

GÜNEŞ PİLLERİYLE ÇALIŞAN (PV) SU POMPALARI

Abdulvahap YİĞİT*

ÖZET

Güneş pilleri, üretimindeki gelişmelere bağlı olarak, fiyatların daha uygun hale gelmesiyle, az miktarda enerji gerektiren yerlerde uygulama alanı bulmuştur. Özellikle kırsal bölgelerde, aydınlanma, su pompalama ve soğutma için güneş pillerinin ekonomikliği dizel ve elektrikle karşılaştırılabilecek mertebededir. Su pompalamada ise dizel yakıtlı motorların yerine kullanılması daha avantajlıdır.

Bu çalışmada, su pompalamada güneş enerjisinin direkt kullanımı üzerinde durulmuş ve su pompalamada kullanılan güneş pillerinin ekonomik analizi yapılmıştır.

ABSTRACT

Solar Photovoltaic (PV) Water Pumping

The recent introduction of mass-produced photovoltaic cells at reasonable prices has opened up a number of markets where small amounts of energy are required. Applications concerning lighting, refrigeration, and water pumping, usually in remote areas, are proving attractive and cost competitive with existing technologies. In rural areas where maintenance of fossil-fuel-powered motors is time consuming and subject to shortages of supply, there are significant merits in going to solar-powered sources of energy.

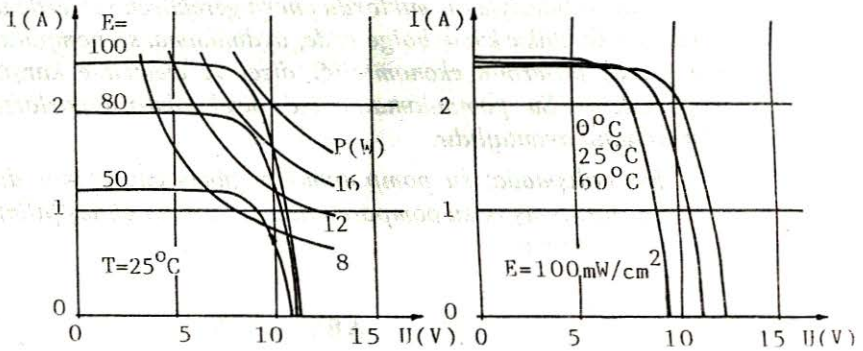
* Yard. Doç. Dr.; U.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makina Bölümü.

The present work is concerned with the direct use of solar energy in water pumping and is described economics of photovoltaic-cell-powered water pumping.

1. GİRİŞ

Güneş pilleri; güneş ışınımını direkt olarak elektrik enerjisine çeviren yarı iletken elemanlardır. Bu elemanların kullanılması 1950 yılındaki elektronik devrimden sonradır. Başlangıçta, çok pahalı olduğu için sadece uzay araçlarında kullanılan güneş pilleri, 1960 yılından sonra üretim teknolojisindeki gelişmeye bağlı olarak maliyeti azalmış ve demiryolu sinyalleri, şehir kulüpleri, TV istasyonları ve deniz fenerleri gibi birçok yerde kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde 15'in üzerinde güneş pili üreten firma bulunmaktadır. Fotovoltaik (PV) ismi verilen güneş pili uygulamalarının en önemlilerinden birisi de su pompalarında görülmektedir.

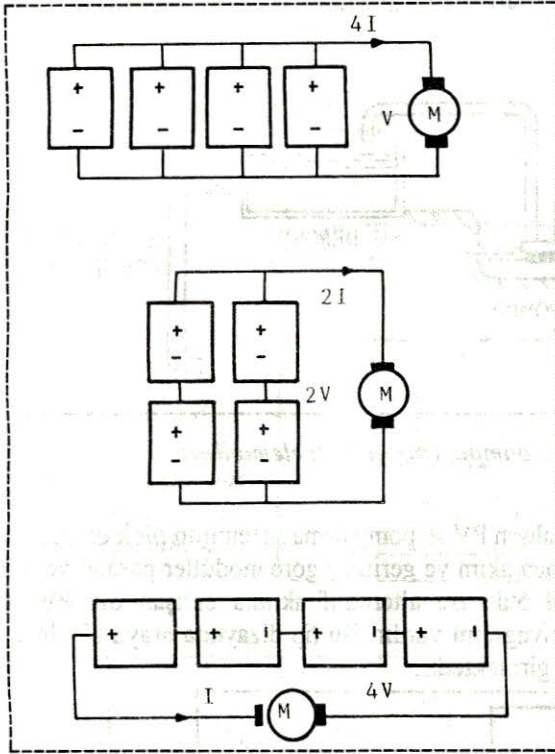
Günümüzde, yaygın olarak kullanılan güneş pilleri monokristal silikon olmakla birlikte, gelecekte amorf silikon ve polykristal silikon pillerin bunların yerini alacağı tahmin edilmektedir¹. Silikonlara alternatif yarı iletkenler ise cadmium sulphide ve gallium arsenide düşünülmektedir.



Şekil: 1. Güneş pillerinde akım-gerilim değişimi

Güneş pilleri, gerekli akım ve gerilimi sağlamak üzere, paralel veya seri olarak bağlanır. Çok sayıda güneş pillerinden meydana gelen modüller pratikte kullanılmaktadır. Tipik bir güneş pili modülünün boyutları $1\text{m} \times 0,3\text{m} \times 50\text{mm}$ ve 36 adet güneş pilinden oluşmaktadır. Bir modülün akım-gerilim karakteristikleri Şekil 1'de görülmektedir². Güneş modülünün yüzeyine düşen ışınımına bağlı olarak akım artmakta, farklı ışınımlarda gerilimin akımla değişimi benzerlik göstermektedir. Modül sıcaklığı arttıkça elde edilen gerilim azalmakta, buna karşılık akımda biraz artma görülmektedir. Şekil 2'den ise modüllerin seri ve/veya

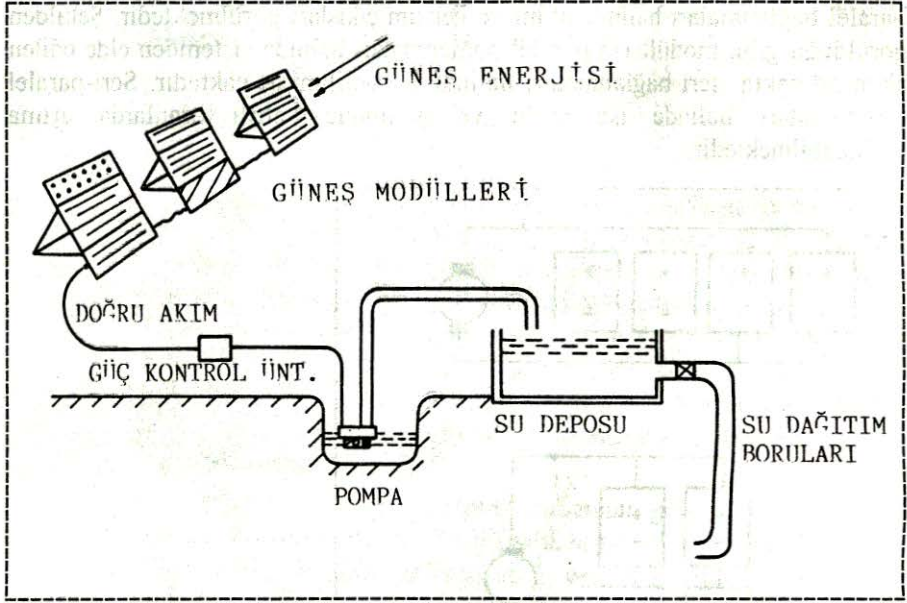
paralel bağlanmaları halinde akım ve gerilim çıkışları görülmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, modüllerin paralel bağlanmaları halinde sistemden elde edilen akım artmakta, seri bağlanmaları halinde ise gerilim artmaktadır. Seri-paralel bağlanmaları halinde ise akım ve gerilimde belirli oranlarda artma sağlanabilmektedir.



Şekil: 2. Bağlanma şekillerine göre güneş modüllerinin akım-gerilim çıkışları

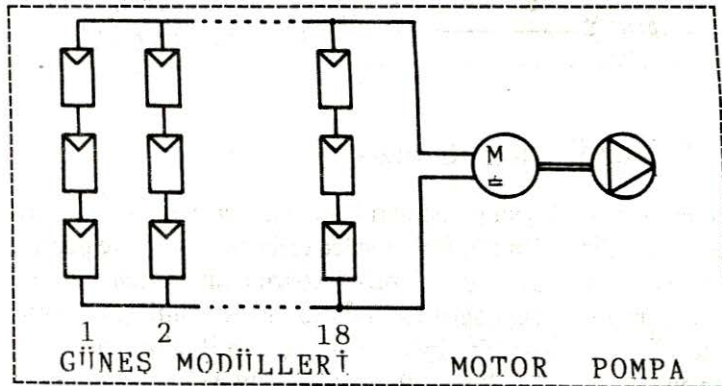
2. SİSTEM ELEMANLARI VE DİZAYN

Güneş pilleri ile çalışan (PV) su pompaları kullanma yeri ve amacına göre farklı şekillerde dizayn edilebilirler. Bu farklılık, seçilen elektrik motoru ve pompa tipine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Güneş pilleri doğru akım üreten elemanlardır. Bu doğru akıma uygun olan doğru akım motorları kullanılarak sistem dizaynı yapılabileceği gibi araya bir doğru akım-alternatif akım inverteri konularak da dizayn yapılabilir. Elektrik motoruna bağlı pompa da farklı tiplerde olabilir. Pratikte; derin kuyu pompaları, yüzer santrifüj pompalar ve volumetrik pistonlu pompalar en çok kullanılan pompalardır. Şekil 3'de genel olarak bir PV su pompası sisteminin temel elemanları görülmektedir. Sistemin temel elemanları; güneş modülleri, elektrik bağlantıları, koruma ve kontrol devreleri, elektrik motoru, pompa, su boruları ve depodan meydana gelmektedir.



Şekil: 3. PV Su pompası sisteminin elemanları

Doğru akım motoru ile çalışan PV su pompalama sisteminin blok diyagramı Şekil 4'de görülmektedir. İstenen akım ve gerilime göre modüller paralel ve seri olarak bağlanmışlardır. Şekil 5'de ise alternatif akımla çalışan bir PV su pompalama sisteminin blok diyagramı vardır. Bu tip dizaynda araya bir doğru akım/alternatif akım invertörü girmektedir.

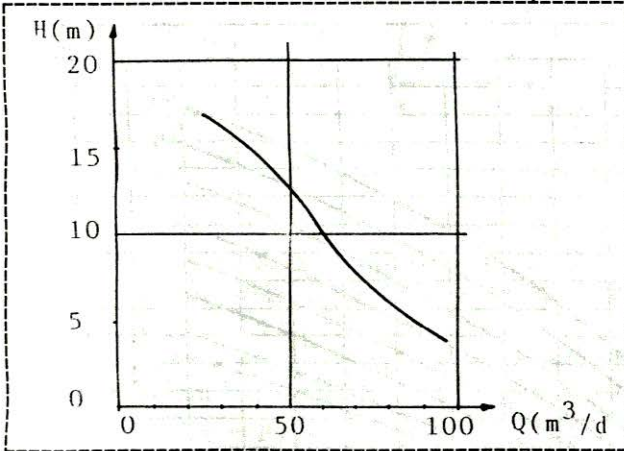
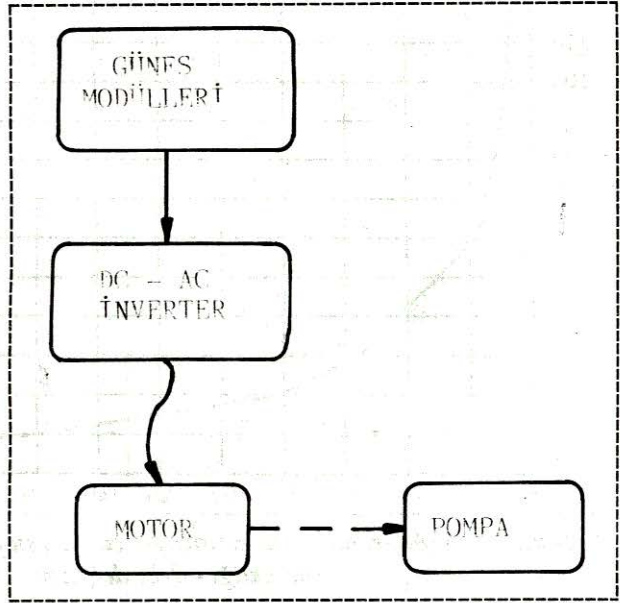


Şekil: 4. PV Doğru akım motoruyla çalışan su pompasının blok diyagramı

Farklı tipteki PV su pompalama sistemlerinin performans eğrileri ise Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir. Doğru akımla ve alternatif akımla çalışan su pompalama sistemlerinin basma yüksekliği-debi arasındaki ilişki bu şekillerden

görülebilmektedir^{2,3}. Her iki şekilden de görüleceği üzere, artan debiyle basma yüksekliği azalmaktadır. Bu değişim doğru akım motoruyla çalışan yüzer bir pompada lineere yakın ve eğimi az olmakla birlikte, alternatif akım motoruyla çalışan dalgıç pompalarda bu değişim, küçük debilerde fazla, büyük debilerde ise çok az olmaktadır.

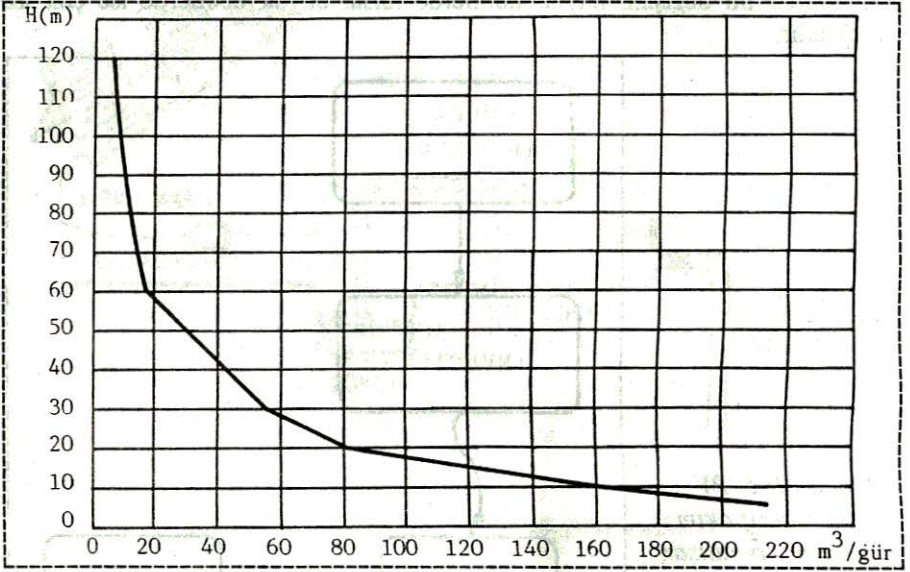
Şekil: 5. PV Alternatif akım motoruyla çalışan su pompası blok diyagramı



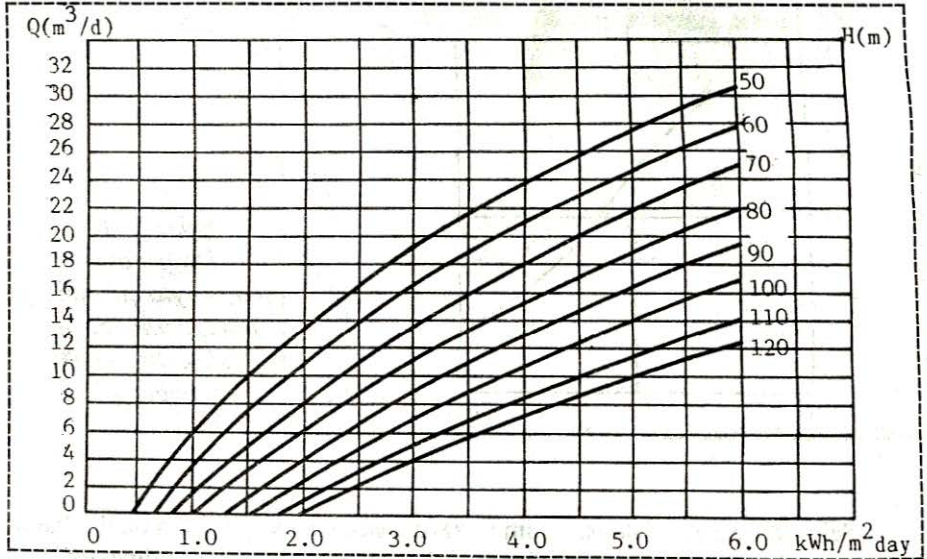
Şekil: 6. PV Doğru akım motoruyla çalışan su pompasının basma yüksekliği - debi değişimi

Şekil 8 ve Şekil 9'da ise birim yüzeye düşen güneş ışınımına bağlı olarak PV su pompalama sistemlerinden elde edilecek debilerin değişimi görülmektedir^{2,3}. Bu şekillerden görüldüğü gibi, artan ışınlama ile debi lineer olarak artmaktadır. Bu

değişim doğru akım motoru ile alternatif akım motorunda pek bir değişiklik göstermemektedir.

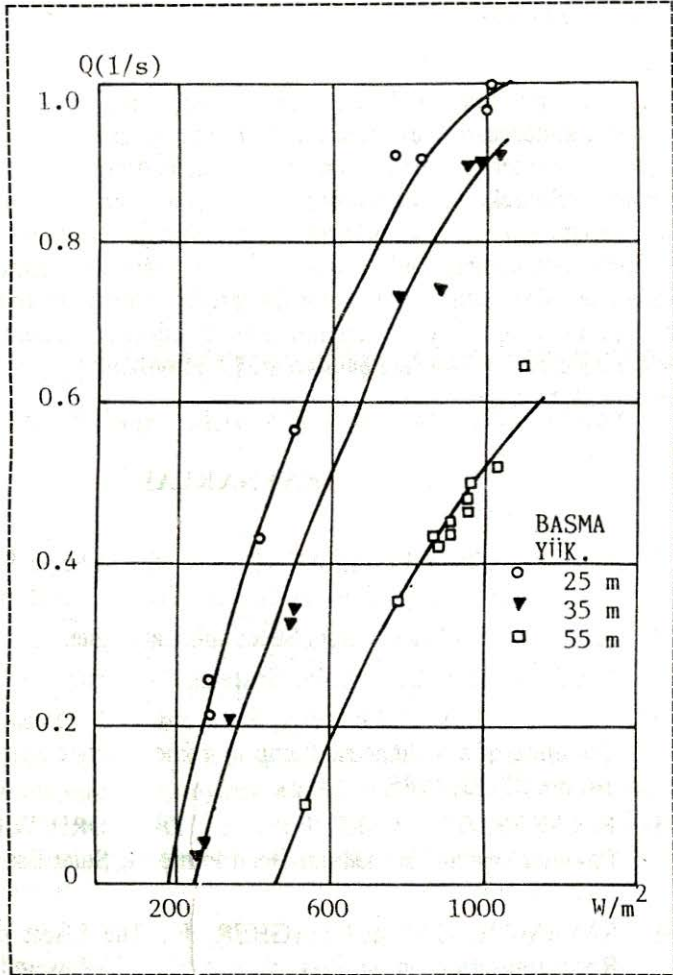


Şekil: 7. PV Alternatif akım motoruyla çalışan su pompasının basma yüksekliği - debi değişimi



Şekil: 8. PV Alternatif akım motoruyla çalışan su pompası performans eğrisi

Şekil: 9. PV Doğru akım motoruyla çalışan su pompası performans eğrisi



PV su pompalama sistemlerinin verimi gün boyunca değişmektedir. Buna bağlı olarak basma yüksekliği ve debi de değişmektedir. Bu değişimleri en aza indirmek ve sistemin verimini arttırmak için elektronik kontrol devreleri geliştirilmiştir^{6,7,8}. Ayrıca sistemin boşalmasını önlemek ve motoru aşırı akım ve gerilimden korumak için elektronik korumaya ihtiyaç vardır^{4,5}.

Kurulu olan bir PV su pompalama sisteminde su ihtiyacı olmadığı ve/veya güneş enerjisinin fazla olduğu anlarda fazla enerjinin depolanması gerekir. Bu depolama işlemi iki şekilde yapılabilir:

- Fazla olan enerji akülerde depolanabilir,
- Bir de boya su pompalanarak enerji depolanabilir.

3. SONUÇ

Pompalama karakteristikleri oldukça iyi olan PV su pompalama sistemleri, günümüzde bazı durumlarda tercih edilebilecek sistemlerdir. Özellikle yerleşim yerlerine uzak olan ve elektrik hattının çekilmesinin pahalı ve zor olduğu yerlerdeki su pompalama sistemleri için tercih edilmelidir. Dizel motoru ile çalıştırılan su pompalama sistemlerine göre gürültüsüz, temiz ve bakım onarım istememesi gibi avantajlarının yanında, günümüzde ekonomik olmaması dezavantaj olarak görülmektedir. Günümüz fiyatları ile böyle bir sistemin ancak 13 yılda kendini amorte edeceği bulunmuştur. Yarı iletken teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak önümüzdeki günlerde güneş pilleri daha ekonomik hale gelecektir.

KAYNAKLAR

1. MANKBADI, R.R. and AYAD, S.S.: Small-Scale Solar Pumping: The Technology, Energy Convers. Mgmt., Vol. 28, No. 2, pp. 171-184, 1988.
2. AEG-TELEFUNKEN Data Sheet and Catalogue.
3. GRUNDFOS Solar Pumping Systems Catalogue.
4. WAGDY, R.A., MERTENS, R.P. and VAN OVERSTRAËTEN, R.J.: Coupling of a Volumetric Pump to a Photovoltaic Array, Solar Cells, Vol. 14, pp. 27-42, 1985.
5. PULFREY, D.L., WARD, P.R.B. and DUNFORD, W.G.: A photovoltaic-Powered System for medium-Head Pumping, Solar Energy, Vol. 38, No. 4, pp. 255-265, 1987.
6. SALAMAH, Z.M. and DAGHER, F.: The Effect of Electrical Array Reconfiguration on the Performance of a PV-Powered Volumetric Water Pump, IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. 5, No. 4, 1990.
7. APPELBAUM, J. and SARMA, M.S.: The Operation of Permanent Magnet DC Motors Powered By a Common Source of Solar Cells, IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol 4, No. 4, 1989.
8. APPELBAUM, J.: Starting and Steady-State Characteristics of DC Motors Powered By Solar Cell Generators, IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. EC-1, No. 1, 1986.