

## GÜNEŞ PİLİ ENERJİSİYLE ÇALIŞAN DAMLA SULAMA SİSTEMİNİN KURULUMU VE YAYGINLAŞTIRILMASI

Ümran ATAY<sup>1</sup>, Yusuf IŞIKER<sup>2</sup>, Bülent YEŞİLATA<sup>2</sup>, Abdullah Suat NACAR<sup>1</sup>, Ahmet ÇIKMAN<sup>1</sup>, Ufuk RASTGELDİ<sup>1</sup>

1GAP Toprak Su Kaynakları ve Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Şanlıurfa  
2Harran Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü, Osmanbey Kampüsü, 63000 Merkez,  
Şanlıurfa.

umranatay@hotmail.com<sup>1</sup>, yusuf47@harran.edu.tr<sup>2</sup>, byesilata@harran.edu.tr<sup>2</sup>

### ÖZET

Alternatif enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisinin tarımda güneş pili vasıtasıyla kullanımı ve yaygınlaştırılması ekosisteminin sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir. Ancak bu tip sistemler, arazi şartlarında nadir olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma Türkiye ortalamasının üzerinde güneş enerjisi potansiyeline sahip olan Şanlıurfa ilinin tarla koşullarında kurulmuştur. Bu çalışmada fotovoltaik güçle çalışan bir damla sulama sistemi (PVDS) hakkında genel bilgiler verilmiştir. Böyle bir sistemin modellenmesi ve kurulumunda dikkat edilmesi gereken hususlar tartışılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** güneş enerjisi, fotovoltaik, damla sulama

### ABSTRACT

Usage of solar energy (photovoltaic) which is one of the alternative energy sources in agriculture via solar battery is very important for maintenance of ecosystem. But these kinds of systems are used very seldom in field conditions. This study was conducted in field conditions of Şanlıurfa province, where which has more there is solar energy potential than average of turkey, in the article general knowledge was given about drip irrigation system (PVDS) which runs on photovoltaic power. Modeling and some important subjects in establishment of this system were discussed in the study.

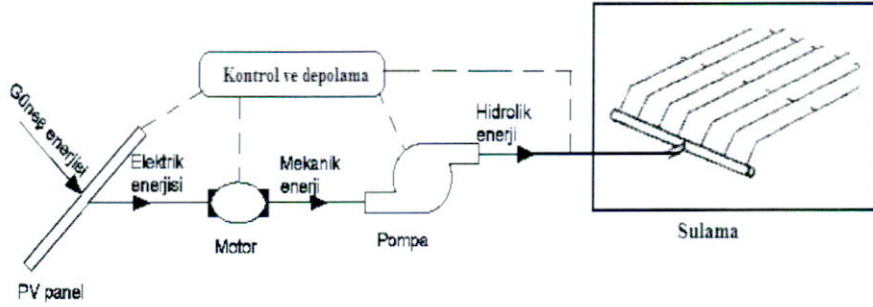
**Keywords:** solar energy, photovoltaic, drip irrigation

### 1. GİRİŞ

Günümüzde sulama işlemi için en az çaba ile su pompalama amacıyla birçok yöntem geliştirilmiş ve değişik güç kaynaklarından yararlanılmaktadır. Var olan güç kaynaklarına alternatif olarak birçok yenilenebilir güç kaynakları söz konusudur. Ekosisteminin sürdürülebilirliği için (atmosfere salınan metan ve karbondioksit oranının düşürülmesi için) alternatif enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisinin tarımda güneş pili vasıtasıyla kullanımının ve yaygınlaştırılmasının çok büyük önem arz ettiği bilinmektedir. Ancak bu tip sistemlerin, arazi şartlarında uygulamaya dönük olarak yok denecek kadar az olması, kullanımını ve yaygınlaşmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Güneş pili (PV) sistemleri, özellikle elektriğin ulaştırılmadığı yerlerde su temini ve tarımsal sulama amacıyla kullanılmaktadır.

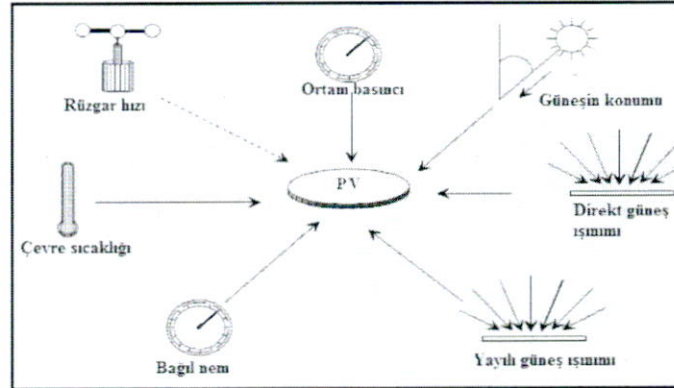
Şekil 1'de şematik olarak gösterilen; güneş enerjili (GE) ya da PV destekli damla sulama sistemleri (PV-DSS), enerji ve su kullanımında sağladığı verimlilik nedeniyle, GAP Bölgesi'nde aşırı enerji ve su tüketimine yönelik sorunları gidermede en uygun çözümlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak, 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 (Yeşilata ve ark.). PV-DSS 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. DSS 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 (Atay ve ark. 2009).

## 1. GAP Organik Tarım Kongresi 17–20 Kasım 2009 Şanlıurfa



Şekil 1. PV-DSS temel bileşenleri

Pompanın sağlaması gereken toplam basınç ve debi değerlerini sulama sezonu boyunca karşılayacak elektriksel güç dikkate alınarak PV sistem elemanlarının boyutlandırılması yapılır. PV pompa uygulamalarında, sistem bileşenlerinin doğru seçimi ve uzun dönem performans analizlerinin yapılmasında ciddi seviyede zorluklar söz konusudur. Öncelikle; panellerin ışınım şiddetine bağlı olarak lineer olmayan tarzda değişen akım ve voltaj çıktılarının belirlenmesi çalışma noktalarının tespiti için yeterli olmayıp, sistemde kullanılan motor-pompa ikilisinin yük direncine bağlı yine lineer olmayan bir tarzda değişim gösteren (I-V) karakteristiklerinin birlikte değerlendirilmesi gerekliliğidir. Bunun yanında PV sistem çıktısı ve performansı, Şekil 2'de gösterilen çok sayıda dış ortam parametresinin fonksiyonudur (Fıratoğlu, ve Yesilata). Bunun gibi sebeplerden dolayı Güneş enerjili sulama (GES) sistemlerinin tasarımında, sistemin çalıştığı süre boyunca, sistemdeki doğal etmenler de (iklim, hidroloji, kuyu, pompalama sistemi, sulama, tarım ve güç kaynağı) dahil olmak üzere sistemi oluşturan bütün bileşenler ayrıntılı olarak dikkate alınması gerekmektedir.



Şekil 2. PV sistem performansını etkileyen dış ortam parametreleri

Bu çalışmada Türkiye ortalamasının üzerinde güneş enerjisi potansiyeline sahip olan Şanlıurfa ilinin tarla koşullarında kurulmuş olan fotovoltaik güçle (Güneş pili gücüyle) çalışan bir damla sulama sistemi (PVDS) hakkında genel bilgiler verilecek olup, böyle bir sistemin nasıl modellenmesi gerektiği ve kurulumunda dikkat edilmesi gereken hususlar verilmiştir. Bunun için bu çalışmadaki sistem, belirlenmiş bir alanda yörede yetiştirilen yerli biberin sulama gereksinimine yönelik olarak boyutlandırılmıştır. Çalışma sonunda gerçek tarla koşullarında elde edilmiş sonuçlar kullanılarak yöredeki çiftçilerin ikna edici şekilde yönlendirilmesi ve bu tip sistemlerin yaygınlaştırılması sağlanacaktır. Bu çalışma bahsi geçen İki yıllık olan projenin ilk yılki gözlemlerden ve tespitlerden faydalanılarak hazırlanmıştır.



# 1. GAP Organik Tarım Kongresi 17–20 Kasım 2009 Şanlıurfa

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Uluslararası literatürde PV sulama sistemlerinin optimizasyonuna yönelik çok sayıda çalışma mevcuttur. Ülkemizde özellikle son yıllarda bu kapsamda yapılan çalışmalarda bir artış söz konusudur. Gençoğlu ve ark. (2000), Doğu Anadolu Bölgesindeki güneş enerjisi potansiyelini değerlendirmek amacıyla, küçük güçlü tüketicilerin beslenmesinde fotovoltaiik sistemlerin kullanılması incelenmiştir. Bu sistemlerin besleme sürekliliği açısından problem olması ihtimaline karşı PLC yardımıyla kontrol edilen yedek enerji kaynaklarından yararlanılması amaçlanmıştır. Ayrıca bölgede fotovoltaiik bir kaynaktan beslenen su pompalama sistemlerinin kullanım imkânları araştırılarak, bu konuda bilgi birikiminin sağlanmasını hedeflemişlerdir.

Yeşilata ve Aktacir (2000), çalışmalarında fotovoltaiik (PV) güç sistemli su pompalarının dizayn esasları incelenmiş ve sistem bileşenlerinin kolaylıkla seçimine katkıda bulunacak bir yöntem takip edilerek tasarım grafikleri (abakları) oluşturulmuştur. Bu grafikler yardımıyla sistem için gerekli fotovoltaiik güneş paneli seçimi pratik olarak yapılabileceğini belirlemişlerdir. Yeşilata ve Aktacir, 2001, çalışmalarında şu şekilde DC/AC dönüştürücüsünü tanımlamışlardır; "Fotovoltaiik paneller doğru akım kaynaklarıdır. Bu nedenle PV sistemlerin ürettiği elektrik enerjisi doğru akım (DC) ile çalışan cihazlara direkt olarak uygulanmasına karşın, günlük hayatta kullandığımız birçok cihaz alternatif akım (AC) ile çalışmaktadır. Bu durumda PV sistem ile cihaz arasında bir DC/AC dönüştürücü (inverter) gereklidir. İnverter kullanımının, sistem performansını ve güvenilirliğini azaltması dışında maliyetin yükselmesine sebep olması gibi dezavantajları söz konusudur."

Kavlak ve Güngör (2006), çalışmalarında mazotlu pompa yerine fotovoltaiik pillerle bir su pompalama sistemi uygulanıyor olsa daha temiz ve daha ekonomik yollar ile sulama işlemi yapılabilir olduğunu belirtmişlerdir. Işiker ve ark. (2006), çalışmalarında panel yüzey sıcaklığı, panel eğim açısı ve elektriksel yüke ait direnç değerinin, PV panel güç çıktısı üzerindeki etkisi; teorik ve deneysel olarak incelemişlerdir. PV panel yüzeyi üzerine gelen günlük toplam ışınım şiddetini optimize etmek amacıyla yaptıkları hesaplamalardan, panellerin optimum aylık eğim açılarında yerleştirilmesi en uygun çözüm olarak gözlemlemişlerdir.

Dursun ve Saygın (2006), çalışmalarında güneş enerjisi ile çalışan 300W gücündeki 3 fazlı 12/8 kutuplu bir anahtarlamalı relüktans motor için boost konvertör tasarlamışlardır. Tasarladıkları konvertörü, sistemden maksimum verim elde etmek amacıyla kullanılmışlardır. Bu sürücü sistemi sulama sistemindeki santrifuj su pompasının sürülmesinde kullanmışlardır. Ayrıca, tasarlanan sürme sistemi ile ilk hareket anındaki darbe akımları önlemişlerdir. Sürücü sisteminde düşük maliyetli ve yeterli performansa sahip bulunan PIC16F877 mikro denetleyicisi kullanmışlardır.

Yeşilata ve ark. (2006), çalışmalarında küçük ölçekte su teminine yönelik direkt-akupleli prototip bir PV panel dalgıç pompa sistemi deneysel olarak analiz etmişlerdir. Sistemin günlük çalışması sırasında etkili olan parametrelerin anlık ve ortalama değerler bazında değişimlerine ait ölçüm sonuçları sunmuşlardır. Elde edilen sonuçlar, dinamik çevre koşullarının PV panele ait parametrelerin anlık değerlerinde büyük dalgalanmalara sebep olduğunu, pompa debisindeki dalgalanma ise çok düşük seviyelerde kalmakta olduğunu ve PV panel çalışma parametreleri ile pompalanan su debisi arasında lineer olmayan bir ilişki mevcut olduğunu gözlemişlerdir. Deneysel sonuçlar kullanılan prototip sistem için geçerli olmakla birlikte, sistem tasarım ve kullanıcılarının göz önüne alması gereken noktalar şu şekilde sıralamışlardır:

- Dinamik atmosfer koşulları nedeniyle, temel sistem parametrelerinin anlık değerlerinde önemli dalgalanmalar beklenmelidir,
- Güneş ışınım değeri, PV panel akımını doğru orantılı; panel sıcaklığı ise voltaj değerini ters orantılı olacak şekilde ciddi seviyede etkilenmektedir,
- Anlık değerlerdeki önemli dalgalanmalara karşılık, pompalanan ortalama su debisindeki değişim nispeten düşük olmaktadır,
- PV panel parametrelerinin sadece biri kullanılarak, debi tahmini yapmak gerektiğinde, en uygun parametrenin panel çıkış gücü olduğunu ve bu durumda bile hesaplamalarda önemli sapmalar olacağından önceden dikkate alınması gereklidir,
- PV-pompa sisteminin ilk yatırım maliyetinin yüksek, sistem toplam veriminin (sağlanan hidrolik güç/gelen güneş ışınım gücü) ise düşük seviyelerdedir.



# 1. GAP Organik Tarım Kongresi 17–20 Kasım 2009 Şanlıurfa

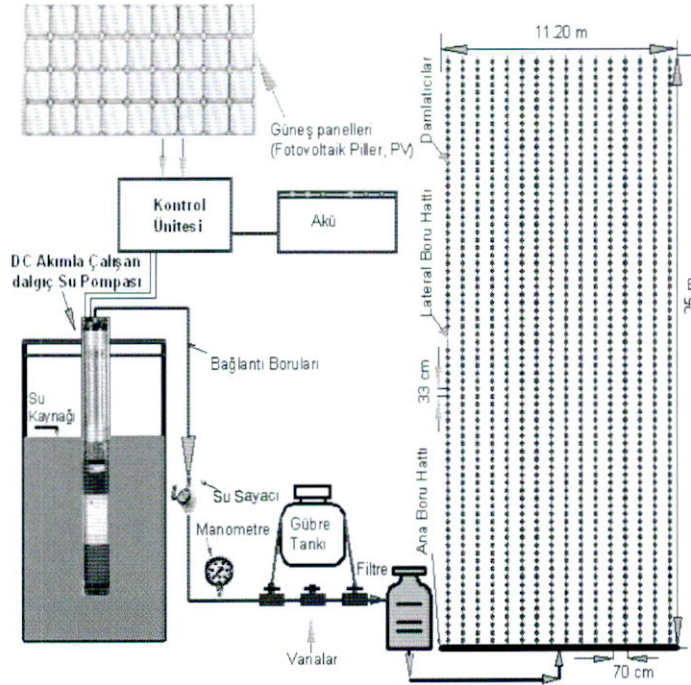
Atay ve ark. (2009), çalışmalarında Türkiye ortalamasının üzerinde güneş enerjisi potansiyeline sahip olan Şanlıurfa ilinin tarla koşullarında kurulmuş olan fotovoltaik güçle (Güneş pili gücüyle) çalışan bir damla sulama sistemi (PVDS) hakkında genel bilgiler vermişlerdir.

## 3. MATERYAL VE YÖNTEM

### 3.1. Materyal

PV sulama uygulaması için seçilen arazi ve DSS tesisatı ile ilgili boyutlar Şekil 3'te gösterilmiş olup PV-damla sulama sistemi için başlıca kullanılan cihazlar aşağıda verilmiştir. Buna göre bu cihazlar;

- Güneş panelleri; 4 adet 24V, 160 Wp, 20 yıl garantili
- Batarya grubu; Akü kapasitesi 2 adet 12 V/230 Ah,)
- Solar kontrol ünitesi: MPPT (1 adet),
- Dalgıç PV solar pompa: (1 adet), Debisi 3–5 ton/saat, 22 metre basma yüksekliği, DC akımlı akülü sistemde 300W, direk bağlandığında 450 Watt,)
- Su sayacı ve debimetre (1 adet),
- Manometre (1 adet),
- Gübre tankı (1 adet),
- Filtre (1 adet),
- Vanalar, bağlantı boruları, ana boru hattı ve lateral boru hattından oluşmaktadır.



Şekil 3. PV-DSS uygulamasının arazi ve tesisat boyutları

Yukarıda belirtilen sistemde; ilk yatırım masrafları yanında; işletme ve bakım masraflarını tespit etmek, her iki sistemin sulama anlarındaki gerçek performansını belirlemek için birçok farklı parametre ölçülmektedir. Bu amaçla kullanılan diğer 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 AC volt ve AC akım ölçmek için.
- Elektrik sayacı: Harcanan elektrik enerjisi ölçecektir (Kwh),

## 1. GAP Organik Tarım Kongresi 17–20 Kasım 2009 Şanlıurfa

- Elektromanyetik Debimetre: Anlık geçen debiyi ölçmek için kullanılacaktır.

Toprak yapısı; Araştırmanın yürütüleceği yerde, kırmızı kahverengi büyük toprak grubu hakimdir. Araştırma, Harran Ovası kırmızı kahverengi toprak grubunda yaygın olarak yer alan Harran serisinde yapılmaktadır. Anılan seri toprakları alüvyal ana materyalli düz ve düze yakın eğimli derin topraklardır. Tipik kırmızı renkli profilleri killi tekstürlüdür. Üst toprak orta köşeli blok, sonra granüler; alt toprak kuvvetli iri prizmatik sonra kuvvetli orta köşeli blok yapıdadır. Aşağılara doğru artan yoğunlukta sekonder kireç ceplerini içermektedir. Kayma yüzeyleri B horizonunda başlayıp, aşağıya doğru belirginliği artmaktadır. Tüm profil çok kireçlidir, seri topraklarının organik madde içeriği düşük, KDK' ları yüksektir. Organik madde yüzeyden aşağılara doğru azalmakta %0,9–0,3 arasında değişmektedir. KDK kil içeriğine bağlı olarak alt katmanlara doğru artmaktadır (Dinç ve Ark. 1988).

### 3.2. Yöntem Sistem Kurulumu

DSS projelendirilmesi yapılırken, sulama için gerekli debi referans alınarak, su kaynağından itibaren son dağıtıcıya kadar hattaki tüm elemanlardaki basınç kayıpları dikkate alınmış ve pompanın sağlaması gereken toplam basınç ( $\Delta P$ ) bulunmuştur. Bu hesaplamaların yapılabilmesi için, sulanacak arazi ve sulama hatlarına yönelik tüm boyutların ve elemanların belirlenmiştir.

Toprak hazırlığı; Ekimden önce kulaklı pulluk ve kültivatörle toprak işleme yapıldıktan sonra rototiller ile kesekler parçalanarak üzerinden tapan geçirilip ekime hazır hale getirilmiştir.

Parselasyon çalışmaları; Test bitkisi olarak yetiştirilecek olan yerli biber deneme parselleri 2 adettir. Her bir parselde aynı çeşit ve özellikte yerli biber ekilmiş olup tüm yetiştirme şartları eşittir. Her parsel 25 m uzunluğunda, 11.20 m genişliğinde ve 16 sıradan oluşmaktadır. Biber tohumları mart ayının ilk haftası civarında yastıklara ekilmiş daha sonra mayıs ayı ortalarında sıra araları 70 cm, sıra üzeri 40 cm olacak şekilde tarlaya dikilmiştir.

Gübreleme; Deneme parsellerine biber yetiştiriciliği için 21 kg/da N, 10 kg/da  $P_2O_5$  gübrelere uygulanmıştır. Azotlu gübre %21'lik Amonyum sülfat, fosforlu gübre fosforik asit formunda sulama suyu ile birlikte verilmiştir. Bu çalışmada genel olarak kullanılmış gübre ve gübre miktarları toprak analizine göre belirlenmiştir.

Sulama; Her toprağın su tutma kapasitesi farklıdır. Toprakların su tutma kapasitesi toprak bünyesine göre değişmektedir. Toprakların su tutma kapasitesi hem sulama zamanını hem de sulama suyu miktarını etkilemektedir. Sulama zamanının belirlenmesinde kullanılan yöntemler değişmekle beraber Kurulu olan sistemde sulama damla sulama sistemi ile yapılmıştır. Aynı toprak, bitki ve su şartlarında yapılmış çalışmalar sonucunda en uygun Damla sulama yönteminde uygulanan deneme konuları sulama Aralığı 4 gün aralıkla ve Class- A pan 4 günlük yığılımlı buharlaşma değerlerinin 1.25 Pan katsayısı ile çarpılarak belirlenmiş değerler ile sulama yapılmıştır. Sulamalar Mayıs ve Ekim ayları arasında yapılmış olup, sulamalarda verilmiş su miktarı aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir. (Taş ve ark. 2007).

$$I = A * Ep * Kpc * P \quad (1)$$

Eşitlikte; (**I**) parsele uygulanan sulama suyu, (**A**) parsel alanı ( $m^2$ ), (**Ep**) sulama aralığındaki birikimli Class A Pan buharlaşma miktarı (mm), (**Kpc**) Pan katsayısı, (**P**) örtü yüzdesini (%) ifade etmektedir.

İhtiyaç duyulan debiyi hesaplamak için şu işlemler yapılmıştır;

$$\text{Parsel ölçüleri Ekimde: } 25 \text{ m} * 11.2 \text{ m} = 280 \text{ m}^2,$$

$$\text{Lateral boru hatları sayısı} = \text{Parsel genişliği} / \text{sıra arası mesafe} = 11.2\text{m}/0.70\text{m} = 16 \text{ adet sıra},$$

$$\text{Bir sıradaki damlatıcı sayısı} = \text{Parsel uzunluğu}/\text{Damlacıklar arası mesafe} = 25 \text{ m}/0.33\text{m} = 75 \text{ Adet},$$

Kullanılan damlatıcı debileri 1 atm basınçta saatte 4 litre su verecek tipte olanlar kullanılmıştır. Buna göre;

$$\text{Bir lateral boru hattı için gerekli debi} =$$

$$\text{Bir sıradaki damlatıcı sayısı} * \text{bir damlatıcı debisi} = 75\text{adet} * 4\text{lt/saat} = 300 \text{ lt/saat},$$



## 1. GAP Organik Tarım Kongresi 17–20 Kasım 2009 Şanlıurfa

### Toplam gerekli su debisi=

Lateral boru hatları sayısı \* Bir lateral boru hattı için gerekli debi= 16 sıra\*300lt/saat = **4800lt/saat** bulunmuştur.

Sistemin uzun dönem enerji analizinin yapılabilmesi için ışınım şiddetinin ve çevre sıcaklığının bir fonksiyonu olan panel karakteristiklerinin matematiksel modellerle tanımlanması gerekir. Literatürde kristal silikon hücre ile ilgili geliştirilmiş bir çok model bulunmakla birlikte; panel karakteristiklerin tanımlanmasında,  $R_{sh} \gg R_s$  varsayımıyla elde edilen aşağıdaki matematiksel model yaygın olarak kullanılmaktadır (Dursun ve Saygın 2006, Fıratöğlu ve Yesilata 2004).

$$I = I_L - I_{kr} \left[ \exp\left(\frac{V + IR_s}{A}\right) - 1 \right] \quad (2)$$

Denklemlerdeki  $I_L$  yüzeye ışınım düştüğünde üretilen akımı,  $I_{kr}$  karanlık devre akımı,  $R_s$  seri direnci,  $A$  termal voltajı,  $I$  ve  $V$  sırasıyla çalışma akımını ve voltajını göstermektedir. Bu modelin en büyük özelliği, beş olan parametre sayısının dörde düşürülmesi sonucu üretici firma katalog verileriyle çözüm yapılabilmesidir.

DC motorlar uyarılma alanlarına göre; kendinden uyarılı, seri, şönt ve komponent olmak üzere dört tipte sınıflandırılırlar. PV su pompalarında sürücü olarak kendinden uyarılı fırçasız DC motor kullanımı yaygındır. Kendinden uyarılı DC motorlarda; diğer tip DC motorların aksine, manyetik alan statore yerleştirilen elektrik sargıları üzerinden akım geçilerek değil, mıknatıslar vasıtasıyla üretilir. Ayrıca akım değişimini sağlayan fırçalar yerine elektronik bir cihaz kullanılır. Böylece statordeki sarımlardan geçen akım ve fırçalar dolayısıyla meydana gelen kayıplar önlenmiş olur.

Tüm DC motorlar için genel gerilim ve moment (tork) bağıntıları:

$$V_m = E + V_a = K_v \omega + I_a R_a \quad (3)$$

$$M_m = P_m / \omega = K_M I_a \quad (4)$$

$$\eta_m = P_m / P_{pv} = (M_m \omega / VI) \quad (5)$$

şeklinde tanımlanmaktadır (Dursun ve Saygın 2006). Denklemlerde;  $V_m$  motora uygulanan gerilimi,  $E$  elektro-motor kuvveti,  $I_a$  motor armatür akımını,  $R_a$  motor armatür direncini,  $K_v$  motor gerilim sabitini,  $\omega$ , motor şaftının açısal hızını,  $P_m$  motor şaft gücünü,  $M_m$  motor elektromanyetik torkunu,  $K_M$  tork sabitini,  $\eta_m$  motor verimini göstermektedir.

PV sistemlerin su pompası uygulamasında en çok kullanılan pompa tipi santrifüj prensibine göre çalışan pompalardır. Bunun en büyük nedeni; bu tip pompaların PV kaynaklı güce uyumlu yük profiline sahip olmalarıdır (Dursun ve Saygın 2006). Ayrıca diğer pompalara göre daha basit bir yapıya sahip olması, ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin düşük olması ve dizayn açısından geniş seçenek sunmaları diğer önemli avantajlarıdır. Bu tip pompalarda, enerji dönüşümü pompa çarkı üzerindeki kanatçıklar boyunca gerçekleşir. Su pompa eksenine paralel  $V_1$  hızıyla pompaya girip, pompayı radyal veya yine eksensel yönde  $V_2$  hızıyla terk eder. Suyun pompaya giriş ve çıkışı arasında oluşan  $\Delta V$  kadar hız farkından dolayı (sürtünmeler ve kot farkı ihmal edildiğinde),

$$\Delta P = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} \rho \quad (6)$$

kadar basınç farkı oluşur. Oluşan basınç farkı sonucunda su daha yüksek kotlara pompalanır. Denklemdaki  $\rho$  akışkan yoğunluğunu göstermektedir. DC motorun pompaya sağlaması gerekli güç ise;

$$P_m = Q \cdot \Delta P / \eta_p \quad (7)$$

şeklindedir.

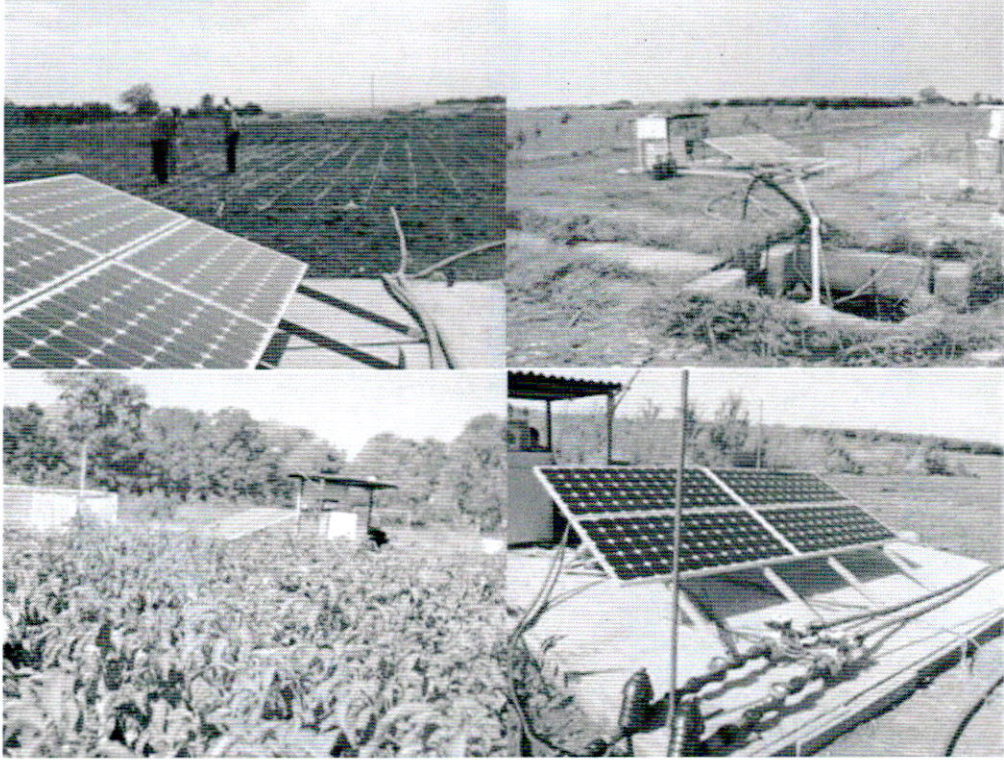


## 1. GAP Organik Tarım Kongresi 17–20 Kasım 2009 Şanlıurfa

Her bir parsel için gerek pompa debisi en az 4.8 ton/saattir. Buna göre kullanılan pompanın en az 4.8 ton/saat debide olması gerekmektedir. İletim boruları ve vanalardaki kayıplar göz önüne alındığında gerekli pompa debisi **5 ton/saat** olarak belirlenmiştir.

PV sistemde kullanılan pompa DC akımlı özel dalgıç pompa olup direk bağlandığında 450 watt, bataryalarla bağlandığında ise motoru 300 Kw harcamaktadır.

Arazide kurulan PV-pompalama sistemi elemanlarına yönelik görüntüler Şekil 4 'te gösterilmiştir.



Şekil 4. PV-pompalama sistemi elemanları

## 4. SONUÇ

Bu çalışmada, kurulumu tamamlanan PV-DSS uygulamasına yönelik çok kapsamlı teknik ve ekonomik parametre incelenecek olup, bu tür sistemlerin bölgede doğru bileşenlerle seçimine ve doğru yöntemlerle işletilmesine yönelik önemli bir bilgi ve deney altyapısı oluşacaktır.

Sistemi oluşturan bileşenlerin doğru seçimi ve dolayısıyla sistemden beklenen verilerin sağlanabilmesi için, sulama dönemini kapsayan aylara yönelik bir performans analizi gerçekleştirilmiştir. Tasarım için hedeflenen anlık debinin belli bir ışınım seviyesinin üzerinde kolaylıkla sağlanabildiğini, ihtiyaç fazlası batarya kullanılarak depolanması halinde, anlık debideki dalgalanmalara karşı önlem alınabildiği gözlenmiştir.

Bu sistemin tarla koşullarında kurulmasıyla çiftçilere sağlanması gerekli devlet desteğinin teknik ve ekonomik boyutu belirlenmesi için ve Teşvikle ilgili kurumsal mekanizmalara yol gösterici olabilecektir. Devlet desteği ile yaygınlaşma hızı artacağından, kurulum maliyeti de azalacaktır. Elde edilecek sonuçların çiftçiler tarafından bilinmesi, uygulamaya aktarılması güneş pillerinin yaygınlaşmasında çok büyük önem arz etmektedir. Güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kullanımlarına ülke enerji politikalarında yer verilmesi, enerji dış alımlarını azaltılabileceği gibi fosil yakıtlardan kaynaklanan çevre kirliliğinin azaltılmasını da sağlayacaktır. Tuzluluk ve çoraklaşma



## 1. GAP Organik Tarım Kongresi 17–20 Kasım 2009 Şanlıurfa

sorununa çözüm olacak damla sulama yönteminin bu sistemlerde kullanılması ile çiftçilere örnek teşkil edecek ve böylece yaygınlaşarak, tuzluluk ve çoraklaşma sorunlarının azaltılmasına katkıda bulunacaktır.

### TEŞEKKÜR

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

### KAYNAKLAR

- ATAY Ü., IŞIKER Y. ve YEŞİLATA B., "Güneş Enerjili Damla Sulama Sistemlerinde Modelleme ve Performans Analizi" TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi, sayfa 103–111, 6- 7 Kasım 2009, Mersin.
- ATAY Ü., IŞIKER Y. ve YEŞİLATA B., "Fotovoltaik Güç Destekli MİKRO Sulama Sistemi PROJESİ–1: GENEL ESASLAR" V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu bildiriler kitabı, sayfa, 19- 21 Haziran 2009, Diyarbakır.
- ATAY Ü., IŞIKER Y. ve YEŞİLATA B., "Fotovoltaik Güç Destekli MİKRO Sulama Sistemi PROJESİ–2: SİMÜLASYON ÇALIŞMASI" V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu bildiriler kitabı, sayfa, 19- 21 Haziran 2009, Diyarbakır.
- DURSUN M., SAYGIN A., 2006. Güneş Enerjisi İle Çalışan Bir Sulama Sistemi İçin Boost Konvertörlü Anahtarlamalı Relüktans Motor Sürücüsü, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 22(1-2) 57-65. Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi Bölümü, Ankara.
- FIRATOĞLU, Z.A., YEŞİLATA B., 2004, New Approaches On The Optimization Of Directly-Coupled Photovoltaic Water-Pumping Systems, Solar Energy, v77, n1, pp. 81-93.
- GENÇOĞLU, M.T., CEBECİ, M., GÜNEŞ, M., 2000. Güneş Enerjisi İle Çalışan PLC Kontrollü Su Pompası Sistem Tasarımı, III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, sy.207-215, Kasım, İSTANBUL.
- KAVLAK, İ. ve GÜNGÖR H., 2006. Fotovoltaik Piller ve Fotovoltaik Pillerin Tarımsal Sulamada Kullanılması I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi Bildiriler Kitabı, sy. 22-29, Eskişehir.
- TAŞ, M. A., NACAR, A. S., DEĞİRMENCİ, V., GÜLDÜR, E., 2007, GAP Bölgesi Harran Ovası koşullarında Urfa Biberinde Bazı Sulama Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Şanlıurfa Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Eylül, Şanlıurfa.
- YEŞİLATA B., AYDIN M., IŞIKER, Y., 2006, Küçük Ölçekli Bir PV Su Pompalama Sisteminin Deneysel Analizi, Mühendis ve Makina, cilt 47, sayı 553, sy. 31-38.
- YEŞİLATA, B., ve AKTACİR, A., 2001, Fotovoltaik Güç Sistemli Su Pompalarının Dizayn Esaslarının Araştırılması. Mühendis ve Makina Dergisi, 42 (493): 29-34.