

Fotovoltaj Güneş Pilleri : Uygulama Örnekleri

Doç. Dr. İsmail H. ALTAŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
61080 Trabzon

FAX : (462) 325 7405
E-POSTA : altas@eedec.ktu.edu.tr
INTERNET : <http://eedec.ktu.edu.tr/~altas>

ÖZET : Fotovoltaj (FV) güneş pillerinden oluşan paneller yük sistemine ya doğrudan doğruya, ya da şebeke üzerinden güç aktarırlar. FV güneş panelleri hemen yakınlarındaki yükleri besleyebilecekleri gibi, şebekenin diğer kısımlarına da destek olabilirler. Gerek şebeke üzerinden gerekse doğrudan yüke bağlanan FV güneş panelleri bir ara sistem gerektirirler. Şebekeye bağlanan FV paneller şebeke ile senkronize olmak zorundadır. Bu durumda ara bağlantı sisteminde gerilim ve frekans denetimi yapılabilen eviriciler kullanmak gerekir. Doğrudan yüke bağlanan FV panellerde de yüke uygulanan gerilim ve gücü ayarlayabilmek için ara bağlantı birimleri gerekir. Bu ara bağlantı birimleri evirici ve doğrultucu olabilir. Ara bağlantı birimleri aynı zamanda FV güneş panelin çıkış gücünü sürekli olarak maksimum değerinde tutabilmek için de gereklidir. Burada, FV panellerin doğrudan ya da ara bağlantı birimleri üzerinden yüke ya da şebekeye bağlanmaları incelenmekte ve sürekli müknaatıslı bir doğru akım (SMDA) motorunun vantilasyon ve pompalama amacıyla kullanılması halinde FV panelden alınan gücün değişik ortam koşulları altında maksimum çıkış değerinde nasıl tutulduğu anlatılmaktadır.

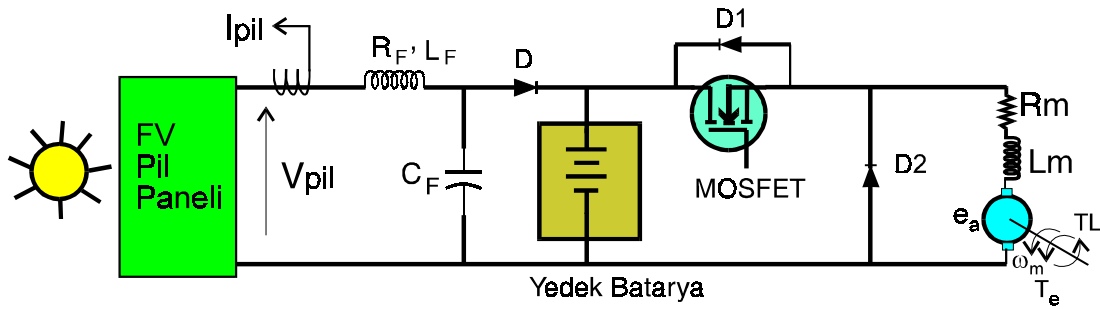
1. Giriş

Klasik enerji kaynaklarının sınırlı olmaları ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi ve kullanım alanları gün geçtikçe artmaktadır. Bu yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olan güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştürebildikleri için güneş pilleri de oldukça önemli hale gelmiştir. Güneş pilleri yada diğer bir adıyla fotovoltaj (FV) pilleri algıladıkları ışığa bağlı olan I-V, dolayısıyla P-V karakteristikleri ile temsil edilirler. Bu pillerin seri/paralel bağlanmalarıyla meydana gelen fotovoltaj panellerinin I-V ve P-V karakteristikleri de ışığa ve çalışma sıcaklıklarına bağlı olarak değişir. Bunun için de panelin değişen ışık seviyesi ve çalışma sıcaklıklarına karşılık düşen maksimum gücünün belirlenmesi, çalışma gücünün bu maksimum güç seviyesinde tutulması gerekir.

Denetleyiciler kullanılarak panelin maksimum çıkış gücü izlenip, panel bu güçte çalıştırılabilir. Ancak izlenebilmeleri için, bu maksimum güç noktalarının değişik ışık seviyeleri ve sıcaklıklara karşılık düşen değerlerinin bilinmesi gerekir. Bu maksimum güç noktalarının belirlenmesi, ya daha önceden ya da o anda denetim sırasında yapılabilir. FV panellerin maksimum çıkış güçlerinde (maksimum güç noktasında - MGN) çalıştırılabilmelerine yönelik bir makale daha önce burada yayınlanmıştı [1]. Bu nedenle MGN da çalışma konusuna burada daha fazla değinilmeyecektir. Bu makalenin asıl amacı, FV güneş panellerinin uygulamalarını tanıtmak, örnekler vermek, ve bir uygulamayı da simülasyon ile incelemektir. 1987 de yapılmış bir literatür taraması [2] dahi, FV güneş enerjisinin uygulanması konusunda bize yeterince bilgi verebilmektedir. Bu literature taramasının yapıldığı tarihten buyana FV güneş enerjisi aslında oldukça fazla yol almıştır.

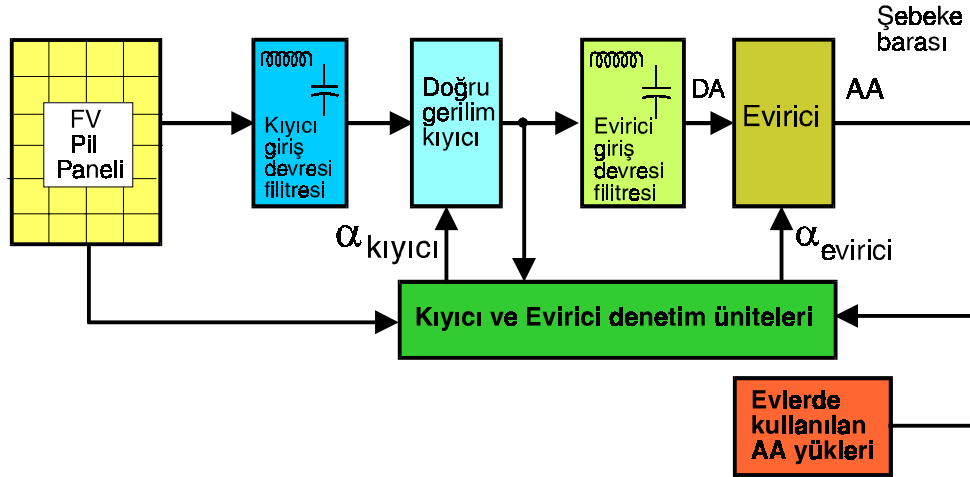
2.3.6. FV Güneş Pili Uygulamaları

Daha önce de belirtildiği gibi, FV güneş pillerinden elde edilen elektrik enerjisi, doğrudan doğruya ya da ara bağlantı birimleri üzerinden yük elemanlarına aktarılabilir. Bu konularla ilgili olarak yapılmış bazı çalışmalara ilişkin sistemlerin prensip şemaları bu kısımda kısaca tanıtılacaktır.



Şekil 1. Su pompası gibi yükleri süren bir FV pil paneli uygulaması.

Bu uygulama şemalarından ilki, Şekil 1 de verilmektedir [3]. Görüleceği gibi bu uygulamada, FV pil paneli bir sürekli mıknatıslı doğru akım motorunu beslemektedir. Panelden elde edilen elektrik enerjisi bir doğru gerilim kıyıcısı üzerinden yük olarak kullanılan su pompalama motoruna aktarılmaktadır. Kıyıcının denetlenmesiyle FV pil panelinden motora akan elektrik gücü ayarlanabilir. Işık seviyesinin yetersiz olduğu zamanlarda gerekli enerji yedek bataryalardan temin edilebilir. Panelin ürettiği güç yükün ihtiyaç duyduğu değer üzerindeyken, bu fazlalık güç kullanılarak yedek bataryalar şarj edilir (doldurulabilir). Kıyıcı girişinde filtre kullanılarak, FV pil panelinden çekilen akım ve gerilimdeki ani değişimler yumuşatılabilir. Bu sistemde de böyle bir filtre devresi kullanılmaktadır.

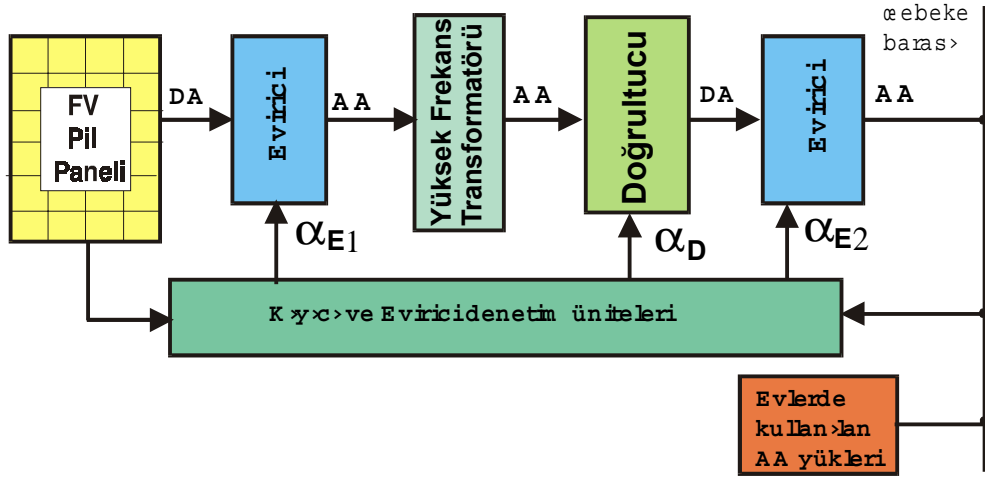


Şekil 2. AA şebekesine güç aktaran bir FV pil paneli.

Şebekeye bağlı FV enerji sistemlerinde ise, yukarıda verilen sisteme ek olarak eviriciler kullanılır. FV pil panelinin çıkış gerilimi doğru gerilim olduğundan, alternatif akım (AA) şebekesine bağlanabilmesi için eviricilerle AA a dönüştürülmesi gerekir. Böyle bir sistem, Şekil 2 de verilmektedir.

Bu sistemde FV panelin çıkış gerilimi doğru gerilim kıyıcısı tarafından kıyıldıktan sonra evirici tarafından AA' a dönüştürülmektedir. Kıyıcı kullanılmadan sadece evirici üzerinden de güç aktarımı yapılabilir. Ancak kıyıcının kullanılması ile evirici girişindeki doğru gerilimin seviyesi ayarlanabilir. Evirici çıkışındaki değişken gerilimin genliği girişindeki doğru gerilimin genliğine bağlı olduğu için bu ayarlama işlemi aynı zamanda evirici çıkış geriliminin de ayarlanması anlamına gelmektedir. Eviricinin ayrıca denetlenmesiyle de elde edilen alternatif gerilimin frekansı şebeke frekansına ayarlanır. Sistemin kararlı bir şekilde çalışması için bu denetim işleminin gerçekleştirilmesi gerekir. Kıyıcı ve evirici girişlerinde filtre devreleri kullanılarak anahtarlama işlemiyle ortaya çıkan gerilim ve akım dalgalanmaları, dolayısıyla da istenmeyen harmonik etkiler azaltılır. Burada kullanılan eviricinin çıkışı bir veya üç fazlı olabilir. Faz sayısı, sistemin bağlanacağı AA şebekesinin faz sayısına göre seçilen bir ya da üç fazlı evirici kullanılarak ayarlanır. Bu sistem şebeke yerine doğrudan doğruya bir evin girişine de bağlanabilir. Tabii bu durumda çıkış gerilimi 50 Hz lik frekansa sahip 220 V olmalıdır.

Burada prensip çalışma diyagramı verilen şebeke bağlantılı FV güneş paneli elbette ki uygulanabilir tek sistem değildir. Bu tür sistemlerde oluşacak harmonikleri azaltmak, sistem akım ve gerilimindeki değişimlerin etkilerini minimuma indirmek için bir çok proje uygulanmaya konmuştur. Örneğin panel çıkışında evirici-yüksek frekans transformatörü-doğrultucu-evirici ara bağlantı birimi bulunan bir sistem Şekil 3 de verilmektedir.

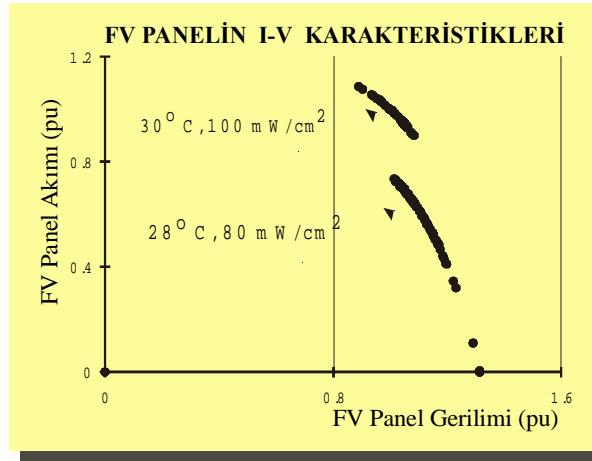


Şekil 3. AA şebekesine yüksek frekans transformatörü üzerinden güç aktaran bir FV pil paneli.

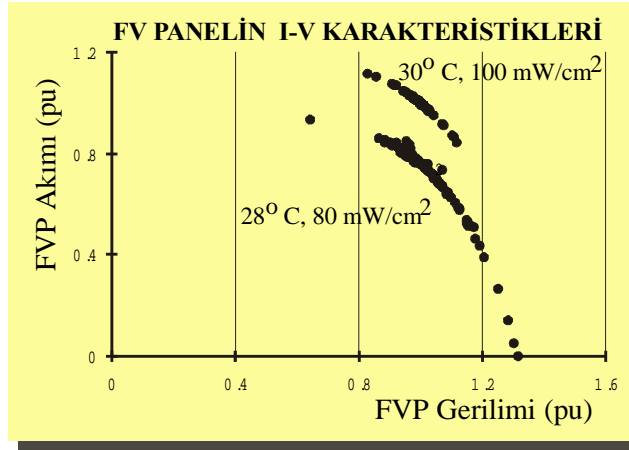
Şekil 3 de verilen sistemde FV pil panelinde üretilen DA bir evirici ile AA'a dönüştürülmekte, daha sonra bu AA yalıtım amacıyla kullanılan bir yüksek frekans transformatörü üzerinden bir doğrultucuya aktarılmaktadır. Daha sonra da bu DA tekrar bir evirici ile AA'a çevrilmektedir. AA şebekesi ve FV pil panelinden gelen verilere göre evirici ve doğrultucu tetikleme açıları denetleyiciler tarafından belirlenerek sistemin istenilen koşullarda çalışması sağlanır. Böyle bir sistemin uygulaması Kaynak [4]de verilmektedir. Kaynak [5] de bu uygulamaya yönelik tasarım ve simülasyon çalışmaları ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

3. Bir Uygulama Örneğinin İncelenmesi

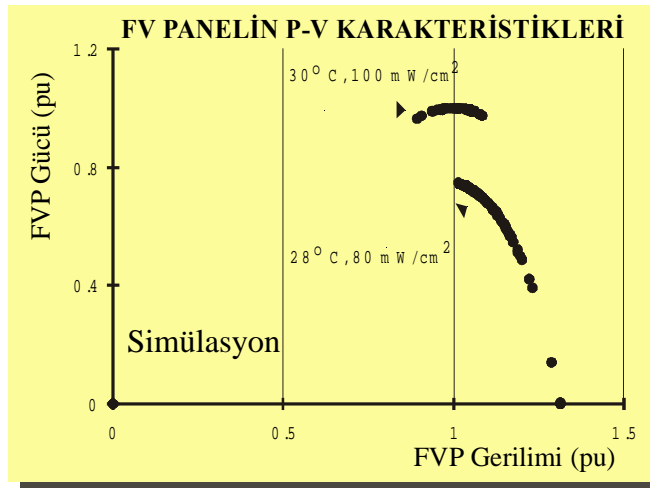
Şekil 1 de şeması verilen FV pil panelinin deneysel olarak kurulup işletilmesi ile elde edilen sonuçlar ile aynı sistemin bilgisayar ortamında gerçekleştirilen simülasyonuna ilişkin bazı sonuçlar bu ayıttta verilmektedir. Bu sistem Fan yükü olarak kullanılan bir sürekli mıknatıslı doğru akım motorunun, bir doğru gerilim kısıyıcısı üzerinden beslendiği bir sistem olup, VF pil panelinden maksimum çıkış gücünü alabilecek şekilde motora uygulanan gerilim kontrol edilmektedir. Bu sistemde hem oransal + integral (PI) denetleyici, hem de bulanık mantık tabanlı denetleyici uygulanmıştır. Her iki denetleyici ile de uygun sonuçlar elde edilmiştir. Verilen sonuç şekillerinden de anlaşılacağı gibi, Sistem çalışmaya başlarken güneş radyasyonu ve sıcaklık seviyeleri sırasıyla 80 mW/cm² ve 28°C dir. Denetleyiciler önce FV güneş pili panelinin bu ortam koşullarında maksimum çıkış gücünü verecek şekilde çalışmasını sağlamakta, daha sonra güneş radyasyonu ve sıcaklık seviyeleri sırasıyla 100 mW/cm² ve 30°C değerlerine yükselince FV pil panelinin çıkış gücünü bu yeni koşullar için maksimum değerinde tutmaktadır.



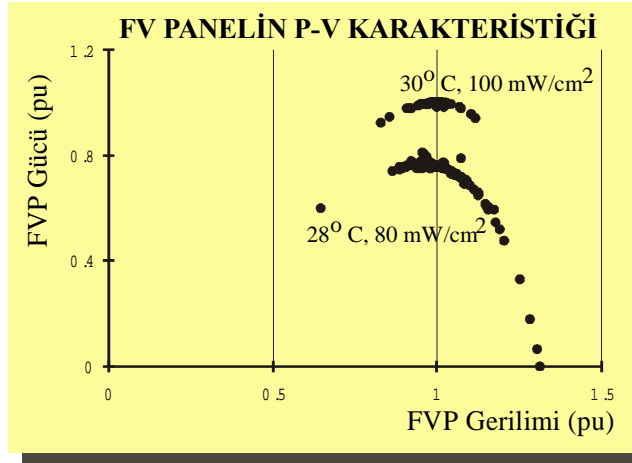
Şekil 4. Farklı ortam koşulları için başlangıç ve sürekli çalışma durumlarında FV panelin simülasyonla elde edilen akım-grilim (I-V) karakteristikleri.



Şekil 5. Farklı ortam koşulları için başlangıç ve sürekli çalışma durumlarında FV panelin deneysel olarak elde edilen akım-grilim (I-V) karakteristikleri.



Şekil 6. Farklı ortam koşulları için başlangıç ve sürekli çalışma durumlarında FV panelin simülasyonla elde edilen güç-grilim (P-V) karakteristikleri.



Şekil 6. Farklı ortam koşulları için başlangıç ve sürekli çalışma durumlarında FV panelin deneysel olarak elde edilen güç-grilim (P-V) karakteristikleri.

Kaynaklar

- [1]. İ. H. Altaş, "Fotovoltaaj Güneş Pillerinin Maksimum Çıkış Gücünde İşletilmeleri", 3e- Aylık Enerji, Elektrik, Elektromekanik Dergisi, Sayı 54, Kasım 1998 Sayısı, Sayfalar 76-83.
- [2]. R.S. Sugimura and J.M. Wood, "Utility Application of photovoltaic Power Generation: A survey of recent literature", IEEE Trans. Vol. EC-2, No. 4, December,1987, pp.563-569.
- [3]. İ. H. Altaş "A Simplified Dynamic Model for the Control of PV Array-PMDC Motor Scheme", International Conference on Electrical Machines- ICEM'98, 2-4 September 1998, ISTANBUL TURKEY,, pp.1190-1195.
- [4]. P. Savary, M. Nakaoka, and T. Maruhashi, "Novel Type of High-Frequency Link Inverter For Photovoltaic Residential Applications", IEE Proceedings, Vol. 133, Pt. B, No. 4, July 1986, pp. 279-284.
- [5]. R. M. Hilloowala, "Control and Interface of Renewable Energy Systems", Ph.D. Thesis, The University of New Brunswick, Department of Electrical Engineering, Fredericton, NB, Canada, 1992.