

# FOTOVOLTAİK GÜÇ DESTEKLİ MİKRO SULAMA SİSTEMİ PROJESİ-2: SİMÜLASYON ÇALIŞMASI

Ümran ATAY<sup>1</sup>, Yusuf İŞİKER<sup>2</sup> ve Bülent YEŞİLATA<sup>2</sup>

1GAP Toprak Su Kaynakları ve Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Şanlıurfa  
2Harran Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü, Osmanbey Kampüsü, 63000 Merkez, Şanlıurfa.  
[umranatay@hotmail.com](mailto:umranatay@hotmail.com)<sup>1</sup>, [yusuf47@harran.edu.tr](mailto:yusuf47@harran.edu.tr)<sup>2</sup>, [byesilata@harran.edu.tr](mailto:byesilata@harran.edu.tr)<sup>2</sup>

## ÖZET

*Bu çalışmada; Şanlıurfa ilinin yüksek güneş enerjisi potansiyelinden yararlanmak amacıyla fotovoltaik (PV) güçle çalışan bir mikro sulama sistemi (MSS) kurulumu önerilmektedir. Çalışmanın birinci bölümünde, bu amaçla yürütülen projenin genel esasları verilmiş olup, bu ikinci bölümünde, sistemi oluşturan temel bileşenlere ait veriler kullanılarak, gerçekleştirilen simülasyon çalışması sunulmaktadır. Simülasyon çalışmasından elde edilen sonuçlar; sulama yapılacak Mayıs – Eylül ayları arasında mevcut sistemden hedeflenen miktarda suyun pompalanabileceğini göstermektedir.*

**Anahtar Kelimeler:** Fotovoltaik Pil, Simülasyon, Mikro Sulama Sistemi

## 1. GİRİŞ

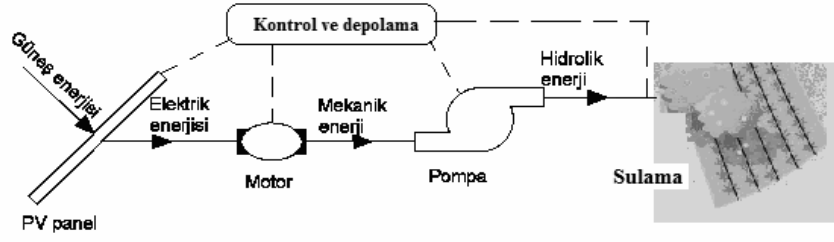
Fotovoltaik (PV) destekli sulama sistemlerinin (SS) çalışma prensibi ve bileşenlerine yönelik şema Şekil 1’de gösterilmiştir. Sistemde, sulama (dağıtım) hattına kadar kullanılan bileşenler, PV-pompa ünitesini oluşturur ve bu bileşenlerin doğru seçimi, projelendirilme açısından büyük önem taşır. Bir PV-pompa ünitesi; aşağıdaki bileşenlerin birkaçını veya hepsini içerir (Al-Karaghoulı ve Al-Sabounchi, 2000):

- PV paneller: Güneş ışınımını direkt elektrik enerjisine dönüştüren doğru akım (DC) güç kaynakları olup, pompanın tahriki için gerekli enerjiyi üretirler.
- Motor-Pompa İkili: panel tarafından üretilen elektriksel gücü önce mekaniksel sonra hidrolik güce dönüştüren elemanlardır.
- Batarya: Gece veya güneşin olmadığı anlarda, sistemin çalışmasını temin etmek amacıyla elektrik enerjisinin depolandığı cihazlardır.
- Su deposu: Amaç olarak batarya ile benzer bir görevi görmekle birlikte, bir nevi hidrolik enerjinin depolandığı bir elemandır.
- Maksimum güç noktası izleyicisi (MPPT): Sistemin maksimum noktada çalışmasını sağlayan bir DC-DC dönüştürücüsüdür.

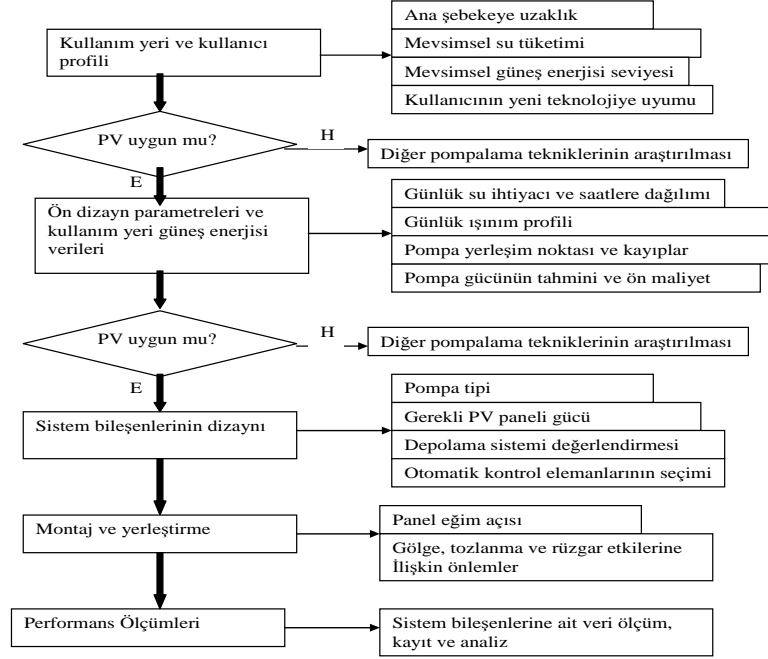
- Kontrol elemanları: Şarj regülatörü, DC-AC dönüştürücüsü gibi elektrik devre elemanları.

PV-SS tercihi göz önüne alınması gerekli birçok faktör söz konusudur. Bu faktörler kullanım yerindeki günlük su ihtiyacı, su kalitesi, pompa statik ve dinamik yükleri, kullanılma sezonunu kapsayan aylar ve bu aylardaki güneş ışınım şiddeti olup, uygulama öncesi bu faktörlerin detaylı olarak analizi gerekmektedir (Yeşilata ve Aktacir, 2001, Yeşilata ve vd. 2006). PV güç sistemi uygulamasının seçimine karar verme aşamasında yapılacak bu analizin aşamalarını özetleyen blok diyagramı Şekil 2’ de gösterilmiştir. PV-SS kullanımına karar verildikten sonra uygulama ile ilgili mevcut verilerden yararlanılarak sistem elemanlarının seçimi ve boyutlandırılması mümkündür. Sistem boyutlarının, performansının ve sistem maliyetinin hassas bir şekilde tespiti karmaşık hesaplar gerektirmektedir. Öncelikle, uygulanacak sulama yönteminin belirlenmesi gereklidir. Sulama yöntemi büyük ölçüde arazinin bulunduğu yöre ve su temin durumuna bağlıdır. Bununla birlikte son yıllarda, enerji sarfiyatı, su tüketimi ve tarla etkinliği açısından önemli iyileşmeler sağlayan Mikro Sulama Sistemi (MSS) kullanımı yaygınlaşmıştır. MSS şebekesini oluşturan bileşenler şematik olarak Şekil 3’de gösterilmiştir. Sistemde bulunan dağıtıcı eleman (emitter) türüne göre, mikro sulama sistemi; damla, mikro-sprey ya da gözenekli (poroz) olarak adlandırılır (Mayer 2001).

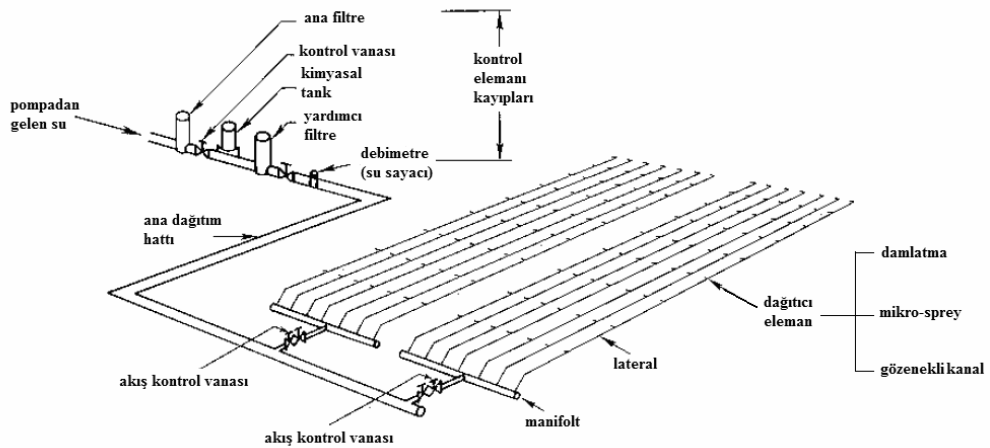




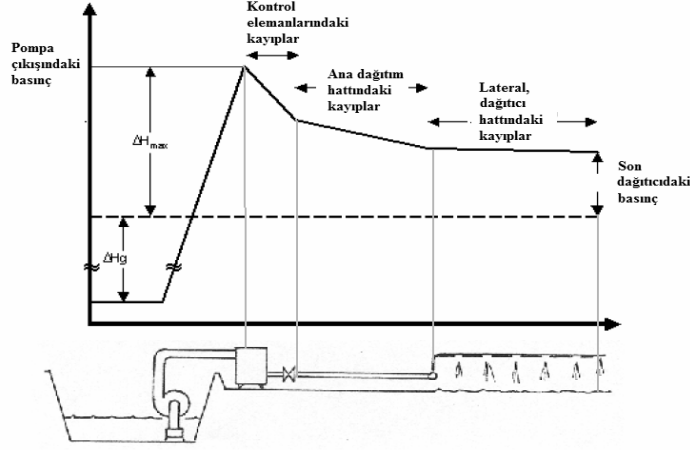
Şekil 1. PV destekli sulama sistemi temel bileşenleri



Şekil 2. PV sulama sistemi seçimine karar verme aşamaları (Aktacir ve Yeşilata, 2001).



Şekil 3. MSS şebekesini oluşturan bileşenler.

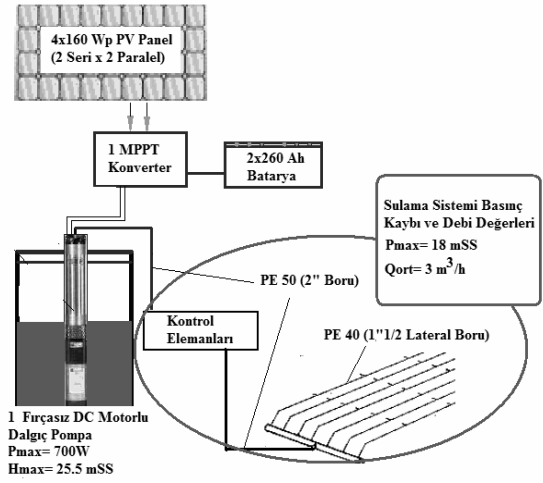


Şekil 4. MSS basınç bilançosu

MSS projelendirilmesi yapılırken, sulama için gerekli debi referans alınarak, su kaynağından itibaren son dağıtıcıya kadar hattaki tüm elemanlardaki basınç kayıpları dikkate alınır ve pompanın sağlaması gereken toplam basınç bulunur. Bu hesaplamaların yapılabilmesi için, sulanacak arazi ve sulama hatlarına yönelik tüm boyutların ve elemanların belirlenmiş olması gereklidir. Sulama sistemindeki basınç bilançosu şematik olarak Şekil 4'te gösterilmiş olup, sulamanın tam anlamıyla gerçekleştirilebilmesi için son dağıtıcıdaki basıncın atmosfer basıncından yeteri kadar (0.3 - 0.5 bar) yüksek olması sağlanmalıdır.

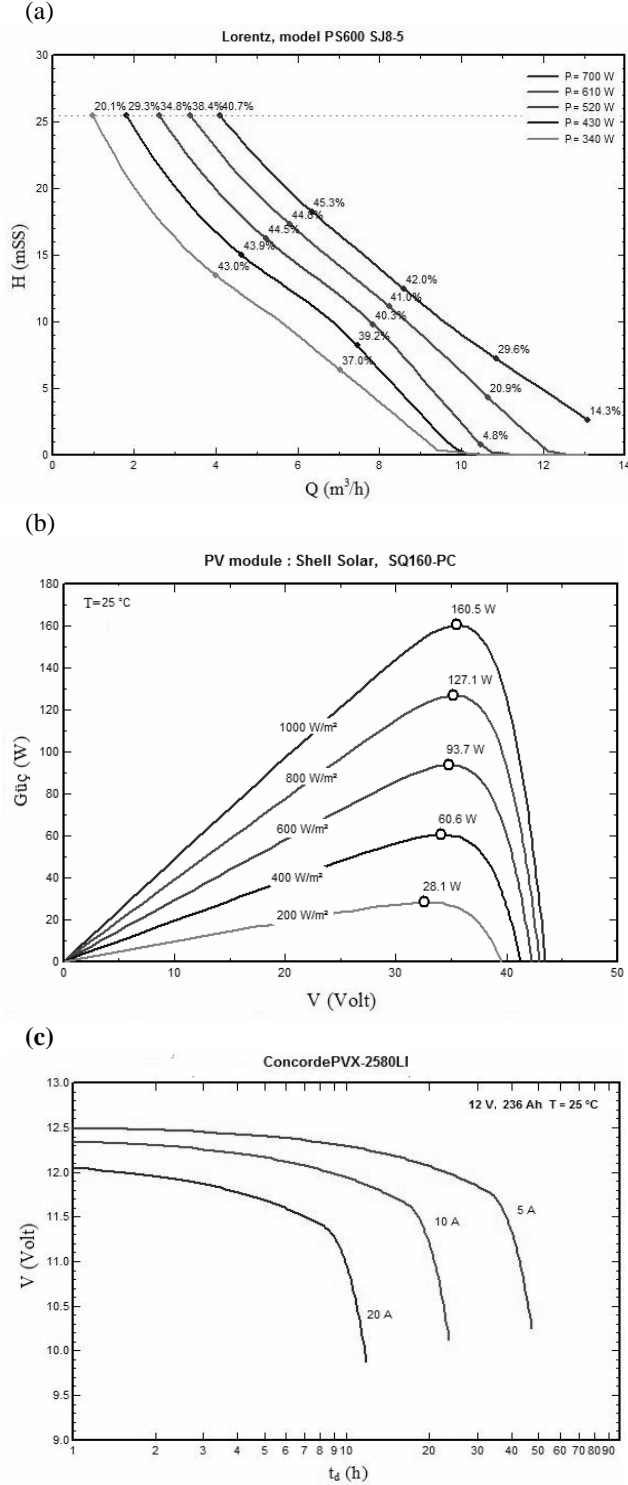
## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

PV sulama uygulaması için seçilen arazi ve MSS ile ilgili özellikler, bu çalışmanın 1. Bölümünde verilmiş olup, yukarıda belirtildiği üzere, öncelikle hidrolik sistem toplam kayıplarının ve gerekli debi değerlerinin belirlenmesi önemlidir. Sözü edilen MSS'nin, su kaynağı - pompa konumu - arazi konumu ile kontrol elemanları (vana, manifold, dirsek vb.) sayısı - boru çapı - boru uzunluğu değerleri kullanılarak, bilinen yöntemlerle (Bknz: Yeşilata 2007, Mühendislikte Temel Akışkanlar Mekaniği Kitabı), toplam basınç kaybı değeri yaklaşık 18 mSS olarak bulunmuştur. Ortalama su debisi değeri olarak, yine bu çalışmanın 1. Bölümünde belirlenmiş olan 3 m<sup>3</sup>/h değeri kullanılmıştır. Belirtilen bu değerler kullanılarak, PV sulama sistemini oluşturan diğer bileşenlerin seçimi Şekil 5'de gösterildiği şekilde yapılmıştır. Simülasyon amacıyla belirlenen bileşenlerden; PV panel, DC dalgıç pompa ve batarya karakteristiklerine yönelik grafikler Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 5. PV-MSS simülasyonu için seçilen bileşenler ve veriler

Simülasyonlar; Şanlıurfa ili uzun yıllar meteorolojik verileri kullanılarak, PVSYST V4.36 (<http://www.pvsyst.com/index.php>) yazılımı vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Sulama döneminin en yoğun olduğu Mayıs - Eylül ayları için hesaplama yapılmıştır



**Şekil 6.** (a) DC pompa için farklı güçlerde debi-basma yüksekliği diyagramı, (b) PV panel için farklı ışınım şiddetlerinde gerilim – güç diyagramı, (c) batarya için farklı akımlarda deşarj süresi – gerilim diyagramı.

### 3. SAYISAL BULGULAR

PV-MSS bileşenlerinin seçimini takiben montaj öncesi en önemli aşamalardan biri PV panellerin yerleştirme (eğim) açılarının

belirlenmesidir (Işiker ve diğ. 2006). Bu nedenle simülasyon sırasında öncelikle güney yönünde, azimuth açısı sıfır olacak şekilde, panel eğim açısı optimizasyonu yapılmıştır. Gerçekte, PV panel yüzeyi üzerine gelen güneş ışınımının maksimum olabilmesi için, panellerin ışınlara dik bir şekilde güneşi takip etmesi gerekir. Ancak, pratik uygulamalarda güneşi takip eden sistemlerin yapımı zor ve pahalı olduğundan, sabit yüzeylerin uygulaması daha yaygındır. Bu tür yüzeylerin efektif bir şekilde çalışmaları için tespit edilen kullanım süreci ve sezonu bazında optimum bir eğim ve azimuth açısıyla yerleştirmeleri gerekmektedir. Birçok güneş enerjisi sistemleri için yıllık bazda eğim açısı optimizasyonu yeterli olabilmesine karşın, PV sistemlerde elektrik enerjisi çıktısını arttırabilmek için aylık ya da sezonluk bazda eğim açısı optimizasyonuna ihtiyaç söz konusudur. Bu çerçevede, Şanlıurfa ili için kapsamlı bir analizle Fıratoğlu ve Yeşilata (2001) tarafından her ay için tespit edilen optimum eğim açıları kullanılarak sulama sezonunu oluşturan Mayıs-Eylül ayları için sezonluk ortalama optimum eğim açısı olarak 10° değeri belirlenmiştir. Bu duruma ilişkin grafik Şekil 7(a)'da gösterilmiştir.

Optimum eğim açısıyla yerleştirilmiş PV panellerin birim yüzeyine ulaşan güneş ışınım enerjisi ile PV sistemin enerji ürettiği toplam süre değerlerini gösteren grafik Şekil 7(b)'de gösterilmektedir. Grafikten, sulama dönemini içeren aylar bazında önemli dalgalanmalar oluşmadığını görmek mümkündür. Sistemin en fazla ve en az enerji performansı sağladığı aylar sırasıyla Temmuz ve Eylül ayları olmakla birlikte, uygun eğim açısı seçilmesinden dolayı, bu iki ay arasında büyük bir uçurum bulunmamaktadır. Benzer trendi; Şekil 7(c)'de sunulan grafikteki, PV panellerden DC pompaya aktarılan toplam enerji ile araziye aktarılan toplam su miktarı değerlerinde de görmek mümkündür. Ancak bu grafikteki en dikkat çekici noktalardan biri Mayıs ayı için PV panellerden DC pompaya aktarılan aylık toplam enerjinin, diğer aylara kıyasla daha yüksek olmasıdır. Bu durum, Haziran – Ağustos ayları arası daha yüksek seviyede güneş ışınımı olmasına karşın, daha yüksek dış hava sıcaklığı değerleri nedeniyle, PV panel enerji dönüşüm performansındaki düşüş sebebiyledir.

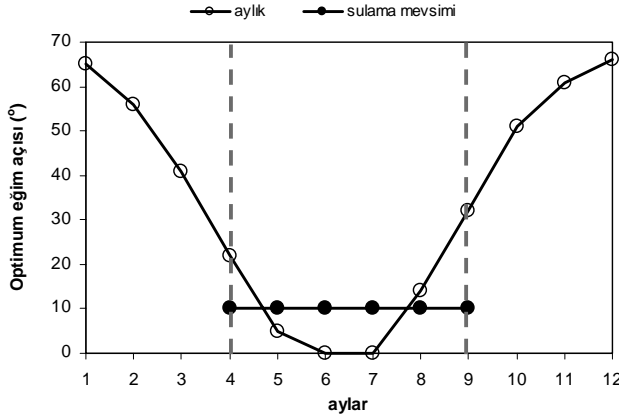
### 4. SONUÇ

PV-MSS sistemleri, enerji ve su kullanımında sağladığı verimlilik nedeniyle, GAP Bölgesi'nde aşırı enerji ve su tüketimine yönelik sorunları gidermede en uygun çözümlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak, ilk yatırım masraflarının yüksekliği ve toplam sistem verimlerinin düşüklüğü gibi, önemli dezavantajları da söz konusudur. Bu dezavantajların azaltılması için seçilen konfigürasyonların maksimum

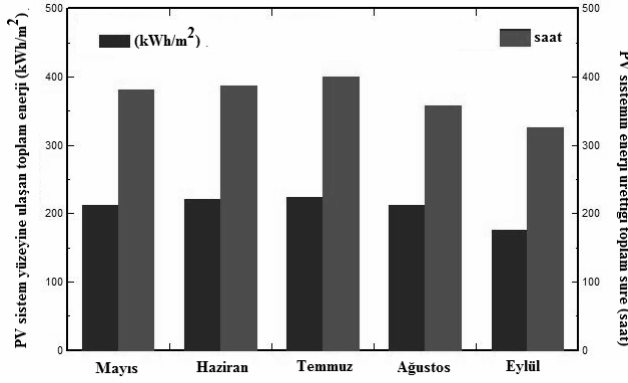
kullanılabilirliği sağlayacak şekilde optimize edilmesi gerekmektedir.

PV panellerden DC pompaya aktarılan toplam enerji ile araziye aktarılan toplam su miktarı değerleri.

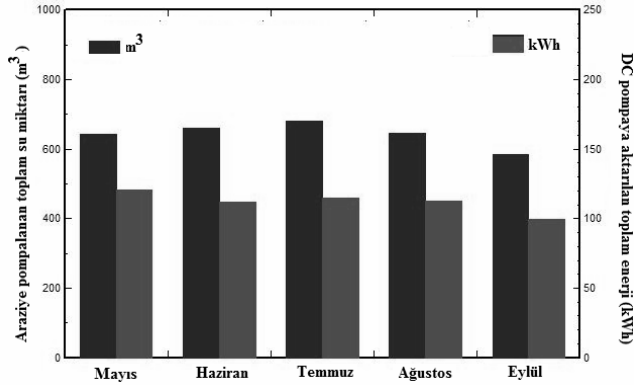
(a)



(b)



(c)



**Şekil 7.** (a) PV panellerin aylık ve sulama dönemine ait optimum eğim (yerleştirme) açıları, (b) Sulama yapılan aylar için, PV panel birim yüzeyine ulaşan güneş ışınım enerjisi ile PV sistemin enerji ürettiği toplam süre değerleri, (c) Sulama yapılan aylar için,

Bu çalışmada sunulduğu üzere; sistem oluşturan bileşenlerin doğru seçimi ve dolayısıyla sistemden beklenen verilerin sağlanabilmesi için sulama dönemini kapsayan aylara yönelik ör simülasyon çalışması yararlı olacaktır. Simülasyon çalışması vasıtasıyla; sistemden günlük, aylık ya da mevsimsel bazda sulama amaçlı pompalanacak su miktarını tahmin etmek mümkün olacaktır. Burada sunulan simülasyon çalışmasından elde edilen sonuçlar; sulama yapılacak Mayıs – Eylül ayları arasında mevcut sistemden hedeflenen miktarda suyun pompalanabileceğini göstermektedir. Mevcut simülasyonu çalışmasına ekonomik analiz de eklenmesi önemli olup, bu husustaki çalışmalarımızı sürmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma TAGEM (Proje No: TAGEM-BB-090210J1) tarafından desteklenmektedir.

## KAYNAKLAR

Al-Karaghoulı, A., Al-Sabounchi, A. M., "A PV Pumping System", Applied Energy, Vol.65 pp. 145-151, 2000.

FIRATOĞLU, Z. A., YEŞİLATA, B., Fotovoltaik Güç Destekli Dalgıç Pompa Sistemlerinde Optimum Dizayn Koşullarının Araştırılması Tesiat Mühendisliği Dergisi, Sayı.62, sayfa 59-66, 2001.

<http://www.pvsyst.com/index.php>

İŞİKER, Y., YEŞİLATA, B., ve BULUT H., 2006 Fotovoltaik Panel Gücüne Etki Eder Parametrelerin İncelenmesi I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi Bildiriler Kitabı, sy. 150-155, Eskişehir.

Mayer, B., 2001. Assessment of and Selection Criteria for Irrigation Methods using PVPS GTZ Seminar Notes, (erişim web adresi ve tarihi : www.ibom.de, 15 Temmuz 2008).

YEŞİLATA, B., AYDIN, M., İŞİKER, Y., 2006 Küçük Ölçekli Bir PV Su Pompalama Sisteminin Deneysel Analizi, Makina Mühendis Dergisi, sayı 553, sy. 31-38

YEŞİLATA, B., ve AKTACIR, A., 2001 Fotovoltaik Güç Sistemli Su Pompalarını Dizayn Esaslarının Araştırılması. Mühendis ve Makina Dergisi, 42 (493): 29-34.

YEŞİLATA, B., Mühendislikte Temel Akışkanlar Mekaniği, 267 sayfa, (2007), *Harar Üniversitesi Yayın Komisyonu kararıyla basıma uygun bulunmuştur.*