

## Seyyar (Mobil) Güneş Pili Sulama Sistemli Prototip Makinanın Tasarımı ve İmalatı\*

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

<sup>1</sup>GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Şanlıurfa

<sup>2</sup>Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü-Şanlıurfa  
umranatay47@hotmail.com

Received (Geliş Tarihi): 09.05.2012

Accepted (Kabul Tarihi): 29.06.2012

**Özet:** Bu çalışmada özgün olarak tasarlanan ve imalatı yapılan mobil bir fotovoltaik (PV) sulama sistemini oluşturan bileşenlerin teknik detayları tanıtılmaktadır. Sulama sistemi 32 adet güneş paneli (170W'lık), 6 adet pompa başlığı (0-70 ton/h ve 0-170 mSS dikey) 1 adet DC motor ve sürücüsünden oluşmaktadır. Sulama sisteminin tüm bileşenleri bir taşıyıcı aksam üzerine yerleştirilmiş olup, istenilen araziye transferi kolaylıkla sağlanabilmektedir. Sistemde bulunan PV paneller güneşi 2 eksende otomatik takip edebilmektedir. Mobil sistemle arazide gerçekleştirilen denemelerden alınan sonuçlar, sistemin teknik ve ekonomik yönden önemli avantajlara sahip olduğunu göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Fotovoltaik pil, Güneş pili, DC pompa, Seyyar güneş pili sulama sistemi

### Designing and Manufacturing of a Prototype Machine with Mobile Solar Cell Irrigation System

**Abstract:** This study provides technical details for main components of an innovative mobile solar irrigation system, which we designed and manufactured. The irrigation system has 32 photovoltaic (PV) panels (at 170 W nominal power), 6 changeable pump heads (0-70 ton/h flow rates at 0-170 m well-depth) and 1 direct-current (DC) motor with its driver. The irrigation system as a whole is placed on a trailer to allow its easy mobilization to the desired field. The system has an automatic two-axes sun tracking unit for PV panels. Field experiments performed with this mobile solar irrigation system motivate that this type of application has both technical and economical advantages.

**Key words:** Photovoltaic Panel, Solar battery, DC pumps, Mobile Solar Irrigation System

### GİRİŞ

Petrol ve diğer yenilenemeyen enerji kaynaklarının maliyetlerinin giderek artması ve bu tip kaynakların çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle, dünya üzerinde birçok insan konvansiyonel güç üretim yöntemleri yerine güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiş ve bunun bir sonucu olarak günümüzde bu tip enerji kaynaklarının kullanımı artmıştır (Koutroulis ve ark., 2001). Güneş enerjisine dayalı fotovoltaik (PV) sistemlerin enerji kaynağı olarak en fazla tercih edildiği uygulamalar arasında su pompalama sistemleri yer almaktadır. Tarım arazileri gibi geniş alanlarda sabit enerji noktasından veya sulama kanallarından arazinin tüm bölgelerine su dağıtımı ekstra kablo düzeni gerektirmektedir.

Özellikle sulama döneminde tüketilen ve genellikle tükenmeye yüz tutmuş enerji kaynaklarıyla elde edilen elektrik enerjisi çok yüksek maliyetle kullanılmaktadır (Short ve Oldach 2003). PV sulama sistemleri, bileşenlerinden olan pompa dışında herhangi bir mekanik bileşeni bulunmaması sebebiyle önemli seviyede bakım ve onarım gerektirmemektedir (Odeh ve ark., 2005). Son yıllarda yapılan PV sulama sistemleri ile ilgili çalışmaların sonuçları, bu sistemlerin özellikle küçük güçlü uygulamalarda diğer enerjilerle çalıştırılanlara alternatif olabileceğini göstermektedir (Atay ve ark., 2009a, Atay ve ark., 2009b, Atay ve ark., 2009c, Atay ve ark., 2011a, Atay ve ark., 2011b, Atay ve ark., 2011c, Yeşilata ve ark., 2006).

\* Bu çalışma; TÜBİTAK-TOVAG grubunca desteklenen 1100541 nolu ve "Seyyar Güneş Pili Sulama Sistemli Prototip Bir Makinenin Kurulumu ve Diğer Enerji Kaynaklı Sulama Sistemleriyle Uygulamaya Dönük Etkinliğinin Araştırılması" adlı proje kapsamında hazırlanmıştır.

Uygulamada özellikle aküsüz sabit sistemlerde güneşin panel yüzeyine dik ve dike yakın açıyla sabah geç geldiği, akşam ise güneşin panel yüzeyinden erken çekilmesinden dolayı günlük toplam güneş enerjisinden faydalanmanın %40'lara varan enerji düşüşüne sebebiyet verdiği bilinmektedir. Ayrıca güneşi tek düzlemde takip eden sistemler ve sabit sistemler arazide çakılı kaldığından alan kaybı, çalınma ve kırılma riskleri gibi sorunlar da yaşanabilmektedir.

Bu çalışmada yukarıda bahsedilen bütün bu sorunlara alternatif olması anlamında mobil özelliğiyle ulusal ve uluslararası literatürlerde rastlanmayan, tasarlanmış ve imal edilmiş olan "**Seyyar (Mobil) Güneş Pili Sulama Sistemli Prototip Makine**"nin tasarım ve imalat süreci değerlendirilmiştir.

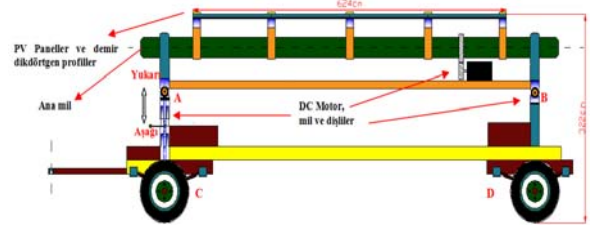
## MATERYAL ve YÖNTEM

İmal edilen makinenin uygulamaya dönük olarak performans analizi, Harran Ovası içinde bulunan Şanlıurfa GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsünün Koruklu Araştırma İstasyonu arazisinde yürütülmektedir. Bu İstasyon Şanlıurfa-Akçakale yolunun 31. km'inde ve 36° 42' kuzey enlemi 38° 58' doğu boylamında olup, denizden yüksekliği 410 m' dir (Anonim, 2002).

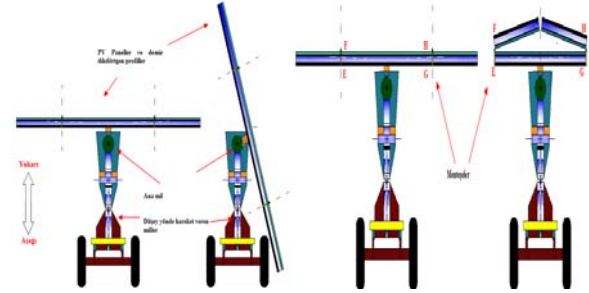
Seyyar güneş pili sulama sistemi ve buna ait parçalar Çizelge 1' de verilmiştir. Bunların dışında güneşi 2 eksende takip için 2 adet 24 Volt'luk akü (230 Ah), 1 adet maksimum güç noktası izleyicisi (MPPT), 1 adet DC~AC invertör, 1 adet pompa ve 1 adet AC motor (1.1 kW, 220 Volt), elektrik panosu ve buna bağlı diğer mekanizma elamanları kullanılmıştır.

İmalatı yapılan seyyar güneş pili sulama sisteminin tasarım aşamasındaki görüntüleri Şekil 1,2,3' te verilmiştir. Şekil 1'de görüldüğü gibi en alt tarafta tekerlekler, tekerleklerin üzerine ana şase, onun

hemen üzerine hareketli şase ve onun üzerine de güneş pillerinin yer alacağı platform yerleştirilmiştir. Makine sulama yaparken çeki oku kuzeyde kalacak şekilde konumlandırılmıştır. Çünkü güneşe doğru Şekil 1' de bulunan B noktası merkez ve A noktası uzayacak biçimde mevsimsel açıya göre ayarlanmıştır. Böylece sulama dönemindeki güneşin konumuna göre panellerin güneşi dik alması sağlanmıştır. Güneşi doğuştan batışına kadar takip etmek için tek düzlemde bulunan tüm güneş pillerinin olduğu platform Şekil 2' de görüldüğü gibi ortasında bulunan ana mil sayesinde güneşi otomatik takip edebilecek şekilde ve paneller yol durumunda katlanacak biçimde tasarlanmıştır.



Şekil 1. Prototip makinenin yandan görünüşü

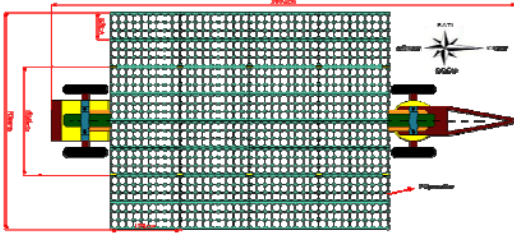


Şekil 2. Prototip makinenin önden görünüşü, doğu-batı yönünde hareketi ve katlanması

Makinenin üstten görüntüsü ise Şekil 3' te görülmektedir

Çizelge 1. Seyyar güneş pili sulama sisteminin malzemeleri ve özellikleri

S.N.	Cinsi	Miktarı (adet)	Özelliği (etiket değerleri)
1.	Güneş Panelleri	32	32 adet x170 Wp gücünde, 16.0 kg, 66.9x155.6x3.5cm
2.	DC motor sistemi	1	3.5kW/4.6 HP, MPPT kontrol ünitesi
3.	1. Pompa	1	Çıkış 3 inç, ağırlık 18 kg, 0–12 metre, debi 44–70 m <sup>3</sup> /h
4.	2. Pompa	1	Çıkış 3 inç, ağırlık 19.5 kg, 12–22 metre, debi 33–44 m <sup>3</sup> /h
5.	3. Pompa	1	Çıkış 2½ inç, ağırlık 20.5 kg, 15–50 metre, debi 14–24.5 m <sup>3</sup> /h
6.	4. Pompa	1	Çıkış 2 inç, ağırlık 20.5 kg, 30–80 metre, debi 6.9–12,2 m <sup>3</sup> /h
7.	5. Pompa	1	Çıkış 1½ inç, ağırlık 18 kg, 70–130 metre, debi 4.3–6.6 m <sup>3</sup> /h
8.	6. Pompa	1	Çıkış 1 inç, ağırlık 19.5 kg, 130–170 metre, debi 3.3–3.8 m <sup>3</sup> /h
9.	Işık sensörü	1	Güneş yeterli olmadığı zaman pompayı durdurur.
10.	Kuyu sensörü	1	Su kaynağında su kritik seviye geldiğinde pompayı durdurur.
11.	PV devre kesici (disconnect)	1	Panel sistemi ile pompa arasındaki sigorta görevi görür



Şekil 3. Prototip makinenin üstten görüntüsü

### ARAŞTIRMA BULGULARI

Seyyar (Mobil) Güneş Pili Sulama Sistemli Prototip Makinenin imalatı için başlangıçta dört adet tekerlek, makaslar ve bunlara ait alt römork takımı alınmış olup Şekil 4' teki gibi montajı yapılmıştır. Şekil 4'te görülen makaslar çok esnek olduğundan ileriki aşamalarda daha büyüğü ile değiştirilmiştir. Ayrıca ek U demiri monte edilerek güçlendirmesi yapılmıştır.



Şekil 4. Tekerlek, makas ve alt römork takımı

Alt şaseyi oluşturmak üzere 4 boy I demir profil kullanılmıştır. Tesviyesi yapılarak Şekil 5' deki gibi montajı yapılmış olup şasenin güçlü olması için sağlı ve sollu ikişer I demir profil konulmuş ve birbirine kaynakla bağlanmıştır. Kesilen ve artan I demir profiller ise sağlı sollu şasenin bağlantısını oluşturmak için aralara kaynakla bağlanmıştır. Böylece alt şase 930 cm boyunda ve 18 cm kalınlığında olmuştur. Alt şasenin yerden yüksekliği yaklaşık 1 m'dir. Teker genişlikleri yaklaşık 30 cm, çaplar ise 82 cm'dir.

Alt şase bittikten sonra onun üstüne bir üst şase daha yapılmıştır. Üst şasede 2 boy I demir profil kullanılmıştır. Üst şase alt şaseden daha kısa olup üst şase alt şaseye pim, mil ve 4 adet yatak bağlantısı yardımıyla kaynak edilerek bağlanmıştır. Bu üst şasenin özelliği sulama mevsiminde güneş ışınlarını dik almak için hareketli yapılmıştır. Şasenin güney tarafı merkez olacak şekilde pim takılması ile güneye doğru (yukarı-aşağı yönünde) sulama mevsiminde istenen güneş ışınlarını dik alacak şekilde açılara ayarlanabilir ve maksimum güneş ışınından

faydalanacak şekilde imal edilmiştir. Makinenin her iki tarafına rüzgâr nedeniyle oluşabilecek devrilmelerin önlenmesi için 4 adet destek kolu (260 cm uzunluğunda) ve bunlara bağlı 4 ayak (strok 70 cm) uzatılmıştır. Kollar ve ayaklar yol durumunda alt şaseye katlanarak bağlanacak şekilde dizayn edilmiştir.



Şekil 5. Alt şasenin yapılışına ait görüntüler

Makine çalıştığında kollar açılmakta, dikey yöndeki ayaklar dişli mil sayesinde yere doğru baskı yaparak makineyi sabitlemektedir.

Makinenin yol durumunda çekilmesi için bir adet 200 cm uzunluğunda çeki oku yapılmıştır. Anlık çekişte güneş pillerinin zarar görmemesi için çeki demiri başlığına bir yay yerleştirilmiştir.

Üst şase ile panellerin bağlı olacağı hareketli ana mil arasındaki bağlantı için 6 adet 8x26 cm ölçülerinde U demir profil kullanılmıştır. U demir profiller birbirine kaynakla birleştirilerek 3 adet dikdörtgen ayak yapılmıştır.

Ana milin montajı için 3 adet yataklı bilye kullanılmış ve üst şase üzerindeki 3 adet dikdörtgen ayaklara montajı Şekil 6' daki gibi yapılmıştır. Ana millin üzerine dikdörtgen demir profillerin (4x10 cm ölçüsünde) montajı ve ayrıca her bir parçada (bölmede) yol durumunda sağlı sollu merkeze doğru katlanacak şekilde menteşe bağlantıları yapılmıştır. Taşıyıcı platform (PV platform) ana milden sağ tarafa 308 cm, sol tarafa 308 cm açılarak toplam 616 cm genişliğe ulaşmaktadır. Boyuna ise boşluklarla beraber toplam 683 cm uzunluğa ulaşmıştır. 36 panelin yüzey alanı yaklaşık 37,6 m<sup>2</sup>'dir. Ancak paneller arası boşluklarla toplam panel yüzey alanı yaklaşık 48.62 m<sup>2</sup>'ye çıkmıştır.



Şekil 6. Ana mil ve yataklarının montajı

Güneş pillerinin arasının çok aralıklı bırakılarak rüzgârlı günlerde rüzgârın etkisini azaltıp olabilecek zararı engellemiştir. Ayrıca yol durumunda ön tarafta bulunan 4 adet panel arka tarafa doğru katlanabilme özelliğiyle imal edilmiştir. Bu 4 adet 160 W'lık panelin işlevi diğer 32 adet 170 W'lık panellerden ayrı olup aküleri beslemektedir. İki bölmeli PV platformun yapımı bittikten sonra bölmeler ayrı ayrı yerlerine yerleştirilmiştir. PV platform çok küçük bir kuvvetle dönebilmekte ve platformun katlanmış olması veya açık olması fark etmemekte, millerin her iki tarafındaki ağırlığı eşit olduğundan dengede durmaktadır.

PV platform yan pistonlar kapalı iken doğuya açıktan batıya doğru tam dönebilmektedir. Yaklaşık doğu batı yönünde 120 derecelik açı kadar yol yapmaktadır.

Seyyar güneş pili sistemine ait PV'lerin montaj görüntüleri Şekil 7' de verilmiş olup 32 adet 170 W'lık panel ile tasarım gerçekleştirilmiş, daha sonra 4 adet 160 W'lık güneş pili montajı yapılmıştır.

Makine yol durumunda ise yan kolları kapanıp alt şaseye sabitlenmiştir. Ayrıca platformun üst bölmeleri sağlı sollu üstten içeriye doğru merkezden yaklaşık 154 cm uzaklıktaki menteşe yardımıyla katlanmıştır. Böylece yol durumunda yaklaşık 6.16 m' den 3.08 m genişliğe inmiştir. Şekil 8' de görüldüğü gibi yaklaşık 40 km'lik yol denemesinden sonra GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsüne ait olan Talat Demirören Araştırma İstasyonu arazisine getirilmiştir. Böylelikle seyyar güneş pili sulama sistemli prototip makinesinin istenilen her yere rahatlıkla ve sorunsuz transferi gerçekleştirilebileceği gözlenmiştir.

Arazi durumunda çeki oku kuzeye doğru gelecek şekilde yerleştirildikten sonra makine yan destek kolları açılmakta ve ayakları yere sabitlendikten sonra güneş pili platformu kanatları açılmaktadır. Aslında yol durumunda katlanmadan da yol alabilmekte ancak çevreden gelebilecek taş ve benzeri maddelerin yapacağı zarardan dolayı katlanması daha uygun olmaktadır.



Şekil 7. Güneş pillerine ait montaj görüntüleri

Kuzey güney düzlemindeki yukarı aşağı olan açı orta pistonla hareket verilerek ayarlanmaktadır. Seyyar (Mobil) Güneş Pili Sulama Sistemli Prototip Makinenin sulama sisteminin çalışmasına ait görüntü Şekil 9' da gösterilmiştir. Ayrıca sistemde değişik derinlik aralıklarında çalışmak üzere 6 adet pompa başlığı da bulunmaktadır (Çizelge 1).



Şekil 8. Seyyar (Mobil) Güneş Pili Sulama Sistemli Prototip Makineye ait transfer görüntüleri

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Sonuç olarak; seyyar güneş pili sulama sistemli prototip makinenin toplam ağırlığı 7,7 ton civarında olup, çeki oku dahil boyu 11,67 metredir. Üzerindeki

paneller 32 adet 170 W ve 4 adet 160 W gücünde monokristal panelden oluşmuştur. Paneller demir profilden yapılan çerçevelere yerleştirilmiştir. Panellerin olduğu platformun toplam yüzey alanı demir çerçeveler ve boşluklar dahil yaklaşık 48,62 m<sup>2</sup>'dir.

Panellerin takılı olduğu ve aralıklı demir profillerin bağlandığı platform hareketli bir mil (ana mil) üzerine stabil olarak yerleştirilmiştir. Hareketli mil doğu batı yönünde güneş durumuna göre otomatik olarak hareket edebilmekte ve güneşin doğuşundan batışına kadar panel yüzeyleri güneşi dik açıda görmesini sağlayacak şekilde imal edilmiştir.

Otomatik zaman ünitesi 24 saat dilimine ayarlı olup güneşi doğuşundan batışına kadar takip etmektedir. Önceden ayarlanan güneşin doğuş saatine göre bu işlem tekrarlanmaktadır. Taki aylık güneşlenme süresi ve optimum açısının değişmesi ile yeni ayarlama gerektirmektedir.

Bu tip sistemlerin yaygınlaşması ile kırsal alanlara enerji transferi rahatlıkla sağlanabilecek, sabit PV sistemlerin çakılı olmasından kaynaklanan yer işgal etme sorunu çözümlenebilecektir.

Prototip\* makinanın değişik pompa başlıkları ve seyyar özelliğinden dolayı birden fazla farklı yerlerdeki araziler sulanabilecektir. Ayrıca bu makine ile özellikle fotovoltaik pillerin hırsızlık, kırılma gibi sorunların önüne de geçilmiş olunacaktır.



**Şekil 9. Seyyar (Mobil) Güneş Pili Sulama Sistemli Prototip Makineye ait görüntü**

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Atay Ü., Y. Işiker, B. Yeşilata, (2009)a. Fotovoltaik Güç Destekli Mikro Sulama Sistemi Projesi-1: Genel Esaslar, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu bildiriler kitabı, Diyarbakır s57-62
- Atay Ü., Y. Işiker, B. Yeşilata, (2009)b. Fotovoltaik Güç Destekli Mikro Sulama Sistemi Projesi-2: Simülasyon Çalışması V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu bildiriler kitabı, Diyarbakır s63-67
- Atay Ü., Y. Işiker, B. Yeşilata, A. S. Nacar, A. Çıkman, U. Rastgeldi, (2009)c. "Güneş Pili Enerjisiyle Çalışan Damla Sulama Sistemlerinin Kurulumu ve Yaygınlaştırılması" 1.GAP Organik Tarım Kongresi Bildiriler Kitabı, Şanlıurfa. 210-217
- Atay Ü., Y. Işiker, B. Yeşilata, U. Rastgeldi, A. Çıkman, A. S. Nacar, (2011)a, Güneş Pili Damla Sulama Sistemi, GAP VI. Tarım Kongresi Kitabı, Şanlıurfa.
- Atay Ü., Y. Işiker, B. Yeşilata, (2011)b, Güneş Enerjili Damla Sulama Sistemlerinde Modelleme ve Performans Analizi. Tesisat, Enerji Teknolojileri ve Mekanik Tesisat Dergisi. Ağustos. sayı 188. sayfa. 96-102
- Atay Ü., Y. Işiker, B. Yeşilata, (2011)c. "Güneş Enerjili Damla Sulama Sistemi Arazi Performansının Deneysel Değerlendirilmesi" TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi Kitabı, 7-8 Ekim. Mersin.
- Anonim, (2002). Hidrometeorolojik rasat verileri. Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü
- Koutroulis E., K. Kalaitzakis, ve N.C. Voulgaris, (2001). Development of a Microcontroller-Based Photovoltaic Maximum Power Point Tracking Control System. IEEE Transactions on Power Electronics, cilt 16, no.1
- Short, T.D. and R. Oldach, (2003). Solar Powered Water Pumps: The Past, the Present-and the Future?. Solar Energy Engineering 125, 76-82
- Odeh, I, Y. G. Yohanis, B. Norton, (2005). " Economic Viability of Photovoltaic Water Pumping Systems", Solar Energy, in press
- Yeşilata B., M. Aydın ve Y. Işiker, (2006). Küçük Ölçekli Bir PV Su Pompalama Sisteminin Deneysel Analizi, Mühendis ve Makina, cilt 47, sayı 553, sy. 31-38

