

GÜNDERGİ



8 **ÖZ:** "Güneş enerjisi potansiyelimizi daha fazla değerlendirmeye çalışıyoruz"

14 **EZİNÇ:** "Sektörün sağlıklı gelişmesi için doğru bir noktadayız"

24 **TÜFEKÇİ:** "Teşvik olmadan enerji verimliliği de olmaz"



Mobil ve Sabit Güneş Pili Destekli Sulama Sistemlerine Örnek Deneysel Çalışmalar*

Ümran ATAY¹, Yusuf İŞİKER², Bülent YEŞİLATA²

¹ GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Şanlıurfa

² Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü-Şanlıurfa
umranatay47@hotmail.com, yusuf47@harran.edu.tr, byesilata@harran.edu.tr

Özet

Bu çalışmada Şanlıurfa ilinin yüksek güneş enerjisi potansiyelinden yararlanmak amacıyla sabit ve 2 eksenli hareketli mobil güneş pili destekli sulama sistemleri hakkında genel bilgiler verilmiş olup bunlara ait gerçek arazi koşullarındaki performanslarının deneysel çalışmalarının bir kısmı işlenmiştir. Güneşi takip eden sabit sisteme göre daha avantajlı olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle sabit sistemin hareketli sisteme göre sabah saatlerinde 2-3 saat geç çalışması ve akşam saatlerinde 2-3 saat erken kesilmesiyle günlük çalışma süresi azalmaktadır. Sonuç olarak sabit sistemler yerine hareketli sistemin kullanımı durumunda % 30'un üzerine oranından yüksekliği oluşmaktadır. Ayrıca bu çalışmada güneş potansiyeli bakımından Türkiye'nin en zengin bölgelerinden olan GAP bölgesinin güneş pili destekli enerji kaynakları ile sulanabilecek genel potansiyelinin olduğu arazi deney sonuçlarıyla belirlenmiştir. Yapılan arazi denemelerinin sonucu özellikle kanalet, drenaj kanalları, kapalı basınçlı sulama sistemleri ve Atatürk barajı gölet sahasının hemen yanında bulunan 0-50 metre arasındaki dik yüksekliğe sahip 100 da'lık arazide bulunan arazilerinin rahatlıkla güneş pili ile sulanabileceği belirlenmiştir.

1. GİRİŞ

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının maliyetlerinin giderek artması,

Fosil kaynakların kısıtlılığı, enerji üretiminde meydana gelen çevre kirliliği ve gün geçtikçe var olan enerji kaynakları maliyetinin artmasından dolayı hem yenilenebilir (sınırsız) hem de çevreyle uyumlu kaynakların araştırılması ve geliştirilmesi yönünde yaklaşımlar hızla artmaktadır (Koutroulis ve ark., 2001). Özellikle güneş enerjisi bölge potansiyeli bakımından öncelikli bir kaynak durumundadır. Çizelge 1.1'de gösterildiği gibi Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güneydoğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir (YEGM, 2012).

projesi kapsamında bulunan ve yeni sulamaya açılacak alanlara yeni enerji hatları oluşturulması gerekecektir. Bu yeni enerji hatlarının döşenmesi çok büyük maliyetlerle gerçekleşecektir. Bunun sonucunda ülkemize gittikçe artan yükler getirmesine sebep olacaktır. Bu yüklerin ileriye dönük azaltılması için yeni sulamaya açılacak alanlarda güneş pili destekli sulama sistemlerinin kullanımı halihazırda kullanılan enerji kaynaklarına göre avantajlı olacaktır. Bu nedenle GAP Bölgesinde bulunan illerin yüksek güneş enerjisi potansiyelinden tarımsal uygulamalarda yararlanmak amacıyla

Çizelge 1.1. Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı

Bölge	Güneş Enerjisi			Güneşlenme Süresi		
	Toplam ortalama	En çok (Haziran)	En Az (Aralık)	Toplam ortalama	En çok (Haziran)	En az (Aralık)
	kWh/m ² -Yıl	kWh/m ²	kWh/m ² -yıl	Saat/yıl	Saat	Saat
G. Doğu Anadolu	1460	1980	729	2993	407	126
Akdeniz	1390	1869	476	2956	360	101
Doğu Anadolu	1365	1863	431	2664	371	96
İç Anadolu	1314	1855	412	2628	381	98
Ege	1304	1723	420	2738	373	165
Marmara	1168	1529	345	2409	351	87
Karadeniz	1120	1315	409	1971	273	82

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, baraj ve sulama projeleri vasıtasıyla sulamaya binlerce dönüm arazi açılmış olup, bu rakamın yeni sulamaya açılacak alanların eklenmesiyle daha da artması beklenmektedir. GAP

la, güneş enerjisiyle çalışan damla sulama sisteminin (DSS) kullanılabilirliği ve yaygınlaştırılması, bölgenin geleceği açısından önemlilik arz etmektedir (Atay ve ark. 2012a).

Son yıllarda bölgede yapılan Gü-

neş pili sulama sistemleri ile ilgili çalışmaların sonuçları, bu sistemlerin özellikle küçük güçlü uygulamalarda diğer enerjilerle çalıştırılanlara alternatif olabileceğini göstermektedir (Atay ve ark., 2012a, Atay ve ark., 2012b, 2011a, Atay ve ark., 2011b, Atay ve ark., 2011c, Atay ve ark., 2009a, Atay ve ark., 2009b, Atay ve ark., 2009c, Atay ve ark., Yeşilata ve ark., 2006, Yeşilata ve Aktacir 2001).

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada Harran Ovası içinde bulunan Şanlıurfa GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsünün Koruklu Araştırma İstasyonu arazisinde uygulamaya dönük olarak kurulmuş olan sabit ve mobil-hareketli güneş pili damla Sulama Sisteminin 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).

Sabit güneş pili sistemi; 10 derecelik açıyla sabit şekilde konumlandırılmış her biri 160W'lık olan 4 adet güneş pili, güneşten anlık aldıkları güneş ışınımını doğru akıma dönüştürmekte ve 1 adet MPPT yardımıyla en uygun enerji düzeyinde DC motoru çalıştırmaktadırlar. Burada tüm gün boyunca güneşin doğuşundan batışına kadar çalıştırılmıştır. Özellikle gün boyu değişen güneş ışınlarının geliş açısı ve şiddetinin debiye etkisi incelenmiştir. Bu sistemde kullanılan belli başlı sulama sistemlerinin elamanları aşağıda verilmiştir. Bunlar;

- 4 adet 160 Watt'lık, 24 voltluk Güneş panelleri
- 1 adet Solar kontrol ünitesi

- 1 adet Dalgıç PV solar pompadan oluşmaktadır. (Debisi 3-5 ton/saat, DC 300- 450 Watt, 22m)

Mobil güneş pili sulama sistemi; bünyesindeki mekanizma sayesinde hem güneşi 2 ekseninde takip edebilmekte (doğu-batı ve kuzey-güney doğrultusunda) hem de mobil özelliğinden dolayı istenen araziye transferi kolaylıkla sağlanmaktadır. Ufuk doğrultusunda herhangi bir engel olduğunda mobil özelliği sayesinde yeri kolaylıkla değiştirilebilmektedir. Bu kapsamda tam gün performans denemelerinde 32 adet 170 W'lık paneller güneşi doğuşundan batışına kadar takip edebilmektedir. Yani bu sistemde güneş ışınları panellere gün boyu hep dik ve dike yakın şekilde

geldiği için güneş pilleri maksimum ışınım şiddetine maruz kalmaktadırlar. Burada aynı şekilde gün boyu güneş ışınların debiye etkisi incelenmiştir. Bu sistemin güneşi takip mekanizması güneş pillerinin ürettiği enerjiyle çalışılmaktadır. Bu sistemde kullanılan belli başlı elamanlar ise aşağıda verilmiştir. Bunlar;

Sulama sisteminde,

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

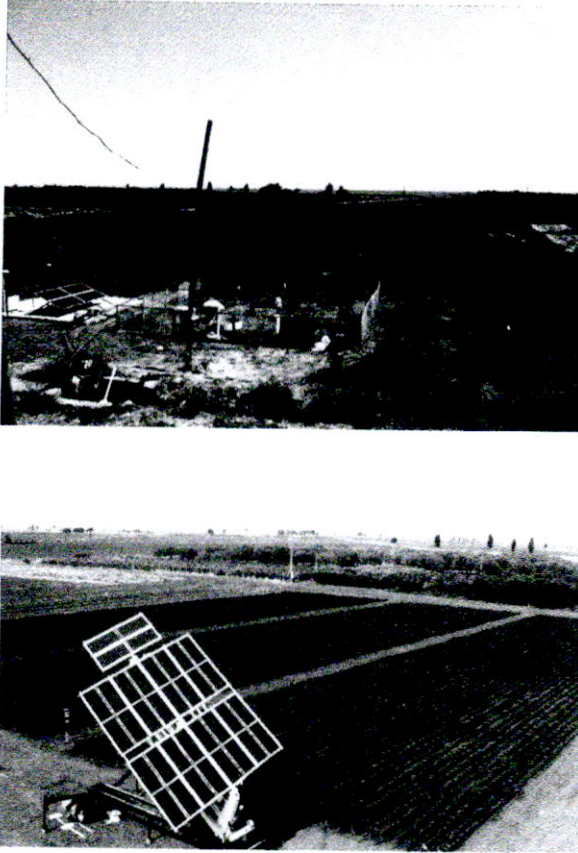
Hareket sisteminde (otomatik güneş takip sisteminde),

- 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 (3kw'lık, tam sinüs)'dan oluşmaktadır.

Her iki sisteme ait görüntüler Şekil 2.1'de verilmiştir.

Yukarıda belirtilen sistemlerin sulama anlarındaki gerçek performansını belirlemek için birçok farklı parametre ölçülmüştür. 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



Şekil 2.1. Sabit güneş pili sulama sistemi (a), Mobil güneş pili sulama sistemi (b) ait görüntüler

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,

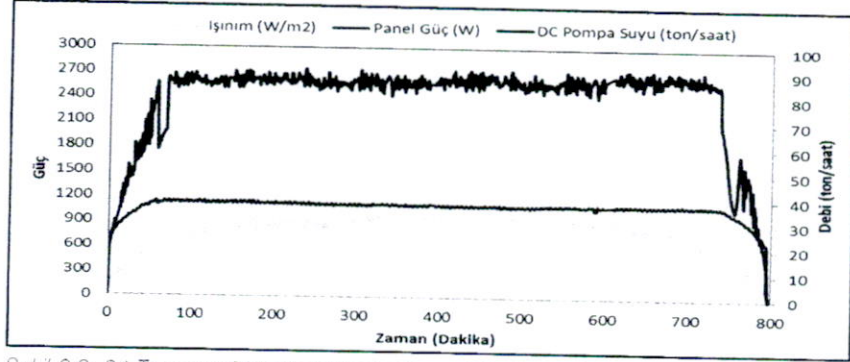
Isıl çift: Ortam gölge ile güneş pili yüzey sıcaklığını ölçmek için kullanılmıştır.

Genel olarak her iki sistemde de ışınım şiddeti, akım, volt, sıcaklık, anlık ve toplam debi gibi veriler kayıt altına alınmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Sabit Güneş pili sulama sistemine ait örnek tam gün performans denemesi; 30.07.2010 tarihine ait şekil 3.1 'de verilmiştir. Grafikteki veriler saat 05:37' de alınmaya başlanmıştır. Işınım başlangıçta 0 W/m² değerlerinde olup güneşin doğuşu ile gittikçe artmaya başlamıştır. Pompanın çalışabilmesi için yeterli ışınım ancak saat 08:30 civarında oluşmuş ve pompa kesintili çalışmaya başlamış 08:43'ten sonra ise pompa kesintisiz çalışmaya başlamıştır. Pompa saat 16:05 civarında ışınım şiddetinin düşmesiyle durmuştur. Bu güne ait maksimum ışınım saat 12:10'da 971 W/m² olarak ölçülmüştür. Gündüz ortalama 3,64 ton/saat su atan pompa, yaklaşık 7,5 saat civarında çalışmıştır. Bu sürenin sonunda su sayacında okunan toplam değer 26,3 ton su olmuştur. Panel sıcaklığı güne ait maksimum değeri saat 13:01' de 78,71 °C olarak ölçülmüştür. Gölge sıcaklığı ise maksimum değer saat 13:37'de 53,67 °C olarak ölçülmüştür. Güneşin doğmasıyla ışınım şiddetinin arttığı kurulu olan PV sistemin pompayı çalıştırabilmesi için ışınım şiddetinin 520 W/m² sınırının aşıldığında ancak pom-

Şekil 3.1. 30 Temmuz 2010 tarihli sabit güneş pili sulama sistemine ait veri grafikleri

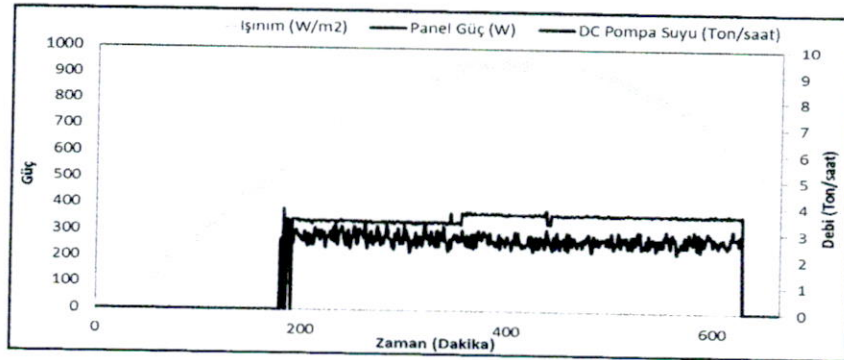


Şekil 3.2. 24 Temmuz 2012 tarihli tam gün mobil güneş pili sulama sistemine ait veri grafikleri

panın çalışabildiği, güneşin batışına doğru (ve bulutlu günlerde) 520 W/m² sınırının altına inildiğinde pompanın durduğu tespit edilmiştir. Burada sabit sistemdeki panel sayısının etkisi dışında özellikle bu sistemlerin arazide yere yakın ve sabit bir açıda kurulması sonucunda sabah saatlerinde 2-3 saat geç çalışması ve akşam saatlerinde 2-3 saat erken pompanın durduğu tespit edilmiştir. Yere yakın olmasından dolayı en ufak bir rüzgârda panel yüzeyleri kirlenmektedir. Yere sabit olduğundan ve yer değişikliği söz konusu olmadığından dolayı ufuk doğrultusunda herhangi bir engelin olması durumunda da etkilenmektedir.

yaklaşık 12.8 saat çalışmıştır (0-12 metre aralıktaki derinlikten). Sabah 05:51'den sonra ışınım 188 W/m² sınırını geçtikten sonra DC pompa panellerden başlangıçta 619 W DC güç çekerek çalışmıştır. Bu arada panel sıcaklığı sabah 24 °C iken gün ortalarında 67 °C'lere yükselmiş pompa durduğunda ise 37 °C'ye inmiştir. Gölge sıcaklığı ise sabah 21 °C iken gün ortalarında 45 °C'ye yükselmiş pompa durduğunda (19:05) ise 38 °C'ye inmiştir. Gün boyu güneş ışınımı 0 W/m² ile 999 W/m² arasında değişiklik göstermiştir.

Uygulamada özellikle aküsüz sa-



Mobil güneş pili sulama sistemine ait örnek tam gün performans denemesi; 24.07.2012 tarihinde şekil 3.2'de gösterildiği gibi DC pompa

bit sistemde güneşin panel yüzeyine dik ve dike yakın açıyla sabah geç geldiği, akşam ise güneşin panel yüzeyinden erken çekilmesinden do-

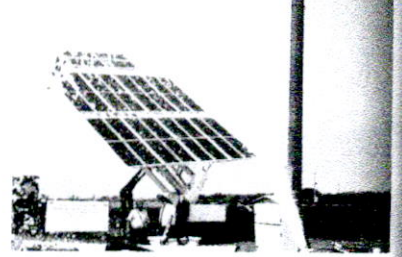
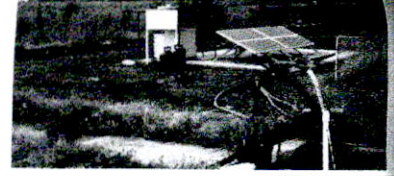
layı günlük toplam güneş enerjisinin faydalanmanın %30'un üzerinde enerji düşüşüne sebebiyet verdiği tespit edilmiştir. Buna karşı 2 eksende güneşi takip eden sistemlerde güneş ilk doğduğu anda güneş ışınlarını dik aldığı için emniyetli ışınım şiddetini (%15) geçtikten sonra yani yaklaşık 15 dk içinde pompa çalışmaya başlamaktadır (Şekil 3.3). Emniyetli ışınım devresi iptal edildiğinde ise sistem güneş ışınlarını gördüğü anda çalışmaktadır. Burada maksimum olarak sabit sistem saatte 5 ton, hareketli sistem ise saatte 70 ton su çekebilme kapasitesine sahiptir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada Mobil ve Sabit güneş pili destekli sulama sistemlerinde yapılan deneysel çalışmalar sonucunda GAP bölgesinde yaygınlaştırılması

amacıyla var olan sulama kaynaklarında kullanılabilme potansiyeli incelendiğinde; Yapılan gözlemler ve arazi denemeleri sonucu özellikle kanalet, drenaj kanalları, kapalı basınçlı sulama sistemleri ve Atatürk barajı gölet sahasının hemen yanında bulunan 0-50 metre arasındaki dik yüksekliğe sahip 0-100 da'lık arasında olan arazilerinin rahatlıkla güneş pili ile sulanabileceği belirlenmiştir (şekil 4.1). yapılan çalışmalar sonucunda bu sistemlerin bölgede kullanılabilirliği bölgedeki ilgililere gösterilmiştir (şekil 4.2).

Tam gün performans denemeleri sonucunda sabit güneş pili destekli sistemin sabah güneşin doğuşu ile birlikte DC pompanın çalışmadığı yaklaşık olarak 2-3 saat sonra çalıştığı, aynı şekilde akşam saatlerinde güneşin batışına 2-3 saat kala DC pompanın durduğu buna karşın ha-



Şekil 4.1. Sabit PV sistem (a) ile Seyyar (Mobil) Güneş Pili Sulama Sistemi (b) ait görüntüler



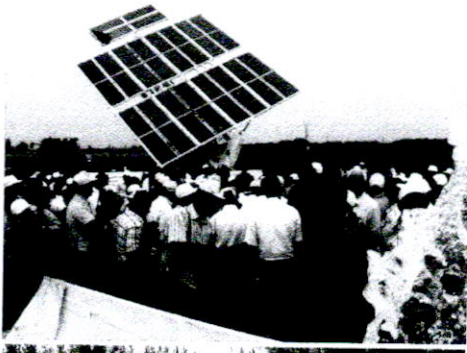
Şekil 3.3. Sabit güneş pili sulama sistemi (a), Mobil güneş pili sulama sistemi (b) ait görüntüler

Şekli sistemin güneşin doğuşu ile birlikte çalıştığı ve güneşin batışına kadar sistemin çalışmasını durdurmadığı gözlenmiştir. Buda sabit sistemlerin günlük toplam çekeceği su miktarında bir azalma meydana getirmekle birlikte sabah ve akşam yapılacak olan sulamalar sektereye uğramış olacaktır. Bundan dolayı bu tür sistemler büyük alanlar için tasarlandığında, akü desteği ekonomik olmadığından dolayı sabit sistemler kurulması söz konusu ise panel gücü normalden %50 daha yüksek kurulması gerekmektedir veya sabit sistem yerine güneşi takip eden sistemlerin kurulması daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir. ayrıca kurulan sistemin mobil olması uygulamada daha avantajlar meydana getirmektedir. Örnek olarak arazi farklı konumda olan bir çiftçi sistemin mobil özelliği sayesinde her 2 araziye de sulayabilmektedir. Ayrıca mobil sistemlerin kullanılması birlikte sabit sistemlerin araziye de çakılı kaldığından, tarladaki alan kaybı, PV'lerin çalınma ve kırılma işleri gibi sorunlar da ortadan kalkacaktır.

*Bu çalışmanın bir kısmı; TÜBİTAK-TOVAG grubunca desteklenen 100541 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.

5. KAYNAKLAR

- Anonim, (2002). Hidrometeorolojik rasat verileri. Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü.
- Atay, Ü., İşiker, Y., Yeşilata, B., Çıkman, A., 2012a, "Sabit Güneş Pili Sulama Sisteminin Performans Analizi" Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, ISSN 1306-0007, 2012 8 (2) saf. 153-159.
- Atay, Ü., İşiker, Y., Yeşilata, B., Rast-



Şekil 4.2. Sabit PV sistem ile Seyyar (Mobil) Güneş Pili Sulama Sistemlerinin tanıtılmasına ait görüntüler

- geldi, U., 2012b, "Seyyar (Mobil) Güneş Pili Sulama Sistemli Prototip Makinenin Tasarımı ve İmalatı" Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, ISSN 1306-0007, 2012 8 (2) saf.147-151.
- Atay Ü., Y. İşiker, 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. İşiker, B. Yeşilata, (2011)b. Güneş Enerjili Damla Sulama Sistemlerinde Modelleme ve Perfor-

mans Analizi. Tesisat, Enerji Teknolojileri ve Mekanik Tesisat Dergisi. Ağustos. sayı 188. sayfa. 96-102

Atay Ü., Y. İşiker, 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.

Atay Ü., Y. İşiker, 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. İşiker, 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. İşiker, 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

Yeşilata B., M. Aydın ve Y. İşiker, (2006). Küçük Ölçekli Bir PV Su Pompalama Sisteminin Deneysel Analizi, Mühendis ve Makina, cilt 47, sayı 553, sy. 31-38.

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

Koutroulis E., K. Kalatzakis, 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

YEGM, (2012). Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü sitesi "http://www.eie.gov.tr/"