

## **Mobil Güneş Pili Sulama Makinasının Arazi Koşullarında Bazı Deneysel Çalışmaları\***

**Ümran ATAY<sup>1</sup>, Yusuf IŞIKER<sup>2</sup>, Bülent YEŞİLATA<sup>2</sup>, Ali BAŞÇETİNÇELİK<sup>3</sup>**

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

<sup>2</sup>Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

<sup>3</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Adana  
umranatay47@hotmail.com

Received (Geliş Tarihi): 07.05.2013

Accepted (Kabul Tarihi): 13.06.2013

**Özet:** Bu çalışmada özgün olarak tasarlanan ve imalatı yapılan bir mobil güneş pili sulama makinasının arazi koşullarında performansı belirlenmeye çalışılmıştır. Sulama sistemi 32 adet güneş paneli (170W'lık), 6 adet pompa başlığı (0-70 ton/h ve 0-170m 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 (güneş pilleri) güneşi 2 ekseninde otomatik takip edebilmektedir. Mobil sistem ile 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

### **Some Experimental Studies of Mobile Solar Cell Irrigation Machine at Field Conditions**

**Abstract:** In this study some experimental studies of originally designed and manufactured solar cell mobile irrigation machine at field conditions is given. 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 mounted on a trailer allowing its easy mobilization to the desired field. The system has an automatic two-axes sun tracking unit for PV panels. The results of the field experiments performed with this mobile solar irrigation system at the field show that this type of application has significant advantages in terms of both technical and economical perspectives.

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

### **GİRİŞ**

Günümüzde fosil yakıt kaynaklarının tükenme aşamasında oluşu, enerjideki artan maliyetler ve çevre kirliliği sebebiyle yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi konusunda yoğun çalışmalar yapılmaktadır (Atay ve ark., 2009-2011-2012; Yeşilata ve ark., 2006). Güneş enerji sistemleri tam da bu noktada devreye girmektedir. Kullandığımız enerji kaynaklarını çeşitlendirmede güneş enerji sistemleri ve dolayısıyla güneş pilleri yadsınamaz bir önem arz etmektedir. Güneş pilleri özellikle güneşten elektrik üretimi katsayısı yüksek olan yerlerde oldukça fizibil (elverişli) gözükmektedir.

Her çeşit güneş paneli, solar enerji kullanılarak her yerde elektrik üretmeye olanak tanınması, güneşten

elektrik üretimi yapmayı evimize, tarlamıza kadar getirmesi ile çok önemli bir teknolojidir. Güneş pilleri ile kurulan güneş tarlaları, solar enerji nimetlerinden faydalanmamıza ve diğer enerji kaynaklarına olan bağımlılığımızı azaltmamıza yardımcı olacaktır.

Mevcut güneş enerjisi destekli sulama sistemlerinde güneş pilleri arazi yüzeyine sabit olarak kurulmaktadır. Sabit olarak kurulan bu sistemler, güney yönünde, dönemlik ortalama optimum güneş geliş açısına göre yerleştirilmektedirler. Ayrıca arazi yüzeyine kurulan ve güneşin doğuşundan batışına kadar sabit açı ile bir ekseninde (doğu-batı yönünde) takip eden sistemler de (Trackers) mevcuttur. Bunun dışında mevcut olan ve genellikle bilinen bir römorkun üzerine sabit şekilde yerleştirilen, mobil özelliği kazandırılan,

\* 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.

ama çok kısıtlı işlevi olan sistemlerin de bulunduğu bilinmektedir. Bu sistemler sabit konumları nedeniyle, günün her saatinde güneş enerjisinden tam olarak yararlanamadığı için tam kapasite ile çalışmamaktadırlar ve bu sistemlerde randıman eksikliği ortaya çıkmaktadır. Bu randıman eksikliğini kapatmak için genellikle aküler veya ek güneş pilleri kullanılmakta ve buna bağlı olarak gereksiz ek masraflar ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada yukarıda bahsedilen bazı dezavantajların önüne geçen tasarlanmış ve imal edilmiş olan **"Mobil Güneş Pili Sulama Sistemli Prototip Makine"** ile ilgili arazi koşullarında bazı deneysel çalışmaları belirlenmeye çalışılmış ve değerlendirilmeler yapılmıştır.

### MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada Harran Ovası içinde bulunan Şanlıurfa GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsünün Koruklu Araştırma İstasyonu arazisinde uygulamaya dönük olarak denemesi yapılan mobil güneş pili sulama makinasının performansı incelenmiştir. Bu İstasyon Şanlıurfa-Akçakale yolunun 31. km'sinde kurulu 36°42' kuzey enlemi 38°58' doğu boylamında olup, denizden yüksekliği 410 m' dir (Anonim, 2002).

Mobil güneş pili sulama makinası bünyesindeki mekanizma sayesinde hem güneşi 2 eksenle takip edebilmekte (doğu-batı ve kuzey-güney doğrultusunda) hem de mobil özelliğinden dolayı istenen araziye transferi kolaylıkla sağlanmaktadır. Ufuk doğ-

rultusunda herhangi bir engel olduğunda mobil özelliği sayesinde yeri kolaylıkla değiştirilebilmektedir. Bu kapsamda tam gün performans denemelerinde 32 adet 170 W'lık panellerin ürettiği güç ile güneşi doğuşundan batışına kadar takip edebilmektedir. Yani bu sistemde güneş ışınları panellere gün boyu hep dik ve dike yakın doğrultuda geldiği için güneş pilleri maksimum ışınım şiddetine maruz kalmaktadırlar.

Güneş takip mekanizmasının enerjisi, güneş pillerinin ürettiği enerjiyle karşılanmaktadır.

Mobil güneş pili sulama makinasında kullanılan belli başlı sulama, yıkama ve otomatik güneş takip elamanları aşağıda verilmiştir;

#### Sulama elamanları,

- 32 adet, 24 volt ve 170 W gücünde güneş panelleri
- 1 adet DC motor sistemi (3.5 kW/4.6 HP, MPPT kontrol ünitesi)
- 6 adet pompa başlığından oluşmaktadır. (0-170 m derinlik ve 0-70 ton/saat debi aralığında)

#### Otomatik güneş takip elamanları,

- 4 adet 160 Watt'lık, 24 voltluk güneş panelleri
- 2 adet jel akü 200 A, 12 voltluk,
- 1 adet solar kontrol ünitesi,
- 1 adet invertörlü AC motor (3 kW'lık, tam sinüs)'dan oluşmaktadır.

Mobil güneş pili sulama makinasının çalışma ve yol konumuna ait çeşitli görüntüler Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Mobil güneş pili sulama makinasının görüntüleri

Yukarıda belirtilen elamanların sulama esnasındaki gerçek performansını belirlemek için birçok farklı parametre ölçülmüştür.

Sistemin performansını belirlemek için kullanılan cihazlar şunlardır;

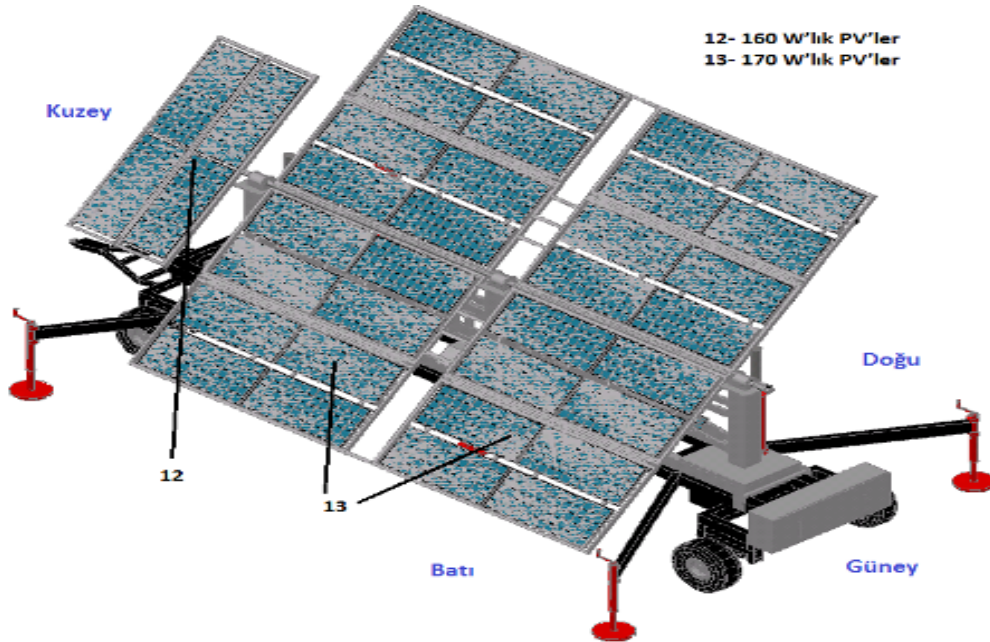
- **Piranometre:** Anlık güneş ışınım değerleri ölçümü için,
- **Datalogger:** Anlık DC akım, DC volt ve panel sıcaklık değerleri ölçümü için,
- **Digital Kronometre:** Sulama zamanını ölçme ve kayıt için,
- **Voltmetre ve Pensampermetre:** Anlık volt ve akım değerlerini ölçmek için,
- **Elektromanyetik Debimetre:** Anlık geçen debiyi ölçmek için,
- **Su sayacı:** Toplam debiyi ölçmek için,
- **Isıl çift:** Ortam gölge ile güneş pili yüzey sıcaklığını ölçmek için kullanılmıştır.

Genel olarak çalışma esnasında ışınım şiddeti, akım, gerilim, sıcaklık, anlık ve toplam debi gibi veriler kayıt altına alınmıştır. Mobil güneş pili sulama makinasının şematik görünümü Şekil 2’de verilmiştir. Şekil 2’de, en alt tarafta tekerlekler, tekerleklerin üzerine ana şase, onun hemen üzerinde hareketli şase ve onun üzerinde de güneş pillerinin yer aldığı PV platform görülmektedir. Prototip makine sulama yaparken çeki

oku kuzeyde kalacak şekilde konumlandırılmıştır. Böylece sulama dönemindeki güneşin konumuna göre panellerin güneşi dik alması sağlanmıştır. Güneşi doğuşundan 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 (Atay, 2012).

### ARAŞTIRMA BULGULARI

Panellerin takılı olduğu ve aralıklı demir profillerin bağlandığı platform hareketli bir mil (ana mil) üzerine stabil olarak yerleştirilmiştir. Böylece hareketli mil sayesinde doğu batı yönünde güneş durumuna göre otomatik olarak hareket edebilmekte ve güneşin doğuşundan batışına kadar panel yüzeyleri güneşi dik açıda görmesini sağlayacak şekilde çalışmaktadır. Ayrıca optimum açı içinde kuzey-güney yönünde hareketli olup istenen aylık değere ayarlana bilinmektedir. Böylece otomatik zaman ünitesi 24 saat dilimine ayarlı olup güneşi doğuşundan batışına kadar takip etmektedir. Önceden ayarlanan güneşin doğuş saatine göre bu işlem tekrarlanmaktadır. Aylık güneşlenme süresi ve optimum açısının değişmesi ile yeni ayarlama gerektirmektedir.



Şekil 2. Mobil güneş pili sulama makinası

İmalatı yapılan seyyar (mobil) güneş pili sulama sistemli prototip makinenin arazi koşullarındaki performans verilerinin alınması 2. yılında olup şüphesiz en büyük çıktılardan bir tanesi de aktif olarak arazi koşullarında olan mobil güneş pili sulama makinasının ikinci yaşında ve kışında (rüzgâr, yağmur ve kar gibi olumsuz koşullarda) kayda değer bir sorunla karşılaşmamasıdır.

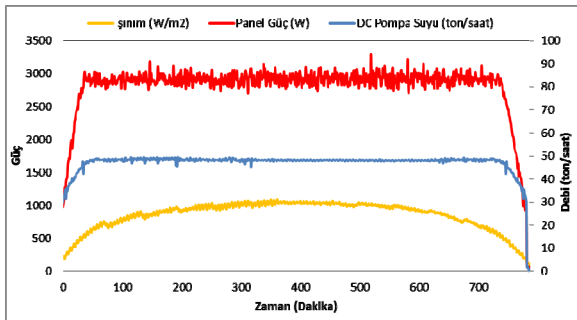
Mobil güneş pili sulama sistemine ait örnek tam gün performans denemesi olarak 25.04.2013 tarihinde Şekil 3-4'te gösterildiği gibi DC pompa yaklaşık 13 saat çalışmıştır (0-12 metre aralıktaki derinlikten).

Sabah saat 05:50'den sonra ışınım 187 W/m<sup>2</sup> sınırını geçmiş ve DC pompa panellerden başlangıçta 972 W DC güç çekerek çalışmaya başlamıştır.

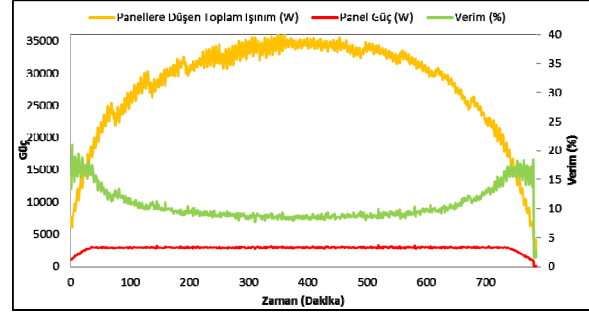
Sabahın ilk saatlerinde panel sıcaklığı sabah 5,5°C iken gün ortalarında 39°C'lere yükselmiş pompa durduğunda ise 25°C'ye inmiştir. Gölge sıcaklığı ise sabah 6,84°C iken gün ortalarında 25°C'ye yükselmiş pompa durduğunda (18:50) ise 24°C'ye inmiştir. Gün boyu güneş ışınımı 0 W/m<sup>2</sup> ile 1087W/m<sup>2</sup> arasında değişkenlik göstermiştir.

Tüm panellere (32 adet) gün boyu düşen toplam ışınım miktarı 369,295 kW olmuştur. DC pompa çalıştığında tüm panellerden 36,726 kW güç elde edilmiş ve tüm gün boyunca toplam 684 ton su çekilmiştir.

Toplam ışınım şiddetine bağlı olarak sistemden pompanın çektiği toplam gücün verimi %9,94 'tür. Verim en yüksek değerine sabah ve akşam saatlerinde yaklaşık olarak %18,88 ve en düşük değerine ise öğle saatlerinde yaklaşık olarak %7,58 olmuştur.



Şekil 3 25 Nisan 2013 tarihli tam gün prototip makinenin veri grafikleri



Şekil 4 25 Nisan 2013 tarihli tam gün prototip makinenin veri grafikleri

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Arazi şartlarında çalışan mobil güneş pili sulama makinası hem petrol kaynaklı hemde elektrik şebekesi kaynaklı çalışan pompalara alternatif olabildiğini 2 senedir süren denemelerde göstermiştir. Aküsüz 13 saat civarında çalışması şüphesiz en büyük bulgular-dan bir tanesidir. Günümüzde çok büyük güçlü AC pompaların enerji ihtiyacı ancak inverter'li sistemlerle karşılanabilmektedir. Sulamada inverter dönüştürücü kullanmak yerine büyük güçlü DC motorların geliştirilmesi ve üretilmesi çok büyük bir ihtiyaçtır.

Türkiye'de alternatif enerji kaynaklarının kullanımı konusunda verilen desteklerin devlet politikası haline gelmesi bu anlamda en büyük adımlardan biri olmuştur. Çünkü bu tip sistemlerin yaygınlaşmasıyla hem güneş panelleri fiyatları azalacağı gibi yeni teknolojilerin önünü de açması kaçınılmaz olacaktır. Çalışmada bahsi geçen mobil güneş pili sulama makinasının tarımsal üretimde yaygınlaşması da kaçınılmaz olmuştur. Yeni sulamaya açılacak alanlarda sulamanın diğer enerji kaynaklarıyla ekonomik açıdan uygun olmadığı tüm arazilerde mobil güneş pili sulama makinasının kullanımı daha uygun olduğu yapılan arazi çalışmalarında da görülmüştür.

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

Prototip makinenin değişik pompa başlıkları ve seyyar özelliğinden dolayı farklı yerlerdeki araziler sulanabilecektir. Ayrıca, bu makine ile özellikle fotovolt-taik pillerin çalınması ve kırılması gibi sorunların önüne de geçilmiş olacaktır.

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonim, (2002). Hidrometeorolojik rasat verileri. Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü.
- Atay Ü., Y. Işiker, B. Yeşilata, (2009). 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). 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). "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), Güneş Pili Damla Sulama Sistemi, GAP VI. Tarım Kongresi Kitabı, Şanlıurfa.
- Atay Ü., Y. Işiker, B. Yeşilata, (2011), 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) "Güneş Enerjili Damla Sulama Sistemi Arazi Performansının Deneysel Değerlendirilmesi" TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi Kitabı, 7-8 Ekim. Mersin.
- Atay Ü., Y. Işiker, B. Yeşilata, U. Rastgeldi, (2012) "Seyyar (Mobil) Güneş Pili Sulama Sistemli Prototip Makinanın Tasarımı ve İmalatı" Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, ISSN 1306-0007, 2012 8 (2) SAF.147-151 (27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi. Samsun.
- Atay,Ü., Işiker, Y., Yeşilata, B., 2012, "Mobil ve Sabit Güneş Pili Destekli Sulama Sistemlerine Örnek Deneysel Çalışmalar" Gündergi,1.Sayı Issn:2147-4907 12/ 2012-01/ 2013-/02/Sayfa 47-51.
- 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.