

# Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Sera Isıtmasında Kullanımı

## *Using of Renewable Energy Sources in Greenhouse Heating*

Berna KENDİRLİ<sup>1</sup>, Belgin ÇAKMAK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, ANKARA

**Özet:** Seralar, bitki gelişimi için en uygun ortam koşulları sağlanarak üretim yapılan tesislerdir. Özellikle soğuk mevsimlerde bu optimum koşulların sağlanabilmesi için seraların ısıtılması zorunludur. Ancak ılıman bölgelerde bile ısıtma masrafları toplam üretim harcamaları içinde büyük bir paya sahiptir. Bu nedenle, ülkemizdeki seralarda düzenli bir ısıtma yapılmamakta sadece bitkileri dondan korumak amacıyla lokal ısıtma uygulanmaktadır. Düzenli ısıtma yapılmaması verim düşüklüğü, üretim çeşidinde sınırlama ve hormon kullanma zorunluluğu gibi problemleri beraberinde getirmektedir. Sera ısıtma harcamalarını ve giderek tükenmekte olan fosil enerji kaynaklarının kullanımını en aza indirmek için seralarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına önem verilmesi zorunludur. Tarım sektöründe etkin olarak yararlanılabilecek başlıca yenilenebilir enerji kaynakları; güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji ve biyokütle enerjisidir. Bu çalışmada, seraların ısıtılmasında kullanılabilecek doğal enerji kaynakları arasında en çok uygulama şansı olabilecek güneş enerjisi, jeotermal enerji ve biyokütle (biyogaz) enerjisinin ülkemizdeki potansiyeli, sera ısıtma sistemlerinde kullanılma olanakları ile ilgili bilgi verilmiş ve karşılaşılan sorunlar incelenmiştir

**Anahtar kelimeler:** Yenilenebilir enerji kaynakları, Sera, Isıtma.

**Abstract:** Greenhouses are used because they provide a more favorable environment for the growth of plants. In order to achieve optimum indoor conditions, it is necessary to heat the greenhouses, particularly during the cold seasons. However, even in the temperate zones, heating costs has a great portion in the total production costs. Therefore, in Turkish greenhouses, there is not a regular heating but only a local heating to prevent plants from freezing. Without having regular heating arrangements, there arise other problems such as lower yields, a restriction on type of production and hormone usage. Owing to the relatively high cost and uncertain availability of fossil fuels, considerable attention has been given to new and renewable energy sources as alternative means of heating greenhouses. In agricultural sector, mainly renewable energy sources are solar energy, wind energy, geothermal energy and biomass energy. In this study, natural energy sources will be carried out heating in greenhouse; solar energy, geothermal energy and biomass energy were investigated and informed concerning these sources to be used in greenhouse heating systems.

**Keywords:** Renewable energy sources, Greenhouse, Heating.

### 1. Giriş

Seralar, iklime bağlı çevre koşullarının denetimi ile bitki yetiştirilmesine uygun ortamların yaratıldığı tesislerdir. Sera içinde optimum koşulların yaratılabilmesi ancak, seraların ısıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma ve nemlendirme gibi sistemlerle donatılmasıyla mümkün olmaktadır. Günümüzde İngiltere, Hollanda gibi serin iklim kuşağında bulunan ülkelerde otomatik ve tam kontrollü seralarda yetiştiricilik yapılmaktadır. Ülkemizin de içinde bulunduğu ılıman iklim kuşağındaki ülkelere ise seracılık ekolojik koşullara bağlı olarak gelişmiştir. Buna göre, 2008 yılı itibarıyla, seralarımızın % 84,6'sı ve toplam örtüaltı alanlarımızın % 86,9'u Akdeniz Bölgesinde yer almaktadır (Çizelge 1). 1980'li yılların sonuna doğru diğer bölgelerimizde de seracılık faaliyetleri başlamıştır ve günümüzde giderek artan bir eğilim göstermektedir (Anonim, 2009a; Tüzel vd., 2010).

Enerjinin oldukça pahalı olduğu çağımızda seraların bitkilerin optimum istekleri doğrultusunda ısıtılması büyük masrafları gerektirmektedir. Bu nedenle seralarımızda sadece dondan koruma amacıyla ısıtma yapılmaktadır. Bu durum elde edilen ürünlerin verim ve kalitesinin düşük olmasına neden olmaktadır. Kontrollü seralarda ısıtmanın üretim harcamaları içindeki payı % 60'lara kadar yükselmiştir. Bu payın azaltılması, tarımda önemli bir potansiyeli oluşturan seracılık sektöründe işletme karını arttırırken, ülke ekonomisine de büyük katkı sağlayacaktır. Bu nedenle, sera ısıtma harcamalarını ve giderek tükenmekte olan fosil enerji kaynaklarının kullanımını en aza indirmek için seralarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına önem verilmelidir.

Yenilenebilir enerji, "doğanın kendi evrimi içinde, bir sonraki gün aynı mevcut olabilen enerji kaynağını üretmesi" olarak tanımlanmaktadır. Fosil yakıtlar, yakılınca biten ve yenilenmeyen enerji kaynakları iken hidrolik (su), güneş, rüzgâr, biyokütle ve jeotermal gibi doğal kaynaklar yenilenebilir olmalarının yanı sıra temiz enerji kaynakları olarak karşımıza çıkmaktadır. 2006 yılı itibarıyla dünya

üzerinde tüketilen enerjinin yaklaşık % 18'i (biyokütle %13, hidroelektrik % 3, güneş ile su ısıtma % 1,3 ve diğer jeotermal, rüzgâr % 0,8) yenilenebilir enerji kaynaklarından olmuştur (Gönüllü, 2009).

Fosil yakıtların doğrudan veya dolaylı olarak kullanımıyla ortaya çıkan çevresel sorunların etkin bir şekilde önlenmesi için, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması gerekir. Bununla birlikte, tarım sektöründe yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik uygulanabilirliği ve uygulama yöntemi, bölgesel koşullara bağlı olarak değişir. Tarım sektöründe etkin olarak yararlanılabilecek başlıca yenilenebilir enerji kaynakları; güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji ve biyokütle (biyogaz) enerjisidir.

Bu çalışmada, seraların ısıtılmasında kullanılabilecek doğal enerji kaynakları arasında en çok uygulama şansı olabilecek güneş enerjisi, jeotermal enerji ve biyokütle enerjisinin ülkemizdeki potansiyeli, sera ısıtma sistemlerinde kullanılma prensipleri ile ilgili bilgi verilmiş ve karşılaşılan sorunlar incelenmiştir.

## 2. Sera Isıtılmasında Güneş Enerjisi Kullanımı

Son yıllarda, sera ısıtılması amacıyla, fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinin kullanımı gittikçe artan bir yaygınlık kazanmaktadır. Güneş enerjisi bakımından önemli bir potansiyele sahip olan ülkemizde; ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2623 saat, ortalama toplam ışınım şiddeti 1303 kWh/m<sup>2</sup> olduğu tespit edilmiştir. Ülkemizin bölgelere göre güneşlenme potansiyeli Çizelge 2'de verilmiştir (Anonim, 2009b).

Çizelge 1. 2008 yılı itibarıyla örtüaltı alanlarının bölgelere göre dağılımı (ha) (Anonim, 2009a).

Bölge adı	Cam sera	Plastik sera	Yüksek tünel	Alçak tünel	Toplam	%
Akdeniz	7525.4	17355.2	5115.9	17131.3	47127.8	86.9
Ege	691.4	2695.5	602.9	484.3	4474.1	8.2
Karadeniz	1.7	659.7	430	465.5	1556.9	2.9
Marmara	2.3	359.7	481.3	10.4	853.7	1.6
İç Anadolu	0.3	58.4	45.7	-	104.4	0.2
Doğu Anadolu	-	13.7	14.7	6.9	35.3	0.1
Güneydoğu Anadolu	4.2	25.8	5.5	28.1	63.6	0.1
TOPLAM	8225.3	21168.0	6696.0	18126.5	54215.8	100.0

Çizelge 2. Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı (EİE Genel Müdürlüğü).

Bölge adı	Toplam güneş enerjisi (kWh/m <sup>2</sup> -yıl)	Güneşlenme süresi (saat/yıl)
Güneydoğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971
Ortalama	1303	2623

Seraların güneş enerjisiyle ısıtılmasında uygulanan yöntemler aktif ve pasif olmak üzere iki grupta incelenebilir. Bu yöntemlerde uygulanacak sistemlerin işlevlerini yerine getirebilmesi için güneşten gelen ışınım enerjisini toplayarak ısıya çevirecek, depolayacak ve gereksinim duyulan zamanlarda istenen ortam içinde dağıtacak elemanları içermesi gerekir. Öncelikle seranın yerleştirilmesi, çatı eğimi, kullanılan örtü malzemesinin ışık geçirgenliği, sera iskelet malzemesinin kalınlığı gibi etkenlerin gelen güneş ışınlarının en fazlasının sera içersine girmesini sağlayacak şekilde seçilmesi gerekir.

Seralarda güneş enerjili pasif ısıtma sistemlerinde, ısı toplama ünitesi sera içerisinde veya sera güneş ışınımından en yüksek oranda enerji kazanımına uygun olarak tasarımılandırıldığından, seranın kendisinden bir toplaç olarak yararlanır. Sera iç ortamında gündüz süresince güneş ışınımından kazanılan ısı, bir akışkan aracılığıyla ısı depolama materyalinde depolanır ve ısı gereksinimi duyulan gece sürelerinde geri kazanılır. Güneş ışınımından en yüksek oranda enerji kazanılması için seranın geometrik yapısından yararlanır veya soğuk dönemlerde sera ortamında güneş ışınımından enerji kazancı için yansıtıcı yüzeyler kullanılır. Pasif ısıtma sistemlerinde ısı depolama materyali olarak; su, toprak, çakıl veya kırma taş ve faz değiştiren materyal (PCM) gibi değişik özellikte materyaller kullanılır (Şekil 1) (Öztürk, 2008).

Seraların ısıtılmasında kullanılan pasif sistemlerin en önemli yararı, doğal yollarla çalışmasıdır. Çalışması için herhangi bir düzeneğe ve enerjiye gereksinimi yoktur, kolay yapılır ve ucuz sistemlerdir. Aktif sistemlere göre tek önemli sakıncası, kontrollü çalıştırılma olanaklarının hemen hemen olmamasıdır (Yağcıoğlu, 2005).

Seralarda güneş enerjili aktif ısıtma sistemlerinde, seradan bağımsız durumda tasarımılanan ısı toplama ve depolama ünitelerinden yararlanır. Sera örtüsüyle güneş ışınımından kazanılan ısı enerjisiyle birlikte, aktif ısıtma sistemindeki ısı toplama ünitesiyle toplanan ısı enerjisi uygun şekilde depolanarak, ısı gereksiniminin önemli bir bölümü karşılanabilir. Bununla birlikte, bu sistemlerdeki ısı toplama ünitelerinin fazla alan kaplaması, ilk yatırım ve daha sonraki işletme giderlerinin yüksek olması, bu sistemlerin ekonomik uygulanabilirliğini önemli ölçüde kısıtlamaktadır (Öztürk vd., 2010).

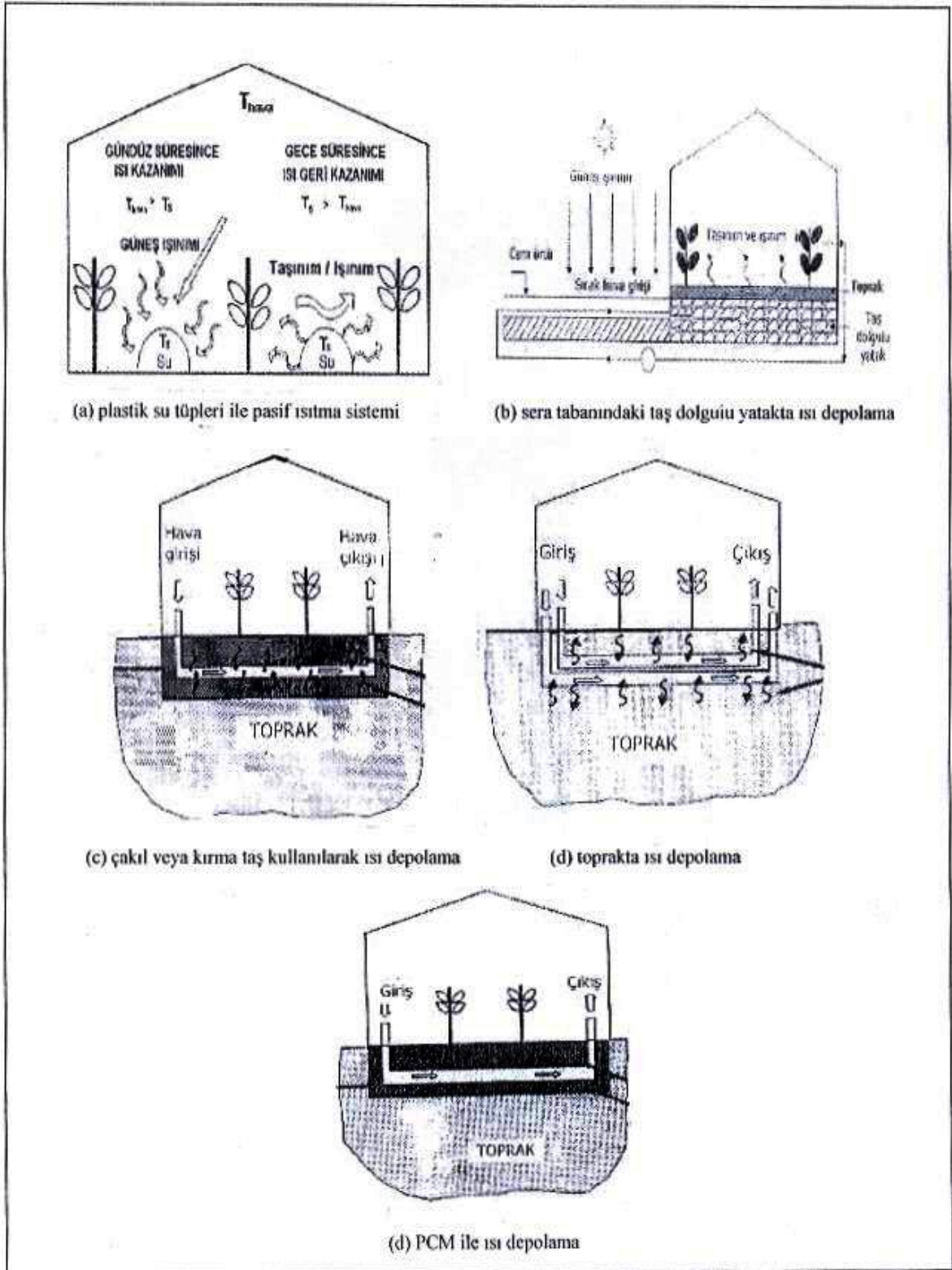
Katı materyal kullanılarak ısı depolanan sistemlerde depolama ünitesi olarak, genellikle içerisinde ısı taşıyıcı akışkan dolaşabilen çakıl veya kırma taş dolgulu yataklardan yararlanır. Serada ısı depolama ünitesi olarak yararlanması çakıl yatağı, genellikle sera tabanındaki toprak altına yerleştirilir. Birim sera alanı için toplaç alanı  $0.08-0.46 \text{ m}^2$  ve ısı deposu hacmi  $0.05-0.28 \text{ m}^3$  arasında değişirken, birim toplaç alanı için depo hacmi  $0.17-3.5 \text{ m}^3$  arasında değişir. Isı taşıyıcı akışkan olarak su kullanılan ve yansıtıcı yüzeyi metal olan toplaçlarla deneysel ve ticari seralarda yürütülmüş araştırma sonuçlarına göre; toplaç/sera alanı  $0.05-0.32 \text{ m}^2$ , ısı deposu hacmi/sera alanı  $0.02-0.08 \text{ m}^3$ , depo hacmi/toplaç alanı  $0.05-0.87 \text{ m}^3$  ve sera ısı gereksiniminin karşılanma oranı % 30-60 arasında değişmektedir (Öztürk vd., 2001).

Güneş enerjili aktif ısıtma sistemleriyle gece  $17 \text{ }^\circ\text{C}$  ve gündüz  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  iç ortam sıcaklığı için sera ısı gereksiniminin % 40-90'ı karşılanabilir ve geleneksel ısıtma sistemlerinin uygulandığı seralara göre ürün verimi artar (Fuller vd., 1983).

### 3. Sera Isıtılmasında Jeotermal Enerji Kullanımı

*Jeotermal kaynak*, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklıkları sürekli olarak bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buhar olarak tanımlanabilir. *Jeotermal enerji* ise bunlardan dolayı veya doğrudan her türlü faydalanmayı kapsamaktadır.

Jeotermal enerji, sıcaklık içeriğine göre düşük sıcaklıklı sahalar ( $20-70 \text{ }^\circ\text{C}$ ), orta sıcaklıklı sahalar ( $70-150 \text{ }^\circ\text{C}$ ), yüksek sıcaklıklı sahalar ( $150 \text{ }^\circ\text{C}$ 'den yüksek) olmak üzere üç gruba ayrılır. Düşük ve orta sıcaklıklı sahalar bugünkü teknolojik ve ekonomik koşullar altında, başta ısıtma olmak



Şekil 1. Seralarda güneş enerjili pasif ısıtma sistemleri ( zt rk, 2008).

üzere (sera, bina, tarımsal kullanımlar), endüstride (yiyeceklerin kurutulması, kerestecilik, kağıt ve dokuma sanayinde, dericilikte, soğutma tesislerinde), kimyasal madde üretiminde (Lityum,  $KaCl_2$ , borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su, akışkandaki  $CO_2$ ' den kuru buz elde edilmesinde) kullanılmaktadır. Ancak orta sıcaklıklı sahalardaki akışkanlardan da elektrik üretimi için teknolojiler geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur. Yüksek sıcaklıklı sahalardan elde edilen akışkan ise elektrik üretiminin yanı sıra entegre olarak diğer alanlarda da kullanılabilir (Anonim, 2009c).

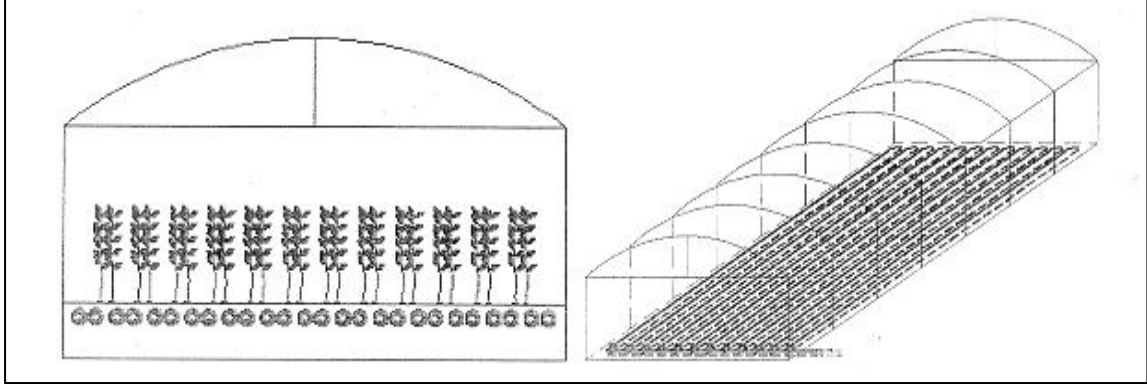
Türkiye, ısıtma amaçlı jeotermal enerji potansiyeli olarak, dünyada beşinci sırada yer almaktadır. Ülkemizdeki jeotermal kaynakların %95'i ısıtmaya uygun sıcaklıkta olup, 30 °C'nin üzerinde sıcaklığa sahip 172 adet jeotermal alan bulunmaktadır. Bu alanlar çoğunlukla batı, kuzeybatı ve orta Anadolu'da yer almaktadır (Eniş, 2003; Kendirli, 2002)(Çizelge 3). Türkiye'de mevcut jeotermal ısıtma kapasitesi olan 827 MWt'in 635 MWt'lik kısmını şehir-konut, bina ısıtması ve termal tesis ısıtması (103.000 konut eşdeğeri), 192 MWt'lik (635 dönüm) bölümünü ise sera ısıtması oluşturmaktadır. Jeotermal uygulamalardan merkezi ısıtmada bir önceki plan dönemine göre % 62, sera ısıtmasında % 90, termal turizmde (kaplıca) % 23 olmak üzere toplam kullanımda % 50 oranında bir artış sağlanmıştır. Ayrıca, 2013 projeksiyonuna göre, jeotermal sera ısıtmasının 1700 MWt'e (5000 dönüm) çıkması beklenmektedir (Anonim, 2009c).

Jeotermal enerji ile sürekli güç üretilebilmektedir. Jeotermal enerji; 5-10 MW güçte küçük santraller halinde kurulmaya ve geliştirilmeye uygun olması, uzun dönemde hava değişikliklerinden ve kullanıcılardan etkilenmemesi, fosil yakıtların fiyat dalgalanmalarından bağımsızlığı, fiyatının kömürlü termik santrallerle ve doğal gazla rekabet edebilecek kadar düşük olması, kapalı sistemlerde yaydığı emisyon değerinin sıfır olması nedeniyle çevreciler için vazgeçilmez bir enerji kaynağıdır (Eniş, 2003).

Jeotermal enerji ile sera ısıtma sistemleri, jeotermal akışkanın çıkarıldığı bölgeden tüketicilerin bulunduğu alanlara taşınması için kullanılan elemanlar topluluğu olarak değerlendirilir. Bu sistemler teknik özelliklerine göre toprak içersine, toprak yüzeyine veya yetiştirme masalarına yerleştirilen ısıtma sistemleri, fan ve ısı değiştirici kullanılan hava ısıtma sistemleri ve kombine ısıtma sistemleri olarak gruplandırılabilir. Isıtma sistemleri içerisinde, jeotermal enerji uygulamalarına en uygun sistemin, zeminden veya toprak altından yapılan ısıtma sistemi olduğu belirlenmiştir. Bu sistemin aynı kaynaktan beslenen ortam havası ısıtma sistemi ile desteklenmesi en iyi çözümü sağlamaktadır. Toprak ısıtma sistemi belirli derinlik ve aralıklarla gömülü ve içerisinde sıcak akışkan dolaşan ısıtma borularından oluşur. Günümüzde plastik malzemelerden yapılmış ısıtma boruları, yüksek sıcaklığa dayanıklı ve kolay bir şekilde döşenebilir olmaları nedeni ile yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 2).

Çizelge 3. Jeotermal sahaların yer, kapasite ve kullanım alanları (Eniş, 2003).

Jeotermal alan adı ve yeri	Sıcaklık (°C)	Kapasite (MWt)	Kullanım alanı
Germencik- AYDIN	232	0,1	Sera ısıtılması
Kızıldere- DENİZLİ	212	22,8	Elektrik üretimi, Sera ısıtılması
Tuzla- ÇANAKKALE	174	9	Sera ısıtılması
Simav- KÜTAHYA	163	61,6	Isıtma (3200 konut), Balneoloji, Sera ısıtılması
Seferhisar- İZMİR	153	1,06	Sera ısıtılması (80.000m <sup>2</sup> )
Dikili- İZMİR	130	2	Sera ısıtılması
Balçova- İZMİR	124	143,3	Isıtma (10.000 konut), Balneoloji, Sera ısıtılması
Hisaralan- BALIKESİR	100	0,49	Sera ısıtılması
Tekkehamamı- DENİZLİ	100	1,8	Sera ısıtılması
Ömer Gecek- AFYON	98	2,6	Isıtma (otel), Balneoloji, Sera ısıtılması (5000 m <sup>2</sup> )
Salihli- MANİSA	98	0,37	Isıtma (otel), Balneoloji, Sera ısıtılması
Kozaklı- NEVŞEHİR	93	14,9	Isıtma (1.000 konut), Sera ısıtılması

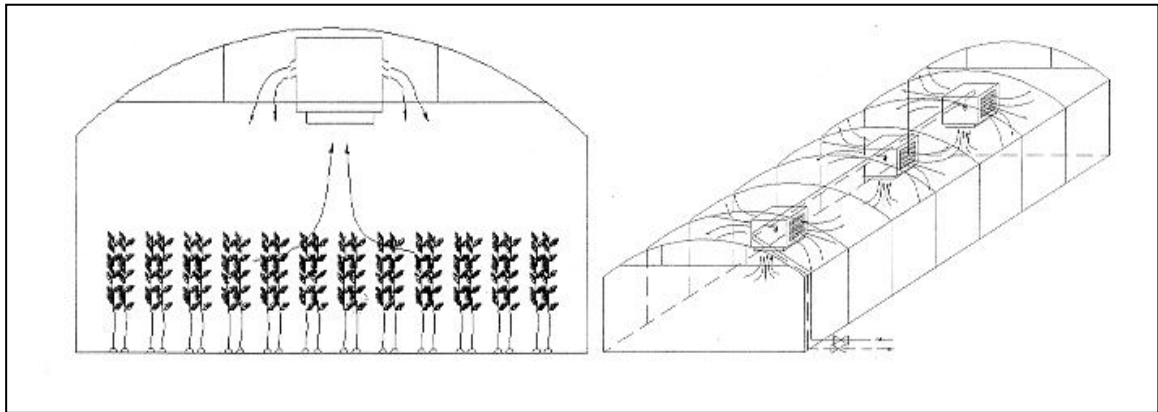


Şekil 2. Toprak ısıtma sistemi.

Plastik borulu ısıtma sistemlerinde küçük çaplı plastik borular geçici olarak sera zeminine veya yetiştirme masalarının altına yerleştirilir. Isıtma borularının serada zemine yakın olarak yerleştirilmesi önerilmekle birlikte, çatıya yakın olarak da düzenleme yapılabilir. Seralarda saksı bitkileri yetiştiriciliğinde, taşınabilir masalara ince plastik ısıtma boruları yerleştirilebilir. Sistemin ısıtma kapasitesi, Akdeniz iklim koşullarında tek katlı bir cam seranın ısı gereksinimini karşılamak için yeterlidir (Öztürk, 2008).

Serada fan ve ısı değiştirici üniteleriyle hava ısıtma sisteminde fan ve ısı değiştirici üniteleri seranın çatı konstrüksiyonuna asılır. Bu üniteler sudan havaya ısı değiştirici ve basıncı fanlardan oluşur. Genellikle seralarda yapılan her türlü yetiştirme sistemi için olumlu etkilere sahip bu ısıtma sistemleri, sadece geçici olarak ısıtma yapılması gereken ılıman iklimler için uygundur (Şekil 3). Dağıtma kanallarıyla hava ısıtma sistemlerinde jeotermal akışkan, sera boyunca uzatılan ve üzerinde delikler bulunan PE boru içersine yerleştirilmiş diğer bir PE borudan geçerek, hava fan yardımıyla sera ortamına dağıtılır. İçersinden jeotermal akışkan geçen PE boru, üzerinde delikler olan PE kanal içersine yerleştirilir. Sistem, ısı değiştirici etkinliğinin düşük olması nedeniyle, sadece ılıman iklim koşulları için uygun olabilmektedir (Öztürk, 2008).

Seralarda ısıtma sistemlerinin kombine kullanımı, ılımlı ve soğuk bölgelerde uygun olabilir. Kombine ısıtma sistemlerinde, toprak ve su ısıtma sistemleri sadece asıl ısıtma sistemi olarak dikkate alınmalıdır. Fan yardımıyla çalışan konvektörlü ısıtma sistemleri aşırı ısı yüklerinin karşılanması için uygundur. Hava ısıtma sistemleri, serada asıl ısıtma sistemi olarak uygun değildir. Bu sistemler aşırı veya asıl ısı yüklerini karşılamak amacıyla kombine olarak kullanılabilir.



Şekil 3. Serada ısı değiştirici ve fan ünitesi ile ısıtma.

Sera ısıtılmasında doğrudan ya da dolaylı olarak kullanıldıktan sonra soğuyan jeotermal kaynaklı sular, çevreye bırakılmamalıdır. İçerdikleri ağır metaller ve toksik elementler nedeniyle çevre kirliliğine neden olmamak için, derin kuyular açılarak yeniden derin katmanlara enjekte edilmeleri

uygun olur. Bunun yanı sıra jeotermal kaynaklar içerdiği metaller nedeniyle kullanım sırasında borularda kabuklaşma ve korozyona da neden olmaktadır.

#### 4. Sera Isıtmasında Biyokütle Enerjisi Kullanımı

Biyokütle yeni-yenilenebilir enerji kaynakları içinde ciddi bir teknik potansiyele sahiptir. Ana bileşenleri karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler “Biyokütle Enerji Kaynağı”, bu kaynaklardan üretilen enerji ise “Biyokütle Enerjisi” olarak tanımlanmaktadır.

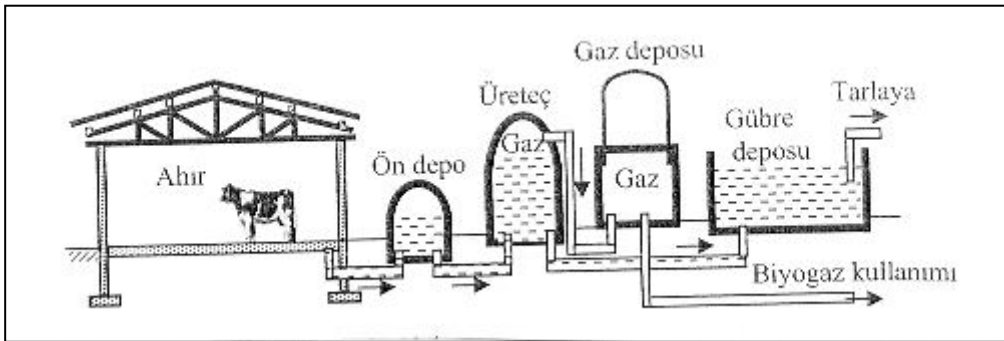
Biyokütle-Biyogaz enerjisinin dünyada ilk kullanımına örnek 19.Yüzyılda İngiltere’de fosseptiklerde oluşan gazın sokak aydınlatmasında kullanılmasıdır. Türkiye’de 1970’de Toprak Su Araştırma Enstitüsü, 1977’de Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu konuya ilgi göstermişler, daha sonraları Maden Tetkik Arama Enstitüsü, Üniversiteler bu konuda çeşitli araştırma çalışmaları başlatmışlardır. Ülkemizde, hayvansal dışkı kaynaklı biyokütleden 2.8-3.9 milyar metreküp biyogaz üretilebileceği anlaşılmıştır. Bu potansiyelin yıllık enerji cinsinden değeri 24.5 kW’s’dir. Bununla da toplam ülke enerji tüketiminin yaklaşık % 5’i karşılanabilecektir (Eniş, 2003).

Biyogaz üretiminde hayvansal atıklar, bitkisel atıklar ve organik içerikli şehir ve endüstriyel atıklar kullanılmaktadır. Kırsal kesimde biyogaz üretimi açısından hayvansal ve bitkisel atıklar önem taşımakta olup, bunlar genellikle ayrı ayrı kullanılırlar. Ancak bitkisel atıklardan biyogaz üretiminde proses kontrolünün zor olması nedeniyle tarım işletmeleri için biyogaz üretiminde asıl kaynak hayvansal atıklardır.

Tarımsal atıklardan biyogazın üretiminde kesik besleme yöntemi ve sürekli besleme yöntemi olmak üzere iki yöntemden yararlanılır. Kesik besleme yönteminde organik atık yüklemesi yapıp, gaz elde edildikten sonra sistem boşaltılıp, tekrar yüklenir. Sürekli besleme yönteminde ise, organik atık yüklemesi yapıp, gaz elde edildikten sonra günlük olarak uygun miktarlarda atık yüklemesi yapılarak elde edilen gazın sürekliliği sağlanır.

Etkili bir biyogaz üretimi için ureteç içerisindeki sıcaklık değeri büyük önem taşımaktadır. En uygun sıcaklık değeri 30-35 °C’dir. Bu yüksek sıcaklık değerinin elde edilebilmesi için özellikle soğuk bölgelerde ısıtma yapılması gerekir. Bu ise ek bir maliyet gerektirir. Genellikle 10 °C’nin altındaki ortam sıcaklıklarında biyogaz üretimi durmaktadır (Olgun, 2009).

Modern bir biyogaz tesisi, esas olarak üç ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar ureteç (reaktör), gaz deposu ve gübre deposudur (Şekil 4). Bunların dışında hammadde depolama tankı, gaz boruları, vanalar, bağlantı ekipmanları, ısıtma sistemleri, pompalar, karıştırıcılar, ayırma ve filtrasyon elemanları gibi diğer unsurlar da bulunmaktadır. Üreteç, hava almayacak şekilde tasarlanan ve içerisinde karıştırıcı bulunan bir tanktır. Üretecin bir organik madde giriş ağız ve bir de çıkış ağız bulunmaktadır. Üreteç koşullarına bağlı olarak hayvan gübresi kullanılması durumunda gaz çıkışı için bekleme süresi 15-40 gün arasında değişir. Gaz deposu, büyük kapasiteli tesislerde üretilen biyogazın



Şekil 4. Biyogaz tesisi ile ısıtma sistemi.

depolanması ve sabit bir gaz basıncının sağlanması amacıyla kullanılan depodur. Gaz deposunun kapasitesi en az günlük gereksinimi karşılayacak kadar olmalıdır. Üretece alınacak organik atığın kuru madde kapsamının % 8’i geçmemesi için belli oranlarda su ile karıştırılması gerekir. Fermantasyon

süresi sonunda üreteçten çıkan bu karışımın depolanması için bir depolama havuzuna gereksinim duyulur (Olgun, 2009).

### **5. Sera Isıtmasında Diğer Enerjilerin Kullanımı**

Rüzgar, seranın ısı tüketimini önemli düzeyde arttırmaktadır. Bu nedenle, seranın ısı gereksinimini karşılamak için rüzgar enerjisinden de yararlanılması düşüncesi, doğal olarak çekici gelmektedir. Herhangi bir bölgede rüzgar enerjisinden ekonomik olarak yararlanılabilmesi için, yıllık en düşük rüzgar hızının ortalama 5 m/s olması gerekir. Bölgenin topografik özellikleri ve diğer bazı etmenler de dikkate alınmalıdır. Uygulamada seralar için rüzgar enerjisinin yararlılığı, rüzgar hızının yeterli olduğu bölgelere kurulmuş seraların ısı gereksiniminin karşılanmasından çok, bu enerjiden sadece elektrik enerjisi kaynağı olarak yararlanılması durumunda ticari önem kazanır (O'Flaherty, 1988).

Elektrik üretim santrallerinden ve bazı endüstri tesislerinden büyük miktarlarda atık ısı dışarıya bırakılmaktadır. Bu tesislerden dışarıya bırakılan atık ısıdan seraların ısıtılmasında yararlanılabilir. Seraların ısıtılmasında kullanılan endüstriyel ısı atıkları sıcaklıklarına göre ikiye ayrılabilir. Elektrik üretimine ve diğer işlemlere yararlı toplam enerjiden uzaklaştırılan sıcaklığı genellikle 35 °C'den daha düşük olan sular birinci grupta, ısı elde etmek amacıyla kullanılan santrallerden çıkarılan sıcaklığı 100 °C'ye kadar çıkabilen sular ise ikinci grupta yer alır. Atık ısı ücretsiz olarak elde edilir. Bu ısının kullanımına ilişkin giderler, sadece ısının kaynaktan seraya taşınması ve serada dağıtılması için yapılan yatırım giderlerinden oluşmaktadır. Düşük sıcaklıkla çalışan ısıtma sistemlerindeki ısı giderlerinin artması, ısı kaynağı ile sera yerleşimi arasındaki ekonomik uzaklıkla sınırlıdır (O'Flaherty ve von Elsner, 1988).

### **6. Sonuç ve Öneriler**

Seracılığımızın en önemli sorunlarından biri ısıtmadır. Seraların ısıtılmasında kullanılan odun, kömür, sıvı ve gaz gibi yakıtların pahalılığı üreticiyi ısıtma yapmadan yetiştiriciliğe yönlendirmektedir. Seracılık işletmelerinde ısıtma giderleri, yetiştirme mevsimi ve konuma bağlı olarak toplam üretim giderlerinin % 40-80'i arasında değişim gösterebilmektedir. Ülkemiz seralarında düzenli bir ısıtma yapılmamakta, sadece bitkileri dondan korumak amacıyla ısıtma uygulanmaktadır. Düzenli ısıtma yapılmaması, verim düşüklüğü, üretim çeşidinde sınırlama, tarımsal savaş ilacı ve hormon kullanma zorunluluğu gibi problemleri beraberinde getirmektedir.

Seralarda ısıtma giderleri sera karlılığını etkileyen en önemli etmendir. Son yıllarda hem ülkemizde hem de diğer ülkelerde, ucuz ve çevre dostu olmaları nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının seraların ısıtılmasında kullanılması giderek yaygınlaşmaktadır. Ülkemizde jeotermal kaynaklara dayalı seracılığın geliştirilmesi başta Ege Bölgesi olmak üzere, diğer tüm bölgelerde seracılığa önemli katkılarda bulunacaktır. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte gerek sera ısıtma sistemlerinin projelenmesi gerekse sistemin işletilmesi ile ilgili sorunların çözülmesi bu ısıtma sistemlerinin yaygınlaşmasında önemli bir rol oynayabilir.

Seralarda uygulanabilecek diğer bir doğal enerji kaynağı güneştir. Öncelikle seraların doğal ısı kaynağı olan güneş enerjisinden daha fazla yararlanabilmesi için planlama ve projelendirmeye yönelik teknik kurallara dikkat edilmelidir. Seraların yapım aşamasında gerekli önlemler alındıktan sonra, serada gündüz kazanılan bu enerjinin farklı yöntemlerle depolanarak, sıcaklığın daha düşük olduğu gece boyunca seraların ısıtılmasında kullanılması önemli olacaktır. Gelişen teknoloji ile birlikte bu alanda yapılan çalışmalar ve ekonomik çözümler de hız kazanmıştır.

Günümüzde kırsal atıklar, yüksek kirlilik içeren endüstriyel atıklar, atık su arıtma tesislerinden elde edilen çamurlar ve katı atıkların organik özellik taşıyan bileşenleri biyogaz üretim potansiyeline sahiptir. Bu atık maddelerin biyogaz üretim tesisinde değerlendirilmesi ile sera ısıtmasında kullanılması hem enerji tasarrufu sağlamada hem de çevre kirliliğini önlemede önemli bir rol oynayabilir.



## Kaynaklar

- Anonim, 2009a. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)
- Anonim, 2009b. [www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/tgunes.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/tgunes.html)
- Anonim, 2009c. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Hammaddeleri (Linyit-Taşkömürü-Jeotermal) Çalışma Grubu Raporu. Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013. Devlet Planlama Teşkilatı Yayın No:2794, Ankara.
- Fuller, R. J., Cooper, P. I., Sale P.J.M. and Speed, R.E.W.,1983. Crop Yield Use in a Solar Greenhouse. Solar World Congress, 1222-1226.
- Eniş, A. 2003. Enerji Politikaları ile Yerli, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları. TMMOB Türkiye IV. Enerji Sempozyumu Bildirileri, Ankara.
- Gönüllü, M.T.2009.Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Çevreye Olumlu Etkileri. Standard Dergisi, 560 (48): 31-35.
- Kendirli, B.,2002. Ülkemizde Seraların Isıtılmasında Jeotermal Enerji Kullanımı.Ekin Dergisi, 19(6): 20-26.
- O'Flaherty, T.1988. Wind Energy. p.169-174.Edited by: C.V.Zabeltitz. Energy Conservation and Renewable Energies for Greenhouse Heating. FAO-Reur Technical Series 3.
- O'Flaherty, T. and von Elsner, B.1988. Industrial Heat Effluents. p.135-150. Edited by: C.V. Zabeltitz. Energy Conservation and Renewable Energies for Greenhouse Heating. FAO-Reur Technical Series 3.
- Olgun, M. 2009. Tarımsal Yapılar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı:529, Yayın No:1577, Ankara.
- Öztürk, H., Başçetinçelik, A. ve Karaca, C.2001. Sera Isıtması için Güneş Enerjili Aktif Isıtma Sistemleri. 6. Seracılık Sempozyumu Bildiriler Kitabı: s.49-54, 5-7 Eylül 2001, Fethiye-Muğla.
- Öztürk, H. 2008. Sera İklimlendirme Tekniği. Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Öztürk,H. H., Yaşar, B. ve Eren, Ö. 2010. Tarımda Enerji Kullanımı ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı: 909-932, 11-15 Ocak 2010, Ankara.
- 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. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı: 559-576, 11-15 Ocak 2010, Ankara.
- Yağcıoğlu, A.2005. Sera Mekanizasyonu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:562, İzmir.