

TARIMSAL UYGULAMALARDA YENİLENEBİLİR ENERJİNİN KULLANILMASI

■ **Mehmet Azmi AKTACİR** (*aktacir@harran.edu.tr*)

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, 63200 Şanlıurfa

■ **Yusuf İŞİKER** (*yusuf47@harran.edu.tr*)

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, 63200 Şanlıurfa

■ **Bülent YEŞİLATA** (*byesilata@harran.edu.tr*)

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, 63200 Şanlıurfa

■ **İsmail HİLALİ** (*ihilali@harran.edu.tr*)

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, 63200 Şanlıurfa

ÖZET

Günümüzde enerji maliyeti, tarımsal uygulamalar dahil, tüm sektörlerin en önemli girdilerini oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakların tarımda etkin olarak kullanılması, güncel çalışılan bir konudur. Bu sayede sürdürülebilir bir büyüme ve gelişme sağlamak mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada; tarımsal uygulamalara yönelik olarak, güneş enerjisinin tarla sulamasında ve seralarda ısıtma-aydınlatma amaçlı kullanımı konuları ele alınmaktadır. Söz konusu uygulamaların genel çerçevesi ve yatırım maliyetleri konusunda kısa bir değerlendirme sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, Sera, Fotovoltaik panel, Sulama

UTILIZATION OF RENEWABLE ENERGY IN AGRICULTURAL APPLICATIONS

ABSTRACT

Energy cost has nowadays been one of the most important expenditures for almost all industrial sectors including agricultural applications. Renewable energy utilization in agricultural sector is a challenging issue to provide a sustainable improvement and development in farming products. In this work, possibilities of solar energy use in land irrigation and greenhouse heating – lighting systems are considered. Basic principles of these applications along with their investment costs are briefly examined.

Keywords: Renewable energy, Greenhouse, Photovoltaic panel, Irrigation

1. GİRİŞ

GAP Bölgesi'nde 2008 Ocak itibarıyla 272.972 hektar alan sulamaya açılmıştır. 99.518 hektar alanda halen sulama şebeke inşaatı devam etmektedir. GAP'ın tamamlanması ile birlikte 1.82 milyon hektar arazi sulu tarıma geçecektir. Bölge'nin sulu tarıma açılması ile beraber sanayide önemli gelişmeler meydana gelmiş; sanayi tesisleri sayısı iki katına çıkmıştır. 2007 yılı sonu itibarıyla GAP Bölgesi'nde on kişiden fazla işçi çalıştıran işletme sayısı 1.969'dur. Bu işletmelerde toplam 87.566 kişi istihdam edilmektedir. Dolayısıyla, yeni kurulan ve kurulacak olan işletmelerin sulamaya yönelik bir sektör olacağı açıktır. Bu sektörlere yatırımları yönlendirmek ve desteklemek için, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığınca 2006 yılından bu yana "Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı" hayata geçirilmiştir. Bu programla, özellikle kırsal kesimde sivil toplum örgütleri, özel ve kamu sektörünün belirlenmiş olan kriterlere uygun yatırım ve harcamalarının belirli oranlarda finansmanı yoluyla, gelir ve sosyal standartların geliştirilmesi için olduğu kadar, Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne katılım politikasının bir parçası olarak,

Avrupa Birliği fonlarının kullanım potansiyelini geliştirmek amacıyla uygulamaya konulmuştur. Bu proje ile doğal kaynakların korunmasını dikkate alarak, kırsal alanda gelir düzeyinin yükseltilmesi, tarımsal üretim ve tarımsal sanayi entegrasyonunun sağlanması, tarımsal pazarlama altyapısının geliştirilmesi, gıda güvenliğinin güçlendirilmesi, kırsal alanda alternatif gelir kaynaklarının oluşturulması, basınçlı sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması, yürütülmekte olan kırsal kalkınma çalışmalarının etkinliklerinin artırılması ve kırsal toplumda belirli bir kapasitenin oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda 2006-2008 yıllarında tamamlanan projelerin sektörel dağılımı Çizelge 1'de gösterilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi modern tarımın gereği olarak belirlenen projeler, özellikle GAP projesinin devreye girmesiyle birlikte GAP'taki çiftçiler tarafından yoğun bir ilgi görmektedir. Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı ile hayata geçirilen basınçlı sulama projeleri ile ilgili bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

Günümüzde enerji maliyeti tüm sektörlerde olduğu

gibi tarımda da en önemli girdiyi oluşturmaktadır. Tarım sektöründe fosil yakıtlara alternatif olarak olabildiğince yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması oldukça öncelikli getiriler sağlayarak, bu alanlardaki büyümeyi ve gelişmeyi sürdürülebilir hale getirecektir. Bu çalışmada

tarım alanında yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımına yönelik olarak fotovoltaik-sulama sistemleri ve güneş enerji destekli sera sistemlerinin bölge açısından uygulanabilirliği, ekonomikliği olmak üzere çok çeşitli yönleriyle değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. 2006-2008 yıllarında tamamlanan projelerin sektörel dağılımı

Proje Konusu	Adet	Toplam Proje Maliyeti (TL)	Toplam Hibe Miktarı (TL)
Altyapı Sulama	420	55.922.000	30.960.000
Alternatif enerji sera	83	17.868.000	7.895.000
Bitkisel ürün işleme ve paketleme	600	201.359.000	83.688.000
Hayvansal ürün işleme ve paketleme	325	99.206.000	46.784.000
Tarımsal ürün depo (silo)	220	71.655.000	47.665.000
TOPLAM	1648	446.010.000	216.992.000

Çizelge 2. Toplu basınçlı sulama projeleri

	Damla	Yağmurlama	Toplam	Hibe**	Alan (da)	Çiftçi Sayısı
2005-2008 Yılı	181	150	331	26.192	248.044	21.383
Altyapı*	-	-	90	8.338	-	-
2009 Yılı	35	37	72	623	100.052	25.464
TOPLAM	216	187	493	35.153	348.096	46.847

*23 İçme suyu, 67 Kanalizasyon, Yol, **Milyon TL

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Ülkemiz tükettiği enerjinin %80'e yakın bir değerini ithal ettiği fosil kaynaklı yakıtlardan (doğalgaz ve petrol), geri kalan kısmını ağırlıklı olarak barajlardan (hidrolik) sağlamaktadır. Enerji bakanlığınca yapılan planlama ile bugüne kadar doğal gaz, kömür ve hidrolik güç olarak üç temel kaynak üzerine kurulu olan enerji sektörü, yenilenebilir kaynaklar ve nükleer enerjiyi de içerecek şekilde beş temel kaynaklı bir yapıda yeniden dizayn edilmektedir. Böylece, etkin enerji politikalarıyla bir yandan enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasını ve enerjiden kaynaklanan olumsuz çevresel etkilerin en aza indirilmesini sağlarken, diğer yandan da ülkemiz ekonomisinin rekabet gücüne ve vatandaşların refahına en iyi katkısı sağlamaktadır.

Ülkemiz açısında yenilenebilir enerji kaynakları potansiyel olarak incelendiğinde en dikkat çeken kaynak güneş enerjisi olmaktadır. Bunu rüzgâr enerjisi, biyokütle ve jeotermal kaynaklar takip etmektedir. Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. EİE verilerine göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7.2 saat), ortalama toplam ışıma şiddeti 1311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3.6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir. Tüm bölgeler içinde Güneydoğu Anadolu bölgesi güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi en yüksek değerdedir. Güneydoğu Anadolu bölgesi için ortalama yıllık toplam güneşlenme

süresi 2993saat (günlük toplam 8.2 saat), ortalama toplam ışıma şiddeti 1460 kWh/m²-yıl (günlük toplam 4 kWh/m²)dir.

Ülkemiz gerek dünyada, gerekse üyelik hedeflediği Avrupa Birliği ülkeleri arasında, sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeline karşın, potansiyelin kullanımı açısından gelişimi en zayıf ülkeler arasındadır. AB uygulamalarında, 2010 yılında toplam enerjinin %12'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması, toplam elektrik tüketiminin ise % 22'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarına dayandırılması hedeflenmiştir. AB'ye tam üyelik sürecinde Türkiye, enerji konusunda da Avrupa Birliği'ne uyum sağlamayı amaçlamaktadır. TÜBİTAK tarafından yürütülen Vizyon-2023 projesinde belirlenen sosyoekonomik hedefler bağlamında odaklanması gereken teknolojik hedefler arasında, rüzgâr, güneş ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teknolojileri geliştirmek ve enerji üretiminde bu kaynaklara, ekonomiklikleri oranında yer verilmesi gerektiği ifade edilmektedir. 2005 yılında "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun"un yasalaştırılması ile özel sektör yatırımları enerji alanına doğru yönlendirilmiştir.

2007 yılında 5627 sayılı "Enerji Verimliliği Kanunu" kabul edilmiş ve Türkiye'de enerji yoğunluğunu azaltacak uygulamaların önü açılmıştır. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın 5 Aralık 2009 yürürlüğe giren Binalarda

Enerji Performansı (BEP) Yönetmeliğinde, “Yeni yapılacak olan ve 2000 m²’nin üzerinde kullanım alanına sahip binalardaki ısıtma, soğutma, havalandırma, sıhhi sıcak su, elektrik ve aydınlatma enerjisi ihtiyaçlarının tamamen veya kısmen karşılanması amacıyla, yenilenebilir enerji kaynakları önerilmektedir. Benzer şekilde, Tarım Bakanlığı’nın destekleme programlarında yenilenebilir enerji kaynağı kullanımı özendirilmektedir.

3. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN TARLA SULAMADA KULLANILMASI

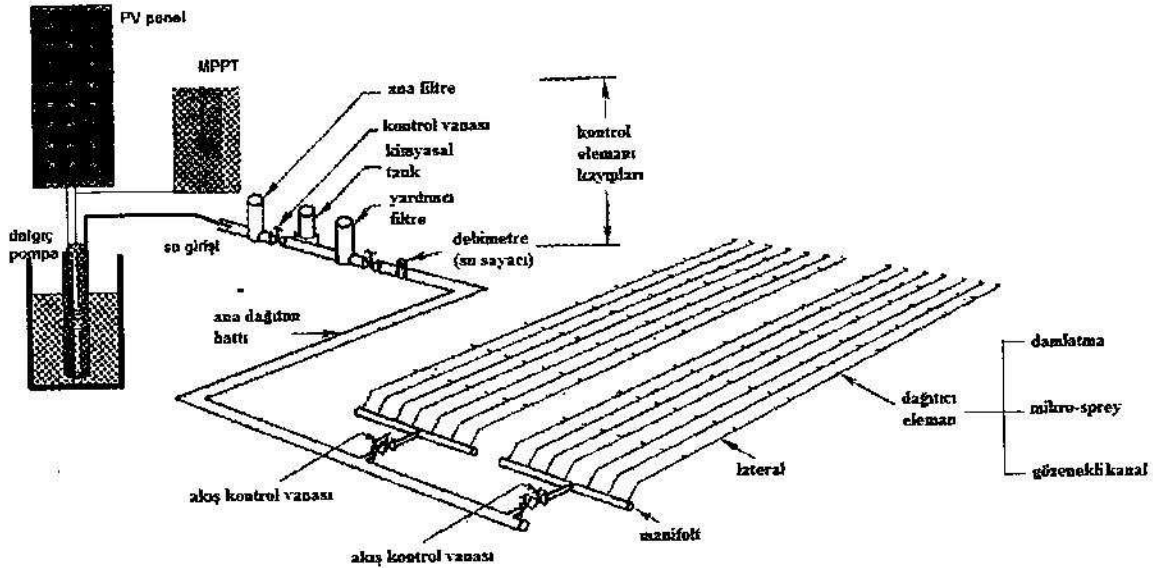
Optimum bitki gelişmesinin ve denetimin sağlanması için gerekli olan modern sulama sistemlerinde alternatif enerji kaynakları kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Tarımsal üretimde hayati bir öneme sahip olan modern sulama sistemlerinde alternatif enerji kaynaklarının kullanılması ile su ve enerji tasarrufu sağlanmakta, ayrıca toprağın tuzlaşması, CO₂ emisyonunun artması gibi çevre üzerindeki olumsuz etkiler de minimize edilmektedir.

Alternatif enerji kaynakları arasında sulama sistemlerinde en fazla tercih edilen sistem, güneş enerjisinden elektrik enerjisi üreten fotovoltaik (PV) paneller olmaktadır. Bu sistemlerin yaygınlaşmasındaki sebeplerin başında sulama ihtiyacının gösterdiği zaman ile güneş enerjisi potansiyeli arasındaki paralellikten kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla fotovoltaik-sulama sistemlerinde sulama, gü-

neş enerjisinin olduğu saatlerde yapıldığından sistem için enerji depolama (batarya bank) ünitesine gerek kalmamakta ve yatırım maliyetinde önemli tasarruflar sağlanmaktadır. Ayrıca bu sisteme rüzgâr türbini birleştirilerek sulama sistemi için gerekli olan enerjinin sürdürülebilirliği artırılmaktadır. Dolayısıyla sulama tüm zamanlara yayılabilmektedir.

Fotovoltaik güç destekli pompaların kullanımında ülkemiz açısından da son yıllarda olumlu bir kamuoyu oluşmuş olup, yaygınlaşma trendi henüz başlamıştır. Bu anlamda, GAP Bölgesi kullanımı ve yaygınlaşma potansiyeli en yüksek coğrafyalardan biri olarak gösterilmektedir. Modern bir sulama sisteminde suyun basınçlandırılması için pompa, pompanın tahriki için enerji grubu ve suyun toprağa iletimi için dağıtım ünitesinden oluşur. Klasik sulama sistemlerinde pompa tahriki için enerji kaynağı olarak, şebeke kaynaklı elektrik enerjisi ile şebekenin olmadığı kırsal alanlarda dizel jeneratör ile yapılmaktadır. Bunun sonucu olarak devletin kırsal bölgelere şebeke hattı için yatırımını, şebekenin olmadığı kırsalda ise çiftçinin alternatif arayışlara girerek çeşitli yatırımları gerektirmektedir. Özellikle şebekenin olmadığı kırsal alanlarda güneş enerjisi destekli sulama sistemleri ekonomik olmaktadır. Fotovoltaik güç destekli pompa sistemi, fotovoltaik güç ünitesi (panel ve solar kontrol cihazı), solar pompa ve sulama grubu birleştirilerek dizayn edilir (Bknz: Şekil 1.).

Şekil 1. 2006-2008 yıllarında tamamlanan projelerin sektörel dağılımı



Fotovoltaik panel doğru akım (DC) üreten sistemlerdir. Üretilen bu gücün piyasada bulunan pompalarda direk kullanımı olmamakta arada dönüştürücü (invertör) kullanılarak DC’den alternatif akıma (AC) çevrilmesi gerekir. Buda maliyet artışı ile birlikte verim kaybına da sebep olur. Bu amaçla solar uygulamalar için üretilen yüksek

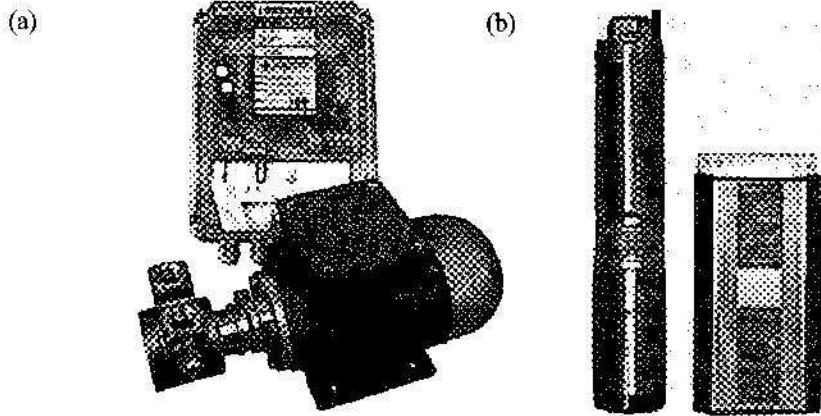
verimli fırçasız tip özel pompalar doğrudan DC güç ile çalışmaktadır. Şekil 2’de gösterildiği gibi bu solar pompalar su kaynağının özelliklerine göre santrifüj ve dalgaç tipi olarak çeşitli modellerde üretilmektedirler.

Üretilen solar dalgaç tipi pompalar ortalama olarak 2.8 kWp gücündeki fotovoltaik panellerle 140 metreden yak-

laşık olarak günde 130 m³ su basılabilmektedirler. Santrifüj tipi pompalar ise 225 W'lık enerji girdisi ile 45 metre yüksekliğe 860 l/h debi ile yaklaşık olarak günde 7 m³ su basılabilmektedirler. Solar pompa sisteminin çalışması için hız/voltaja bakılmaksızın hemen hemen sabit akıma ihtiyaç duyar. Düşük radyasyon değerlerinde PV dizisinde gerekli akımı üretilemez. Voltaj azalarak sıfıra doğru düşer, dolayısıyla pompa çalışmasında zorlanma başlar. "Lineer Control Booster" (LCB) lineer akım destekleyici olarak adlandırılan pompa kontrolünde, maksimum güç

noktası takip "Maximum Power Point Tracking" (MPPT) sistemi vardır. Bu motora verilen akımı artırırken voltajı düşürerek yük ile güç kaynağını uygun olarak eşleştirir. Sistemde kullanılan MPPT şarj kontrol ünitesi fotovoltaiik sistemlerin verimlerini artırmanın teknolojik bir metodudur. MPPT teknolojisi sayesinde kontrol cihazı, PV panelinden üretilen enerji, maksimum noktada kullanıldığından klasik kontrol cihazlara göre daha fazla performans sağladığından sistemin verimini (%30) artırmaktadır (Aktacir

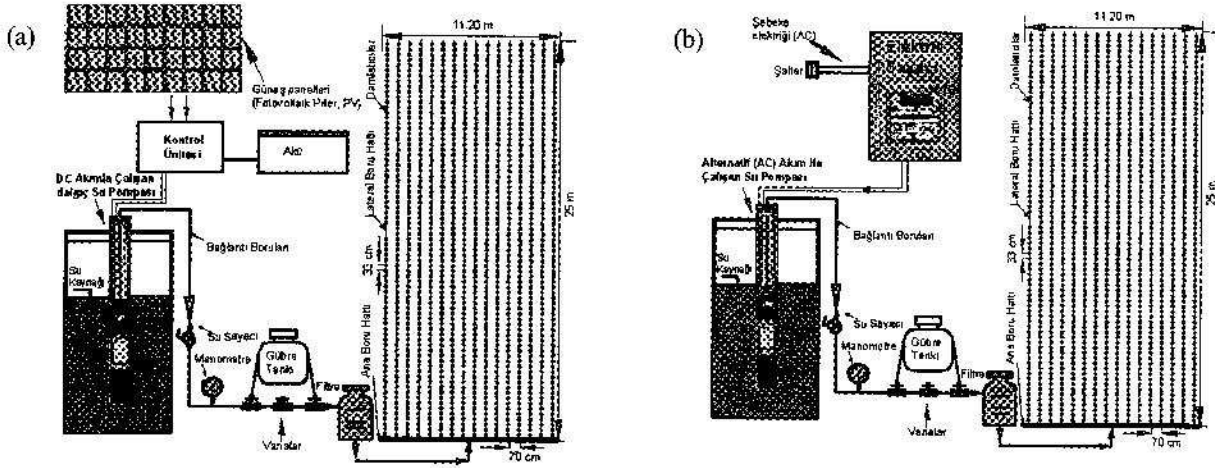
Şekil 2. Solar pompa çeşitleri; a) Santrifüj tipi pompa, b) Dalgıç tipi pompa)



Harran Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümü ile GAP Toprak-Su Kaynakları ve Tarımsal Araştırma Enstitüsü (TAGEM) birlikte yürüttüğü fotovoltaiik destekli sulama sistemi çalışmasında; PV destekli DC pompa, di-

ğeri şebeke hattına bağlı AC pompa olmak üzere iki farklı pompa sistemi incelenmiştir (Atay ve Ark., 2009). Şekil 3'te şematik olarak gösterilen pompa grupları aynı özelliklerde mikro sulama sistemine bağlanmıştır.

Şekil 3. (a) Fotovoltaiik destekli sulama sistemi, (b) Şebekeye bağlı sulama şebekesi



DC pompaya bağlı sulama sisteminde (PV-MSS) fotovoltaiik paneller güneş ışığını doğrudan DC elektrik enerjisine dönüştürür ve fırçasız DC motoru tahrik ederek, pompa çalıştırılır. Sistemde bulunan bataryalar fazla enerjiyi depolayarak, güneş ışınımının yetersiz olduğu ya da hiç olmadığı zamanlarda pompanın çalıştırılmasında kullanılır. Pompa ile sulama sistemi arasındaki bağlantı

boruları üzerinde gübre ve ilaç ilavesi için gübre tankı ve suya karışması muhtemel kum, çakıl vb. yabancı maddeleri ayırmak için bir filtre bulunmaktadır (Atay ve Ark., 2009). Çalışmanın sonuçlarına göre, sulama dönemi olarak seçilen Mayıs-Eylül aylarında sistemden günlük, aylık ya da mevsimsel bazda sulama için yeterli miktarda suyun sağlandığı belirlenebilmiştir (Atay ve Ark., 2009).

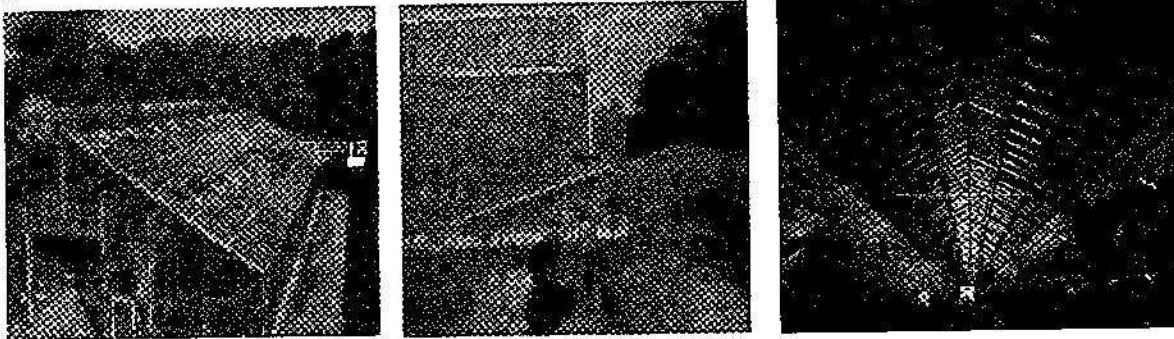
4. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN SERALARDA KULLANILMASI

Seralarda üretim sezonu dışında daha karlı ürün elde edildiği için çok cazip gelmektedir. Ülkemizde seracılık 1960'lı yıllardan itibaren yayılmaya başlamıştır. Seracılığımızdaki en önemli kilometre taşları, tarımda plastiğin kullanılmaya başlaması (1960lar), ısıtma maliyetlerinin yükselmesine neden olan petrol fiyatlarındaki yükselmeler (1970ler), sera örtü materyallerindeki gelişmeler (1980ler), sera yatırımlarına ve serada yetiştiriciliğe uygulanan %25'lik kaynak kullanımı ve destekleme fonu teşviki (1990-95), yüksek teknolojinin kullanıldığı modern seraların ve topraksız tarımın girişi (1990lar) ve sürdürülebilir üretim tekniklerinin ve danışmanlık/sertifikalı üretimin yaygınlaşmaya başlaması (2000ler) olarak sayılabilir (Tüzel ve Ark., 2010). Seralarda en önemli ve büyük girdi ısıtma maliyetleridir. Dolayısıyla ısıtma maliyetinin düşük olduğu Akdeniz sahillerinde ve Şanlıurfa Karaali jeotermal bölgesindeki gibi jeotermal kaynakların yakınında seralar kurulmaktadır. Bugün ülkemizde kurulu olan seraların %87'si Akdeniz bölgesinde iken güneydoğu Anadolu bölgesinde %0.1 civarındadır. Özellikle GAP projesinin işlerlik kazanmasıyla birlikte sulu tarıma geçilen bölgede ülkemizin en yüksek güneş enerji potansiyelinin seracılık alanında kullanılması ile bölge insanının refah seviyesinin yükseleceği kaçınılmaz olacaktır. GAP merkezindeki Şanlıurfa'ya 45 km uzaklıktaki Karaali jeotermal bölgesinde (42-48°C sıcaklık, 118 lt/sn debi ve 4.5 MW termal potansiyele sahip) ülkemizin en büyük tek parça (45 dekar) seraları kurularak başarılı bir çalışma örneği gösterilmiştir. Bu alanda kurulan ilk seralardan 1997 yılında ilk ürünler elde edilmiştir. Günümüzde bu jeotermal alanda kurulan seralarda sebze ve süs bitkileri üretilmekte olup bölge ihtiyacı karşılanmakta ve birçok ülkeye ihraç edilmektedir. Bu bölgenin dışında kalan binlerce dönüm arazide kurulacak seralarda güneş enerjisi kullanılmak suretiyle ısıtma maliyetleri sınırlandırılabilir. Ayrıca seraların sulama sistemlerinin ve diğer elektrik enerji ihtiyaçlarının temininde güneş enerjisi kullanılabilir (Şekil 4).

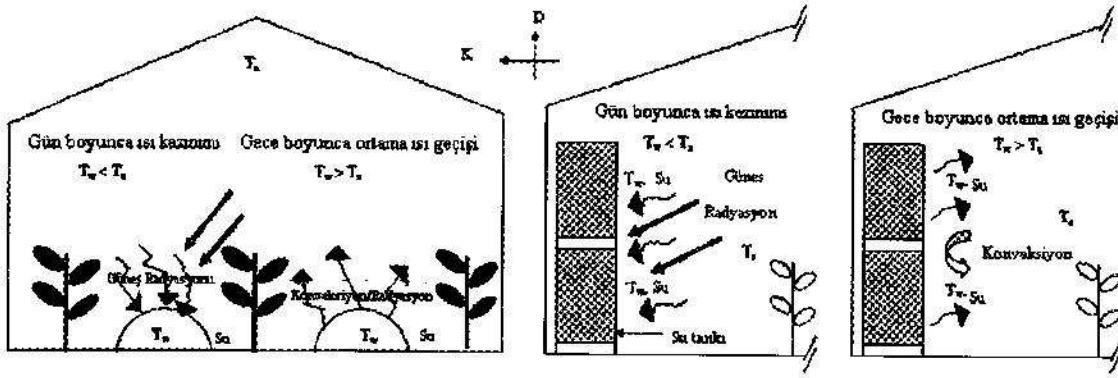
Genel olarak seralarda güneş enerjisi aktif ve pasif sistem olarak iki şekilde kullanılmaktadır. Aktif sistemde

ısıtma için bir cihaz (pompa, eşanjör, kolektör vb.) kullanılırken pasif sistemlerde ise herhangi bir cihaz kullanımı söz konusu değildir. Seralar genel itibarı ile gün boyunca saydam yüzeylerden alınan güneş enerjisi ile ısıtmada faydalanılmaktadır. Geceleri gerekli ısı ise; havalı veya sulu tip güneş kolektörleri ile elde edilen ısı enerjisinin, su, çakıl veya faz değiştiren malzemeler gibi çeşitli elemanlarda depolanması ile karşılanmaktadır. Dolayısıyla bir sera ısıtma sistemi, gün boyunca sera içerisindeki fazla ısı enerjisi depolamada veya seranın içerisindeki ısı depolama alanına ısı transferinde kullanır. Bu ısı, seranın ısı ihtiyacının gerekli olduğu zamanlarda yeniden kullanılır. En önemli ısıtma sistemleri; su depolama, taş yatak depolama, ve faz değiştiren malzemelerdir. Bunların dışında, hareketli yalıtım (ısı perdeleri), zemin hava kolektörleri, kuzey masif duvar sistemleri ile de sera ısıtımında kullanılmaktadır. Literatüre bakıldığında çok çeşitli sera ısıtma uygulamaları görülmektedir (Şekil 5 ve 6)(Sethi ve Sharma, 2008). Seraların ısıtımında; sadece güneş enerjisi sistemlerinin tek başına kullanılmak yerine alternatif kaynaklarla birlikte kullanılarak uygun çözüm sağlanabilir. Özellikle güneş enerjisi ile rüzgar enerjisinin birlikte kullanıldığı hibrid sistemler oldukça dikkate değerdir. Harran Üniversitesi bünyesinde yapılan çalışmalarda, Güneş-Rüzgâr enerjisi bileşik güç sisteminin yıl boyunca kesintisiz enerji ürettiği gözlenmiştir (Aktacir ve Ark., 2008). Bu hibrid sistemden optimum çalışma koşullarında elde edilen elektrik enerjisi ile seraların ısıtımına birlikte aydınlatma ve havalandırma gibi elektrik ihtiyaçları da karşılanabilir. Sera ısıtma sistemlerinde yukarıda ifade edilen alternatif enerji kaynakları dışında biokütle enerjisinden de faydalanılabilir (Chau ve Ark., 2009). Bitkisel veya hayvansal atıkların fermantasyonu ile biyogaz elde edilir. Elde edilen biyogaz yakma sistemlerinde kullanılması ile seraların ısıtılması sağlanır. GAP bölgesinde gerek bitkisel atıkların gerekse hayvansal atıkların işletilir bir değerde olması, bu sistemlerin göz ardı edilmemesi gereği ortaya koymaktadır. Özellikle hayvancılıkla birlikte seracılığın birleştirilmesinde enerji maliyetleri oldukça azalır. Bölgemizde, sera ve hayvan yetiştiriciliği için verilen destekler bu işletmeleri cazip hale getirmektedir.

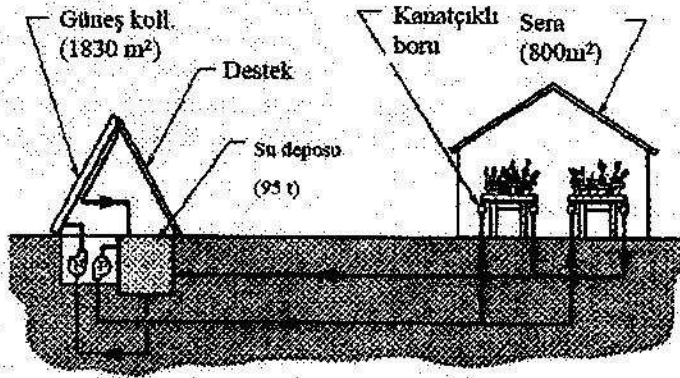
Şekil 4. Fotovoltaik Sera uygulamaları



Şekil 5. Güneş seralarında pasif ısıtma örnekleri



Şekil 6. Aktif güneş enerjisi sistemi ile sera ısıtma uygulaması



5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımına yönelik olarak Fotovoltaik-sulama sistemlerinin ve güneş enerjisi ile seraların ısıtma sistemlerinin bölge açısından uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Tarım alanlarında modern sulama tekniklerinin (damla ve yağmurlama sulama) fotovoltaik-pompa uygulamaları ile birleştirilerek kullanılması ile enerji tasarrufu yanında su israfı, çoraklaşma, tuzlaşma gibi önemli sorunların çözümüne de katkı sağlanmaktadır. Sulamanın yaz aylarında yapıldığı göz önünde bulundurulursa, GAP bölgesinde sulama için güneşten gelen enerjinin yeterli olması sebebiyle, enerjinin depolanmasına ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu sayede elektrik şebekesinin götürülmediği yerlerde de sulamanın yapılması ve sulama dönemlerinde harcanan enerjinin minimuma indirilmesi sağlanmış olacaktır.

Seraların giderek yaygınlaştığı ve teşvik edildiği GAP bölgesinde, seraların ısıtması ve diğer elektrik enerjisi ihtiyaçlarında güneş enerjisi başta olmak üzere rüzgâr, biokütle ve jeotermal enerji kaynakları etkin olarak kullanılabilir. Özellikle, GAP bölgesinin güneşlenme süre ve potansiyelinin yüksek olduğu düşünülürse seraların kış aylarında gerekli ısıtma ihtiyacı güneş enerjisi ile sağlanması ürünün maliyetinde önemli tasarruflar kazandıracaktır. Yazın ise fotovoltaik panellerden elde edilen elektrik

enerjisi ile seranın aydınlatma, havalandırma ve sulama gibi enerji ihtiyaçları karşılanabilmektedir. Böylece katma değeri yüksek ürün eldesi ile bölgesel kalkınma sağlanacaktır.

Sonuç olarak GAP bölgesinde tarımda alternatif enerji kaynaklarının kullanılması ile kırsal alanda gelir düzeyinin yükseltilmesi, tarımsal üretim ve tarımsal sanayi entegrasyonunun sağlanması ve kırsal alanda alternatif gelir kaynaklarının oluşturulmasına büyük katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Aktacı, M.A., Işiker, Y., Yeşilata, B., 2008.** Bir Fotovoltaik Pompa Sisteminin Deneysel İncelenmesi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi 30. Yıl Sempozyumu, 16-17 Ekim 2008, Adana.
- Aktacı, M.A., Yeşilata, B., Işiker, Y., 2008.** Fotovoltaik-Rüzgâr Güç Sistemleri Uygulaması, Yeni Enerji Yenilenebilir Enerji Teknolojileri, sayı 3, sayfa 56-62, Mart-Nisan 2008.
- Atay, Ü., Işiker, Y., Yeşilata, B., 2009.** Fotovoltaik Güç Destekli Mikro Sulama Sistemi Projesi -1: Genel Esaslar, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu bildiriler kitabı, sayfa , 19- 21 Haziran 2009, Diyarbakır.
- Atay, Ü., Işiker, Y., Yeşilata, B., 2009.** Fotovoltaik Güç Destekli Mikro Sulama Sistemi Projesi-2: Simülasyon

Çalışması, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu bildiriler kitabı, sayfa 19-21, Diyarbakır.

Chau, J., Sowlati, T., Sokhansanj, S., Preto, F., Melin, S., Bi, X., 2009. Economic Sensitivity of Wood Biomass Utilization for Greenhouse Heating Application, Applied Energy 86:616-621.

Sethi V.P., Sharma S.K., 2008. Survey and Evaluation of Heating Technologies for Worldwide Agricultural Greenhouse Applications, Solar Energy 82:832-859.

Tüzel, Y., Gül, A., Daşgan, H.Y., Öztekin, G.B., Engindeniz, S., Boyacı, H.F., Ersoy, A., Tepe, A., Uğur, A.,

2010. Örtüaltı Yetiştiriciliğinin Gelişimi, VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik kongresi Bildiriler Kitabı, Cilt 1: 559-578, Ankara.

www.eie.gov.tr

www.energy.gov.tr

www.gap.gov.tr

www.tedgem.gov.tr/kkydp_genel.htm

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