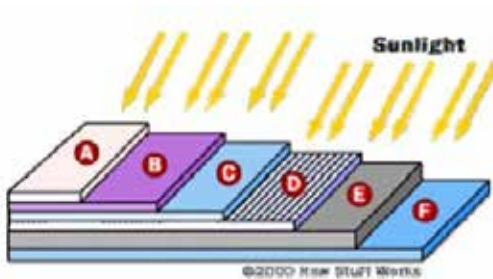


PV PANELLERİN YAPISI VE PANELLERDEN ELEKTRİK ÜRETİMİNE SICAKLIĞIN ETKİSİ

Taner ÇARKIT
tanercarkit.is@gmail.com

1. Giriş

Fotovoltaik yapı iki katmanlı silisyum yapıdan meydana gelmektedir. N tipi taban üzerinde ince bir P tipi malzeme (Şekil-1) bulunmaktadır. Işık bu iki malzemenin eklemine (junction) düştüğünde, N-tipi malzemenin P-tipine göre pozitif olduğu bir gerilim meydana gelir. Çıkış gerilimi, elemanın üzerine düşen ışık şiddetine bağlıdır. Çıkışa bir yük bağlandığında, bir akım akacaktır. Bu akımın şiddeti, eleman üzerine ve eleman yüzey alanına düşen ışık şiddetine bağlıdır. Bu hücreler (piller), seri ya da paralel bağlanarak elde edilecek akım ve gerilimin şiddeti artırılabilir. [2]



A- Koruma Camı
B- Anti-reflektif kaplama
C- Üst kontakt grid
D- n-tipi silisyum
E- p-tipi silisyum
F- Alt kontakt

Şekil 1: PV panellerin yapısı

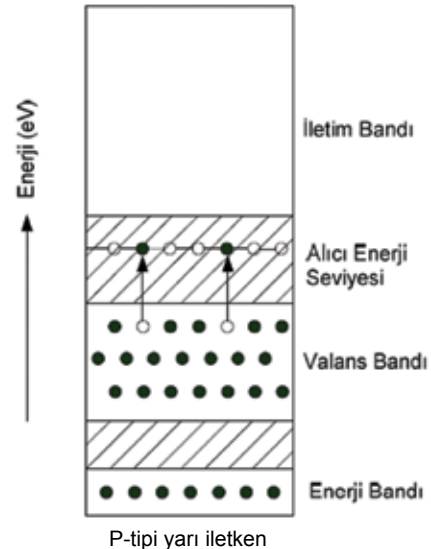
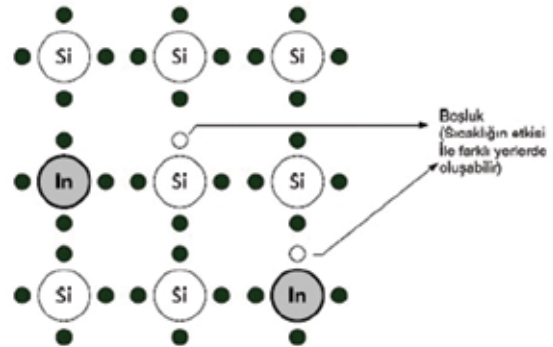
2. PV Panellerden Elektrik Üretimi, Panellerin Yapısı

Güneş paneli hücrelerinin üst tabakaları çatlamaların, kırılmaların ve enerji kaybının önlenmesi için yansımaya önleyici kaplama ve korumalardan oluşur. Bu katmanların altında ise N tipi ve P tipi yarı iletken maddeler bulunur. N ve P tipi maddeler yarı iletken maddelerin eriyik halindeyken istenilen maddeler ile kontrollü olarak katkılandırılması sonucu oluşurlar. Güneş pillerinde yarı iletken madde olarak çoğunlukla çok kristalli-polikristalin silisyum kullanılmaktadır.

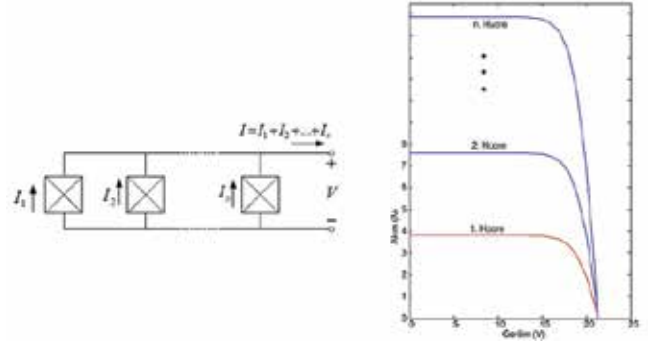
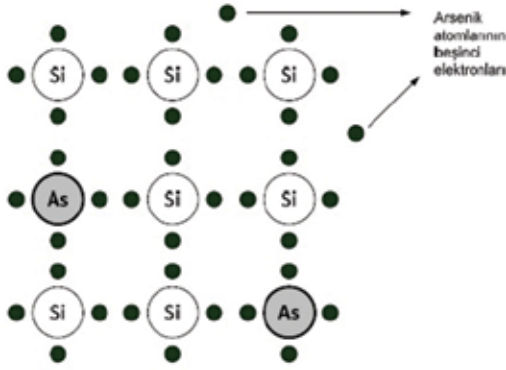
Yarı iletkenli elektronik devre elemanlarının yapısını da oluşturan Silisyum ve Germanyum elementleri devre elemanı üretiminde saf olarak kullanılmaz. Bu maddelere katkılar yapılarak Değerlik Bandı enerji seviyesi yukarıya veya İletkenlik Bandı enerji seviyesi aşağıya çekilir. Değerlik bandının yukarı çekildiği yarı iletkenlere P tipi yarı iletken denir. P tipi yarı iletken (Şekil-2) yüklü boşluk (hol) derişimi yüksektir.

İletkenlik bandının aşağıya çekildiği yarı iletkenlere N tipi yarı iletken (Şekil-3) denir. N tipi yarı iletken ise elektron (e-) derişimi yüksektir.

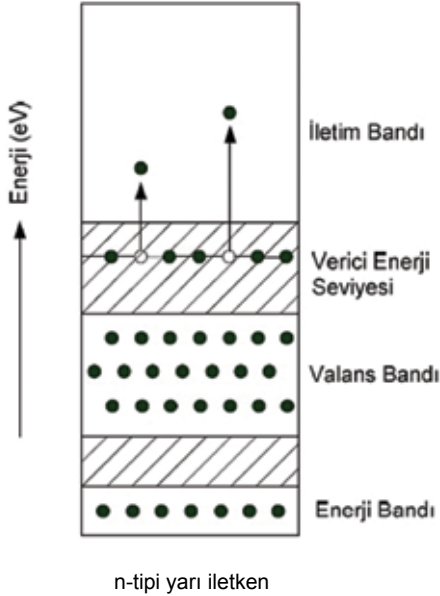
Güneş paneli üzerine düşen güneş ışığı fotovoltaik hücreler tarafından absorbe edilir. Radyasyon etkisiyle polarize olan katkı (üzerinde elektriksel boşluklar oluşmuş bor katkılı P tipi silisyum maddesi ve elektronların biriktiği fosfor katkılı N maddesi) Silisyum maddesi fotonların enerjisini alarak serbest hale gelen elektronlar nedeniyle bir enerji kaynağına dönüşür. P tipi maddeden ayrılarak N maddesinde birikmiş elektronlar, dış devre yoluyla, P tipi madde üzerinde oluşmuş olan hollere tekrar dönerler. Bu sabit ve tek yönlü akışla DC (direkt current) akım oluşur.



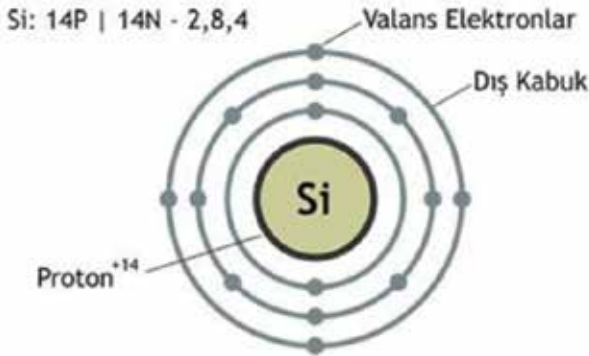
Şekil 2: P tipi yarı iletken



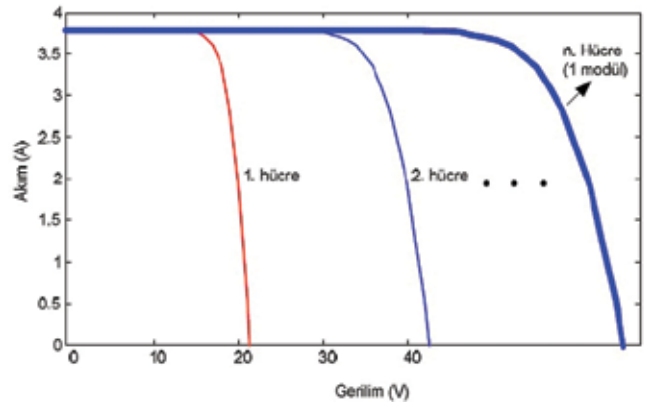
Şekil 5: Panellerin paralel bağlanması



n-tipi yarı iletken



Şekil 3: N tipi yarı iletken



Şekil 6: Panellerin seri-paralel bağlanması

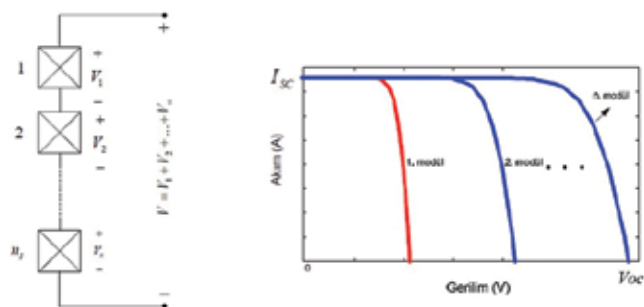
Çıkışa bir yük bağlandığında, bir akım akacaktır. Bu akımın şiddeti, eleman üzerine ve eleman yüzey alanına düşen ışık şiddetine bağlıdır. Bu hücreler (piller), seri ya da paralel bağlanarak (Şekil-4, 5, 6) elde edilecek akım ve gerilimin şiddeti artırılabilir.

3. Üretime Sıcaklığın Etkisi

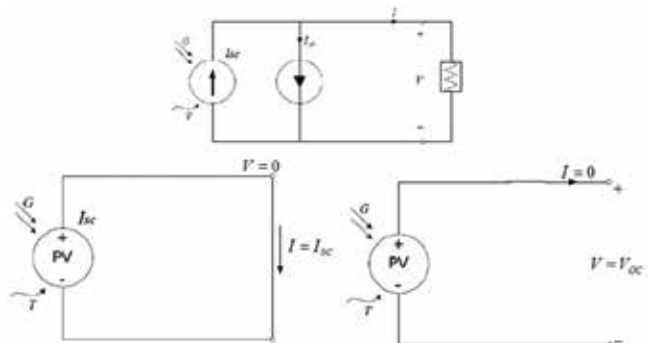
Gerçek bir PV hücresinde performans parametrelerini belirlemek amacı ile

- (i) Kısa devre akımı (I_{sc})
- (ii) Açık devre gerilimi (V_{oc})

testleri (Şekil-7) yapılır.



Şekil 4: Panellerin seri bağlanması



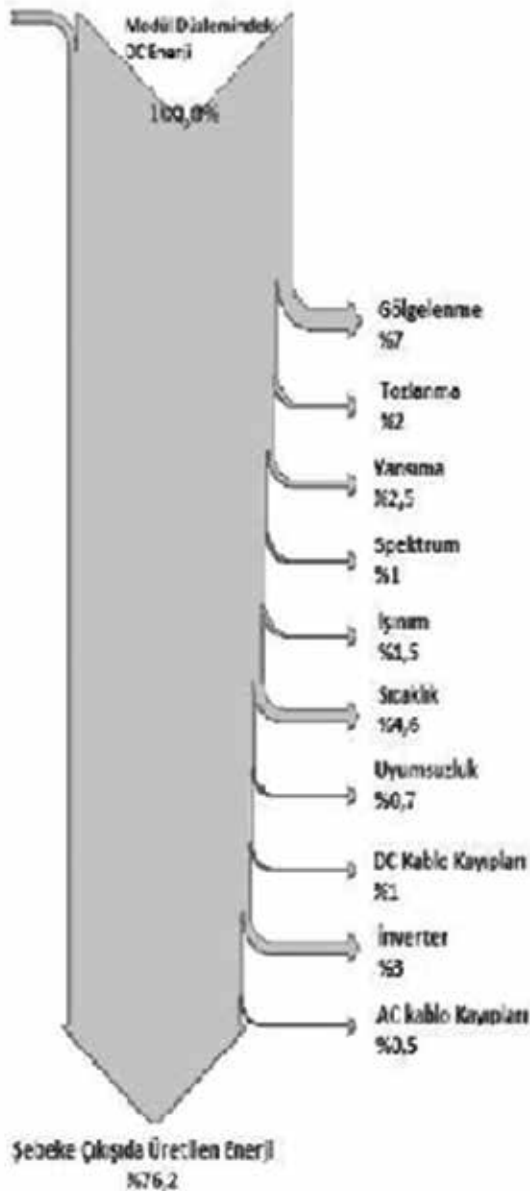
Şekil 7: Bir PV hücresinin basit elektriksel eşdeğer modeli

PV modül güç çıkışı ile modül sıcaklığı arasında ters orantı vardır. Yani modül sıcaklığı yükseldikçe PV modülden alınan güç azalır. Sıcaktan kaynaklanan kayıplar, direkt olarak hücre sıcaklığı ile doğru orantılıdır. Eğer ortam sıcaklığı yükselirse, hücre sıcaklığı da yükselir, bu da üretilen enerjinin azalmasına neden olur (Sıcaklığın artması ile PV hücrenin kısa devre akımı artarken açık devre gerilimi azalır).

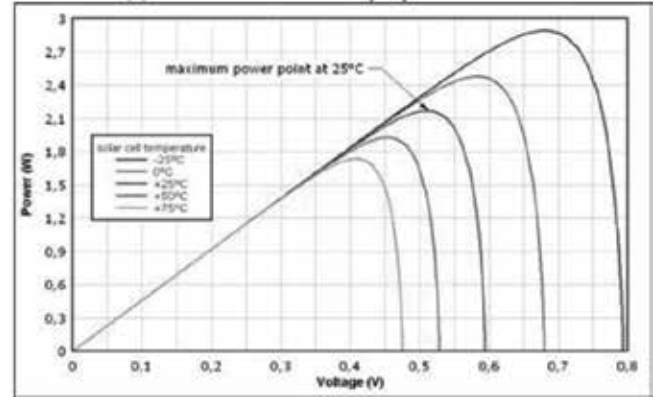
I_o ve V_o sırası ile referans sıcaklıktaki akım ve gerilim olsun. α ve β ise akım ve gerilimin sıcaklık katsayıları olsun. Eğer işletme sıcaklığı ΔT kadar artar ise yeni akım ve gerim aşağıdaki gibi olur.

$$I = I_o \times (1 + \alpha \times \Delta T)$$

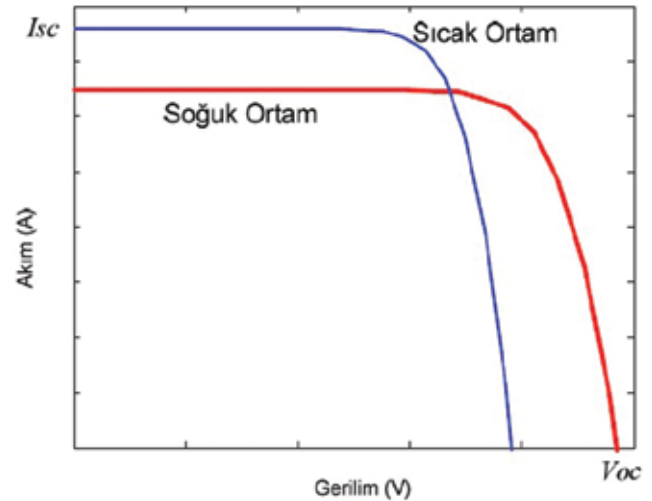
$$V = V_o \times (1 - \beta \times \Delta T)$$



Şekil 8: PV panellerde oluşan kayıplar



Şekil 9: Bir solar hücre için sabit ışınım ve farklı sıcaklıklardaki güç çıkışları



Şekil 10: Isc and Voc's Exchange that according to the ambient temperature

Buna göre sıcaklığa bağlı PV hücre parametreleri (Şekil-11, 12, 13, 14) aşağıdaki gibi yazılabilir;

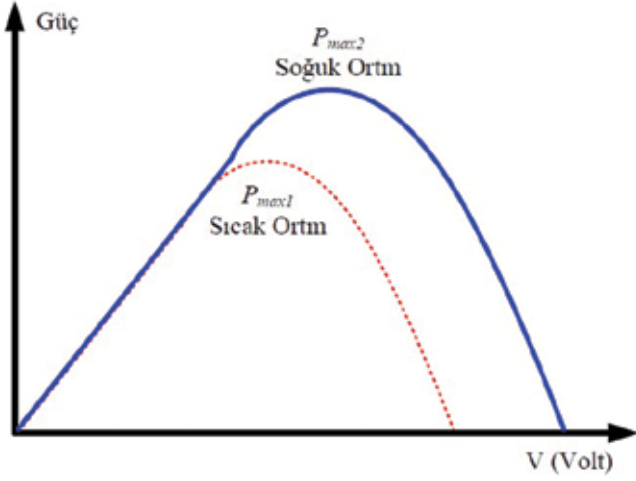
$$P = I \times V = [I_o \times (1 + \alpha \times \Delta T)] \times [V_o \times (1 - \beta \times \Delta T)]$$

$$I_{SC}(T) = I_{SC} \times [1 + \alpha_{I_{SC}} \times (T_{hücre} - 25)]$$

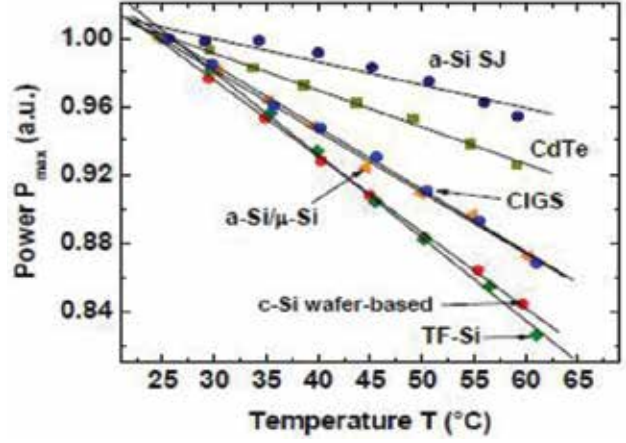
$$I_{mp}(T) = I_{mp} \times [1 + \alpha_{I_{mp}} \times (T_{hücre} - 25)]$$

$$V_{OC}(T) = V_{OC} \times [1 - \beta_{V_{OC}} \times (T_{hücre} - 25)]$$

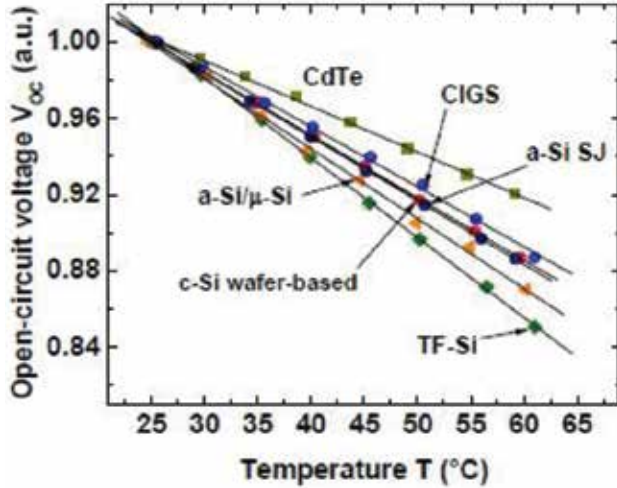
$$V_{mp}(T) = V_{mp} \times [1 - \beta_{V_{mp}} \times (T_{hücre} - 25)]$$



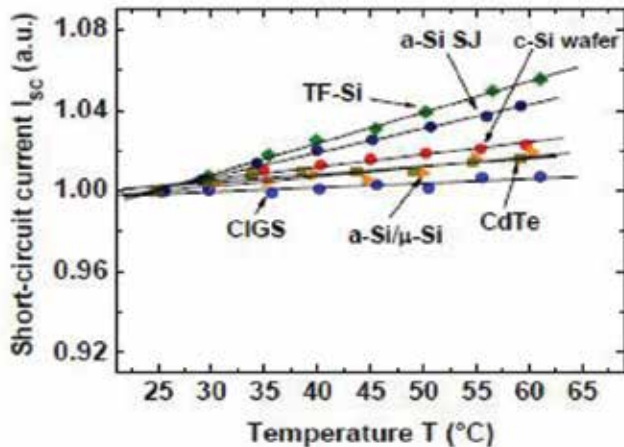
Şekil 11: Sıcaklığa göre W ve V tepe değerleri



Şekil 14: PV panellerde sıcaklığın güce etkisi



Şekil 12: PV panellerde sıcaklığın voltaja etkisi



Şekil 13: PV panellerde sıcaklığın akıma etkisi

4. Sonuç

Herhangi bir T sıcaklığı için $P_{mp}(T)$ hesaplanmak istenirse;

$$P_{mp}(T) = V_{mp}(T) \times I_{mp}(T)$$

Hücre sıcaklığı sadece ortam sıcaklığından dolayı değil aynı zamanda güneş radyasyonunun değişimi ile değişir. PV hücreye gelen radyasyonun elektrige dönüşmeyen kısmı ısı olarak hücrede açığa çıktığından dolayı "Nominal hücre çalışma sıcaklığı" T_{nom} ile tanımlanır. T_{nom} , ortam sıcaklığı 20°C , güneş yoğunluğu $0,8 \text{ kW/m}^2$ ve rüzgar hızı 1 m/s için tanımlanır. Farklı ortam sıcaklıkları için hücre sıcaklığı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$T_{hücre} = T_{ortam} + (T_{nom} - 20) \times G / 0,8$$

Burada:

$T_{hücre}$ = Hücre Sıcaklığı ($^\circ\text{C}$)

T_{ortam} = Ortam Sıcaklığı ($^\circ\text{C}$)

G = Güneş radyasyonu (kW/m^2)

Referanslar

- [1] A. Q. Jakhrani et al., Comparison of Solar Photovoltaic Module Temperature Models, World Applied Sciences Journal 14, 01-08, 2011.
- [2] E. Arıkan, Mono Kristal Fotovoltaik Modüllerin Sıcaklık Katsayılarına Genel Bakış, s: 1-10
- [3] T. Nordmann, L.Clavadetscher, TNS Consultion
- [4] Virtuani, et al., Overview Of Temperature Coefficients Of Different Thin Film Photovoltaic Technologies.
- [5] E. Deniz, Güneş Enerjisi Santrallerinde Kayıplar, Akademi Enerji, s: 1-3
- [6] H.Esen, A. Kapıcıoğlu, BEU Journal of Science 4(2), 198-204, 2015
- [7] İ. H. Altaş, Energy Electricity Electromechanical- 3e (46), 86-91, Mart 1998