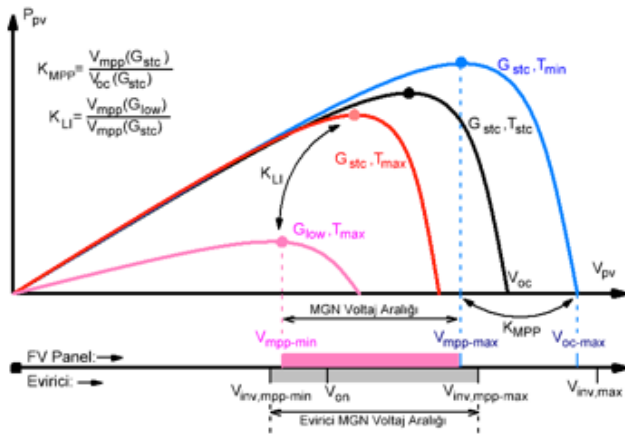


Fotovoltaik Güç Sistemlerinde Verimliliği Etkileyen Parametreler-II

Doç. Dr. Mutlu Boztepe
mutlu.boztepe@ege.edu.tr

3. SİSTEM VERİMLİLİĞİ

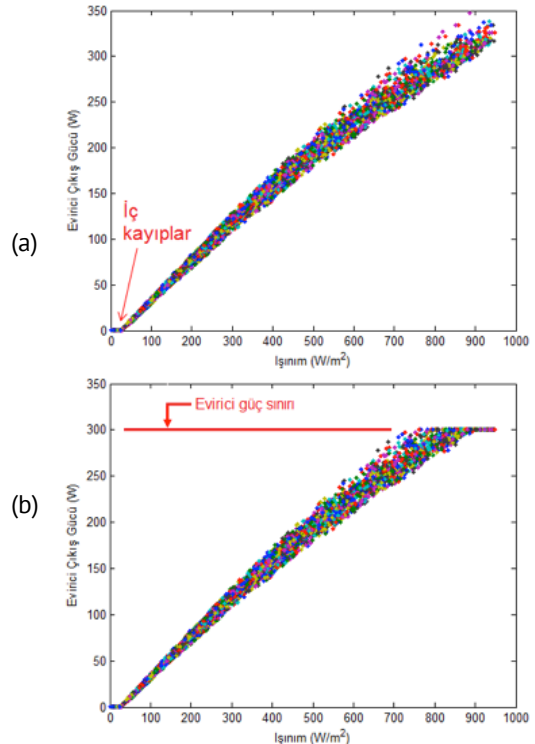
Fotovoltaik güç sistemlerinde panel ve eviricinin uyumu performans oranını yüksek tutmak için oldukça önemlidir. Bu uyum simülasyon programlarından alınan detaylı raporlarla sağlanabileceği gibi FV panel sıcaklık katsayıları yardımıyla da hesaplanabilir. Örneğin açık devre geriliminin (V_{oc}) sıcaklığa bağımlılık katsayısı $\mu V_{oc}=0.0038 / ^\circ C$ olan bir FV panelde hücre sıcaklığı $T_c=-10^\circ C$ için hesap yapılırsa, V_{oc-max} gerilimi Standart Test Koşulları (STC) değerinden yaklaşık olarak %14 fazla olacaktır. Benzer şekilde $T_c=60^\circ C$ için V_{oc-min} gerilimi de katalog değerinden %14 düşük olacaktır. Bu V_{oc-min} ve V_{oc-max} gerilimleri $K_{MPP}=V_{mpp}/V_{oc}$ oranıyla çarpılarak MGN geriliminin (V_m) STC koşullarındaki en büyük ve en küçük değerleri de bulunabilir [14]. K_{MPP} oranı katalog bilgilerinden kolayca elde edilebilir ve bütün çalışma koşulları için yaklaşık sabit olduğu kabul edilmiştir. Diğer yandan ışınım şiddeti de FV panel gerilimini etkilemektedir. En düşük ışınım olarak $100 W/m^2$ alınırsa STC koşullarına göre MGN gerilimi yaklaşık $K_{LI}\approx 0,88$ oranında azalmaktadır [14]. Böylece FV panelin maksimum V_{oc} gerilimi ve MGN gerilim aralığı Şekil 15'te gösterildiği gibi elde edilir. Aynı şekil üzerinde eviricinin gerilimleri de bulunmaktadır. Görüldüğü üzere eviricinin MGN voltaj aralığı, FV panelin MGN voltaj aralığını kapsamaktadır. Eğer aksi olursa MGN izleme her koşulda gerçekleşemez ve güç kaybı yaşanır. Diğer yandan eviricinin maksimum dc giriş gerilimi ($V_{inv,max}$) kesinlikle aşılmamalıdır, aksi takdirde evirici arızalanır.



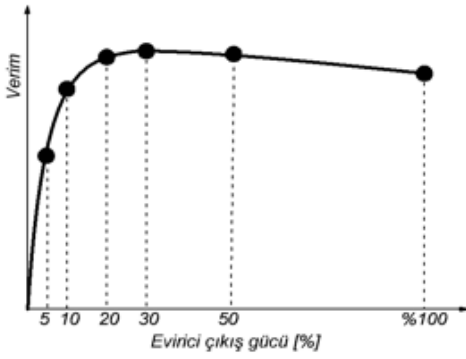
Şekil 15: FV panel ve evirici çalışma gerilimleri

Evirici gücü seçilirken FV panellerin üretebileceği maksimum güç hesaplanmalı ve evirici bu güce eşit veya daha büyük olacak şekilde seçilmelidir. Örneğin Şekil-16(a)'da bir yıllık ışınım-çıkış gücü grafiği verilen FV sistem için 350W gücünde bir evirici yeterli olacaktır. Eğer evirici gücü 300W gibi düşük seviyede olursa Şekil-16(b)'de gösterildiği gibi güç sınırlaması olur ve performans düşer. Bu grafikler benzetim programları tarafından raporlanmaktadır ve bu grafiklere bakarak evirici gücünün uygunluğuna kolayca karar verilebilir.

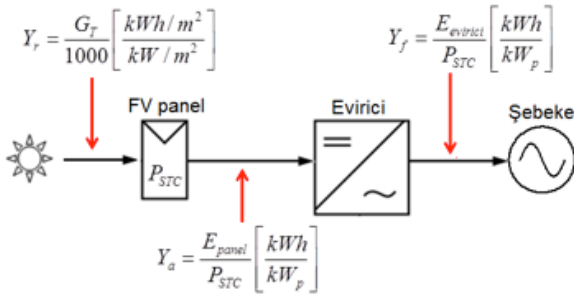
Verimliliği doğrudan etkileyen bir diğer konu da eviricinin DC-AC dönüşüm verimidir. Bilindiği üzere FV sistemler her zaman maksimum güçte çalışmazlar. Güneş ışınımının şiddetine bağlı olarak gün boyunca gücü değişkendir. Bu nedenle evirici seçiminde sadece nominal güçteki verim değerini dikkate almak hatalı bir yaklaşım olacaktır. Bu yüzden Şekil 17'deki temsili verim eğrisi üzerinde gösterilen güçlerde verimin ağırlıklı ortalaması, bir başka deyişle "Avrupa Verimi, η_{EU} " tanımlanmıştır. η_{50} terimi %50 güçte evirici verimini göstermek üzere, Avrupa verimi aşağıdaki formülle hesaplanır.



Şekil 16: Yıllık ışınım-çıkış gücü grafiği



Şekil 17: Avrupa verimi



Şekil-18: Performans oranı tanımlamaları

$$\eta_{EU} = 0.03\eta_{\%5} + 0.06\eta_{\%10} + 0.13\eta_{\%20} + 0.10\eta_{\%30} + 0.48\eta_{\%50} + 0.20\eta_{\%100} \quad (7)$$

Dolayısıyla evirici seçiminde Avrupa verimi yüksek olanın seçilmesi performansı yükseltecektir.

Evirici çıkışı AC kablo kesitini seçerken de gerilim düşümü ve akım taşıma kapasitesinin yanında omik kayıpların da dikkate alınması performansı daha da yükseltmek açısından uygun olacaktır.

4. PERFORMANS ORANI

Performans oranı bir verim katsayısı değildir. Kurulu güçten ve ışınım şiddetinden arındırılmış bir başarımlı katsayısıdır. Böylece Dünya'nın çeşitli yerlerinde kurulu bulunan şebekeye bağlı FV güç sistemlerinin birbirleriyle karşılaştırılması mümkün hale gelmektedir. Şekil-18'de görüldüğü gibi sisteme giren güneş ışınımı (Y_r) 1000 W/m²'ye normalize edilmekte ve sistemin ürettiği enerji (Y_f) ise kurulu güce oranlanmaktadır. Buna göre Performans oranı (PR) sistemin ürettiği enerjinin (Y_f) sisteme giren referans enerjiye (Y_r) oranı olarak tanımlanmaktadır

$$PR = \frac{Y_f}{Y_r} \quad (8)$$

Y_r 'den FV panelin ürettiği enerji olan Y_a çıkarılırsa panel kayıpları (capture loss) ($Y_r - Y_a$) olarak elde edilir; bunlara dc kablolama, MGN izleme verimi, uyumsuzluk kayıpları, toz ve kir kayıpları vb. dahildir. Benzer şekilde ($Y_a - Y_f$) ise sistem kayıplarını (system loss) temsil etmektedir. Benzetim prog-

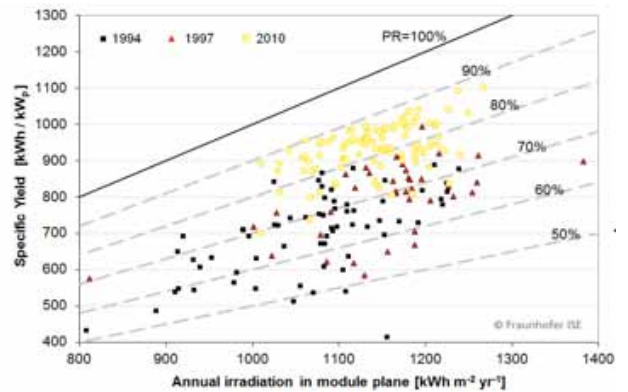
ramları bu iki kaybı da tablolar halinde her ay için rapor etmektedir ve performans düşüklüğü var ise bunun panel-lerden mi yoksa eviriciden mi kaynaklandığı bu bilgilerden tespit edilebilir.

Şekil-19'da Almanya'da kurulu olan FV sistemlerin performans oranları yıllara göre gruplandırılarak gösterilmektedir [4]. Görüldüğü üzere 1990'larda %70 civarında olan PR değerleri 2010'larda %80-90 bandına yükselmiştir. Bunda evirici ve panel verimlerinin artmasının etkili olduğu söylenebilir. Öyleyse bugün kurulacak bir FV sistemde performans oranının >%85 olması hedeflenmelidir. Bir FV sistemde PR'nin sürekli ölçülmesi tavsiye edilir. Eğer düşük çıkarsa kaybı fazla olan bir elemana, arızalı bir elemana ya da elemanların uyumsuzluğuna işaretler ve mutlaka ciddiye alınmalıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada bir FV güç sistemin verimini etkileyen parametreler irdelenmiş ve performansı yüksek tutmak için gerekli önlemler tartışılmıştır. Buna göre FV panellerini ışınım kazancı maksimum olacak şekilde yerleştirmek, gölgelemeden mutlak surette kaçınmak ve panel-evirici uyumuna dikkat etmek önemlidir. Bunların dışında yüksek verimli FV panel ve evirici kullanmak gereklidir.

Görüldüğü üzere güneş santrallerinde üretilecek enerjinin hesabı pek çok parametreye bağlıdır ve mutlaka bir benzetim yapılarak tasarımın doğrulanması uygun bir yaklaşımdır. FV sistemler karmaşık mühendislik sistemleridir ve bu makalede belirtilen bütün hesaplamalar benzetim programı tarafından daha hassas matematiksel modellerle ve bir yıl boyunca her saat için yapıldığından gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edilebilmektedir.



Şekil-19: FV sistemlerin PR değerleri [4]