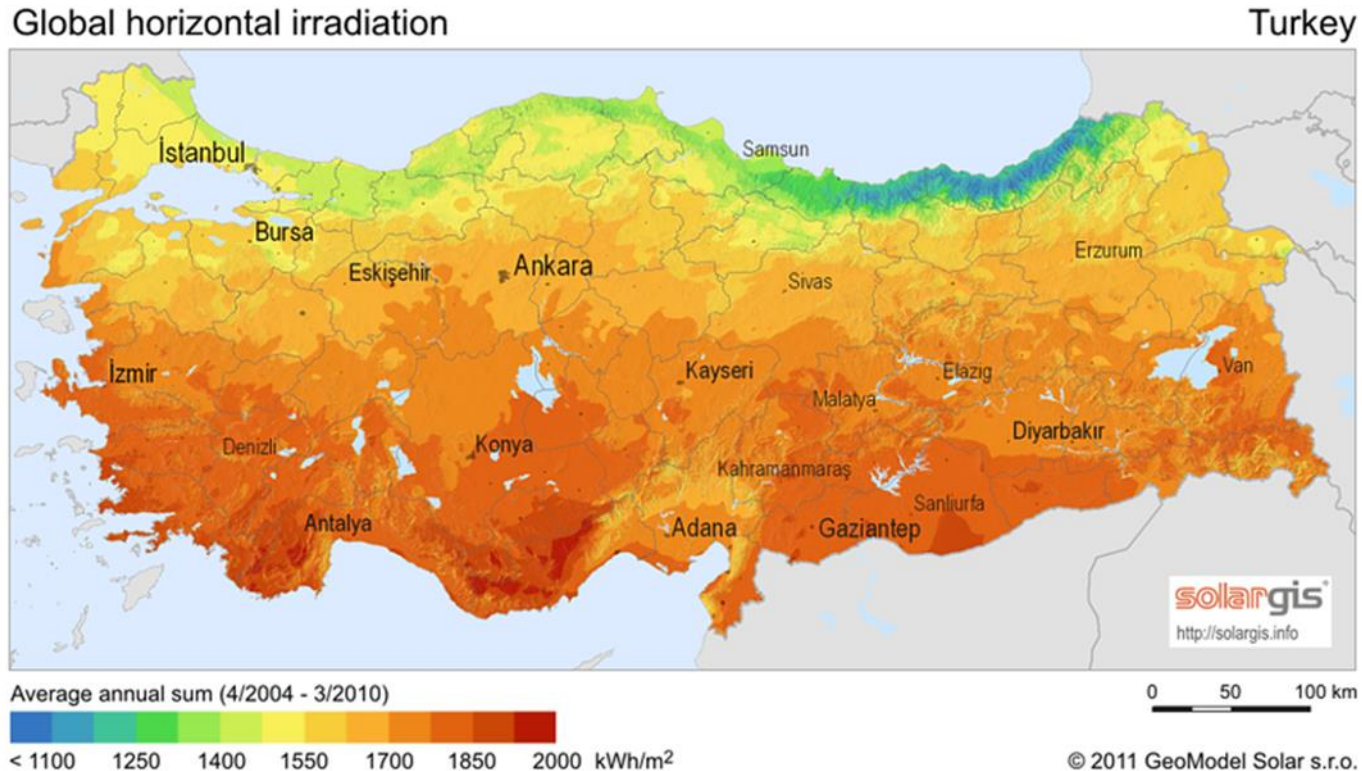
Fotovoltaik Pillerin Elektrik Üretiminde Etkili Olan Parametreler

1. Güneş Işıma Faktörü
 - Modül Düzlemi Açısı
 - Yansıma Kayıpları
 - Gölgeleme Kayıpları
2. Sıcaklık ve Nem
3. Rüzgar Yönü ve Rüzgar hızı
4. Hava Kirliliği, Güneş panel yüzeyi temizliği
5. PV Panel yapısı ve PV verimlilik oranı
6. Sistem Kayıpları
 - Uyumsuzluk kayıpları
 - Kablo – İnvertör kayıpları

Güneş Işıma Faktörü

Güneş Işıma Faktörü

PV sistemlerde güneş radyasyonu güç çıkışı üzerinde en büyük etkiye sahiptir.



Güneş Işıma Faktörü

Güneş Işıma Faktörü

Birimi W/m^2 olan güneş ışıması, güneş yoğunluğu veya güneş radyasyonu olarak da ifade edilir.

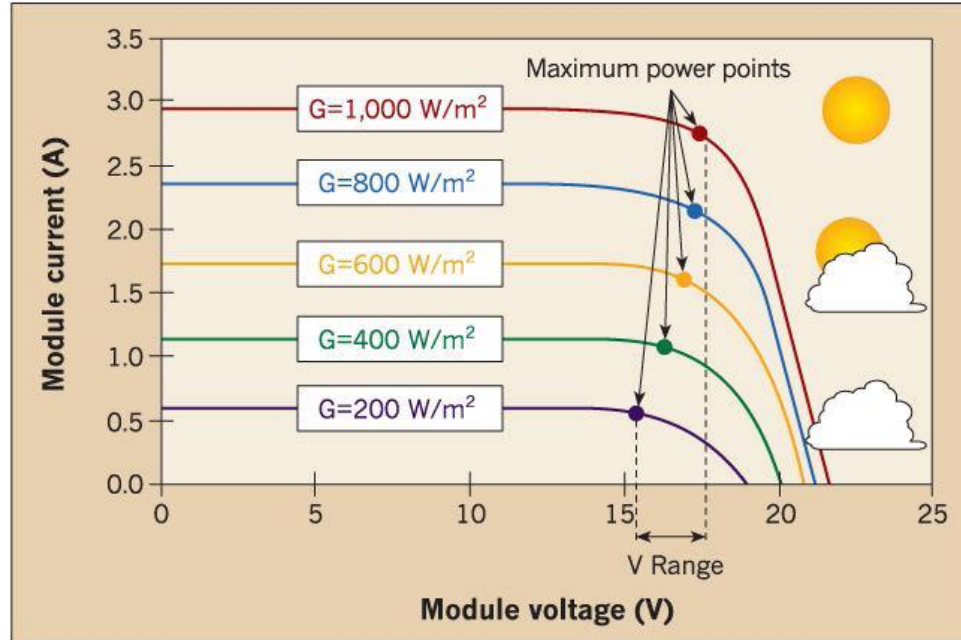
EİE (elektrik işleri etüt idaresi) tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7.2 saat); ortalama yıllık toplam ışıma şiddeti $1311 \text{ kWh}/m^2$ (günlük toplam $3.6 \text{ kWh}/m^2$) olarak belirtilmiştir

Güneş Işıma Faktörü

Güneş Işıma Faktörü

PV panelde üretilen akım Güneş ışınlamı ile artmaktadır.

Işınlamın önemli oranda değışmesi, akımı önemli ölçüde değıştirmesine rağmen gerilim neredeyse sabit kalır.



Sıcaklık, Nem

Sıcaklık ve Nem

Sıcaklığın artması PV hücrelerin kısa devre akımını arttırırken, açık devre gerilimini azaltır. Dolayısıyla yüksek çalışma sıcaklıkları PV sistemlerde güç ve verimi olumsuz etkilemektedir.

Hücrenin verimi artan sıcaklıkla düşüş gösterir.

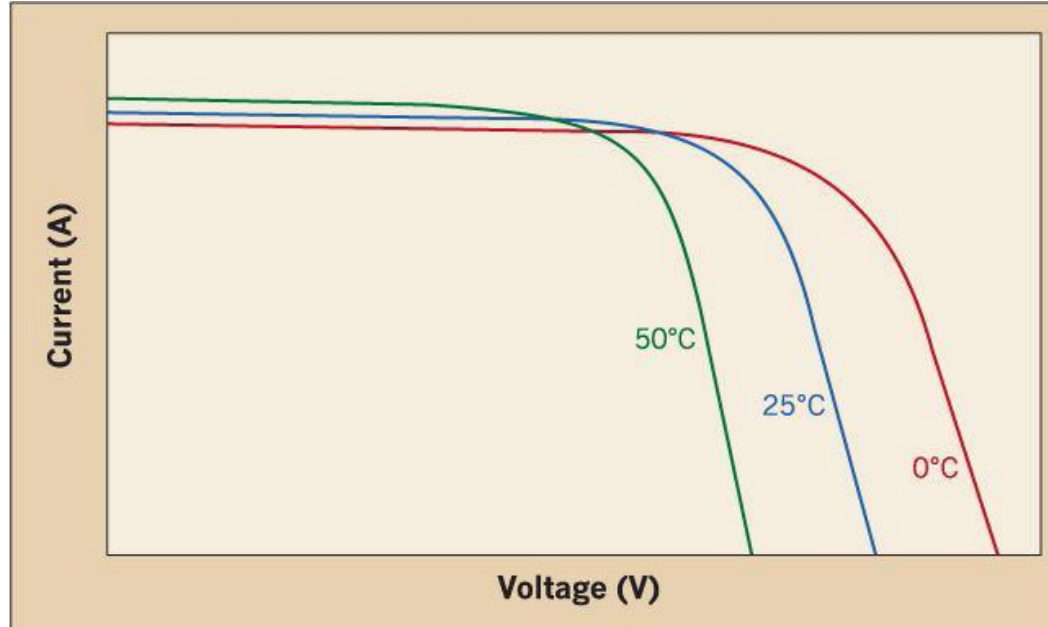
Mono ve Polikristal silikon hücrelerde bu düşüş ince film hücrelere göre daha belirgindir.

Sıcaklık, Nem

Sıcaklık ve Nem

Kristal silikon hücreli PV modüllerde Her 1°C 'lık sıcaklık artışı, elde edilen gücü % 0.5 oranında azaltmaktadır.

Amorphous silikon hücrelerde ise 1°C 'lık artış, gücü % 0.2 oranında azaltmaktadır



Fotovoltaik piller için tipik bir I-V eğrisi

Rüzgar Yönü ve Hızı

Rüzgar Yönü ve Rüzgar hızı

Hava koşulları enerji üretiminde güç çıkışını etkiler. Modül ısısı ortam ısısından , bulut yapısından, rüzgar hızından ve PV sistemin konumundan etkilenir.

Rüzgar hızı PV Panel sıcaklığını düşüreceğinden, PV hücre sıcaklığı rüzgar hızına oldukça, rüzgar yönüne küçük ölçüde duyarlıdır.

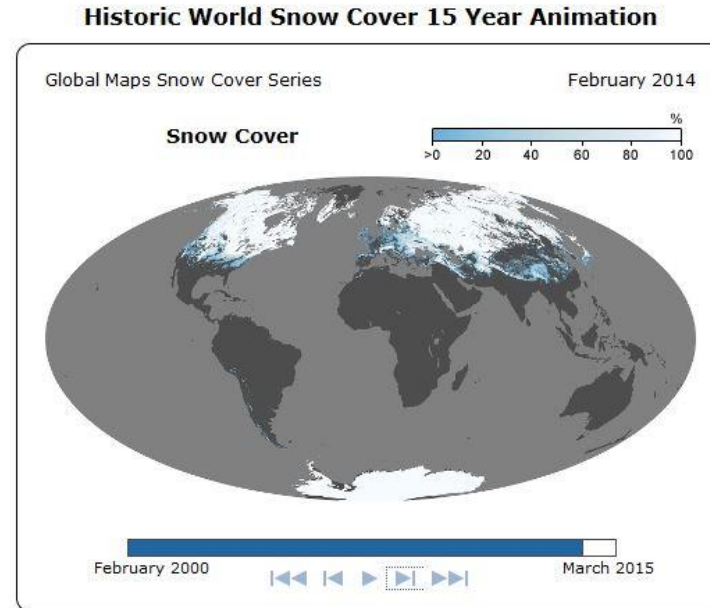
Hava Kirliliği, Güneş Panel Yüzeyinin Temizliği

Hava Kirliliği, Güneş panel yüzeyi temizliği

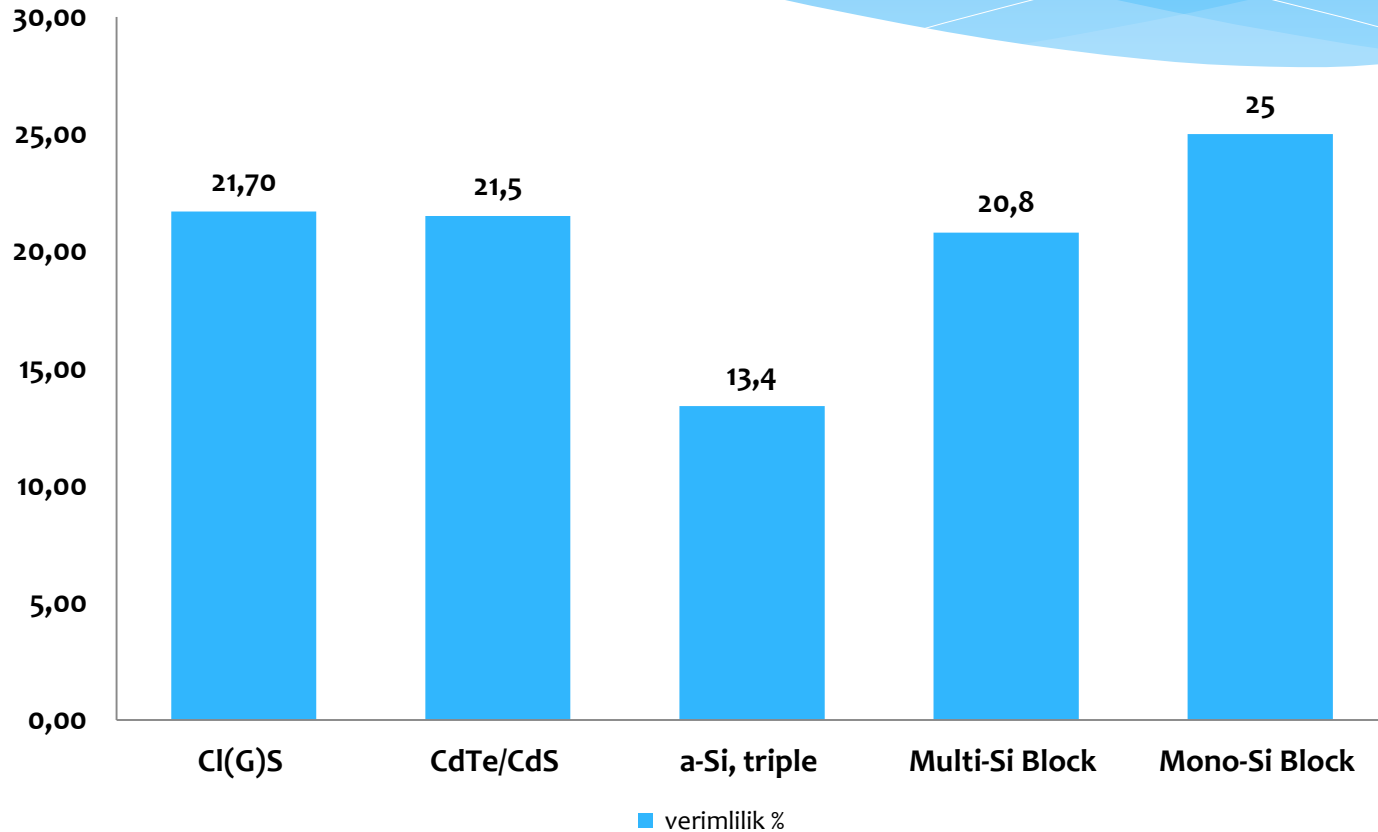
- * Atmosferdeki fazla su buharı, ışıının perdelenmesine neden olmaktadır. Benzer şekilde havanın kirli olması gökyüzünde ışıının perdelenmesine yol açarak PV panelin yeterli radyasyon almasını engelleyecektir. Meydana gelen bulut etkisi benzeri durum PV panel verimini düşürecektir.
- * Tozlanma üzerine yapılan araştırmalar göstermiştir ki, özellikle az yağış alan bölgelerde bu kayıplar aşırı durumlarda %15 oranlarına ulaşmaktadır

Hava Kirliliği, Güneş Panel Yüzeyinin Temizliği

- * Kar yağışının sık olarak görüldüğü bölgelerde, PV üretetç çıkışlarında karlanmadan dolayı kayıplar görülür. Başta Almanya olmak üzere Avrupa'nın birçok ülkesinde hazırlanan Kar Örtüsü Haritaları, karlanmadan kaynaklanan kayıpların tahmin edilmesinde belirleyici rol oynar



PV Panelin Yarı İletken Yapısı ve PV Verimlilik Oranı



Çeşitli PV üretim teknolojileri verim karşılaştırma tablosu

PV Panel Yapısı ve PV Verimlilik Oranı

- * Deniz seviyesinde, güneşli bir günde güneş ışıının şiddeti 1000W/m^2 civarındadır.
- * Bölgeye bağı olarak 1m^2 ye düşen enerji miktarı yılda 800-2600 kWh arasındadır.
- * Bu enerji PV yapısına bağı olarak % 5-% 30 arasında bir verimle elektrik enerjisine dönüştürülebilir

Sistem Kayıpları

- * Uyumsuzluk Kayıpları: PV modüller, invertör girişinde gerekli olan DC gerilim ve akımı tutturabilmek için birbirlerine seri ve paralel şekilde bağlanırlar. Fakat böyle bir yapıdaki toplam DC güç, tek tek panellerin güçlerinin toplamından daha düşüktür.
- * Kablo Kayıpları: PV sistemde kullanılan DC ve AC kablolardaki omik kayıplardan kaynaklanan kayıplardır. İletkenlerin akım taşıma kapasitesi ve iletken boyunca meydana gelebilecek gerilim düşümü iletkenin boyutunun belirlenmesinde etkindir.
- * İnvertör Kayıpları: DC/AC çevrim verim kayıplarıdır.

PV hücrelerin kullanım alanları

- * Waldpolenz PV Güç Santrali, Almanya (40MW)



PV hücrelerin kullanım alanları

- * Marcantonio Bentegodi Stadyumu, İtalya



PV hücreselerin kullanım alanları

- * Londra Belediye Binası, İngiltere



KAYNAKLAR

1. Prof. Dr. Süleyman ÖZÇELİK, Fotovoltaik (PV) Teknolojileri
2. Ahmet Duran ŞAHİN, Güneş Enerjisi Ölçümleri ve Fizibilite Süreci
3. Photovoltaics Report, Fraunhofer Institute For Solar Energy Systems ISE
4. http://www.accionaenergia.com/activity_areas/csp/installations/nevada-solarone/nevada-solarone.aspx
5. Prof. Dr. Olcay KINCAY, MakinaY. Müh. Uğur AKBULUT, Güneş Kuleleri
6. Ayse BEDELİOĞLU, Ali DEMİR, Yalçın BOZKURT, Fotovoltaik Teknolojisi: Türkiye ve Dünyadaki Durumu, Genel Uygulama Alanları ve Fotovoltaik Tekstiller
7. Furkan DİNÇER, Türkiye’de Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi Potansiyeli - Ekonomik Analizi ve AB Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Değerlendirme
8. Yrd. Doç. Dr. Mesut ABUŞKA, Güneş Enerjisi Ders Notları
9. Prof. Dr. Olcay KINCAY, Yrd. Doç. Dr. Nur BEKİROĞLU, Yrd. Doç. Dr. Zehra YUMURTACI, Güneş Pilleri (Fotovoltaik Piller) 1-2. Bölüm
10. Habib Kocakaya, Gunes Paneli Uretim Tesisi Analizi ,Alfa Solar Enerji

KAYNAKLAR

11. 2013 Renewable Energy Data Book, US Department of Energy
12. Best Research Cell Efficiencies, NREL National Renewable Energy Laboratory
13. Yıldız Teknik Üniversitesi Yıldız Araştırmacı Bilgi Sistemi Yarbıs, http://www.yarbıs1.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/tanriov_1b2f9b8d0e6537370b0f0b274687f835.pdf
14. Güneş Pilleri, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara, 1992.
15. J. K. Kaldellis, M. Kapsali, K. A. Kavadias, Temperature and wind speed impact on the efficiency of PV installations. Experience obtained from outdoor measurements in Greece, 2014.
16. sct.emu.edu.tr/courses/eet/elet319/userfiles/.../ch2.doc

KAYNAKLAR

17. R. Mayfield, The Highs and Lows of Photovoltaic System Calculations, Renewable Energy Consultants Electrical Construction and Maintenance, 2012.
18. M. Piliougine, J. Carretero, M. Sidrachde-Cardona, D. Montiel, P. Sánchez-Friera. "Comparative analysis of the dust losses in photovoltaic modules with different cover glasses", Proceedings of 23rd European Solar Energy Conference, 2008.
19. G. Wirth, G. T. Weigl, J. Weizenbeck, M. Zehner, M. Schroedter-Homscheidt, G. Becker. Mapping of snow cover periods for yield assessment and dimensioning of PV systems. "24. European Photovoltaic Solar Energy Conference. Hamburg, Germany, 2009.

TEŞEKKÜRLER

