

ANTALYA'DA YENİLENEBİLİR VE ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARIYLA ÖRTÜALTI TARIMSALALANIN ISITMA UYGULAMASI

Ali Kemal YAKUT
Erkan DİKMEN
Ahmet KABUL

ÖZET

Yapılan bu çalışmayla, örtüaltı tarımsal üretiminde Türkiye'de ilk defa birden fazla yenilenebilir enerji kaynağı ile atık ısının, enerji kaynağı olarak melezlenerek kullanılması tasarlandı. Akdeniz Üniversitesi bünyesinde bulunan 500 m²'lik bir seranın ısı konforunun ısı pompası yardımıyla sağlanmıştır. Antalya'da şubat aylarında güneş ve jeotermal kaynaklardan otomasyon planına göre çalışan ısı pompasında ortalama COP: 3,5 elde edilmiştir. Güneş ve jeotermal kaynaklarından elde edilen enerjiler ısı pompası yardımıyla daha kullanışlı hale getirilmesi için sistem tasarımı yapılmıştır. Sonuçta, yapılan tasarım tarımsal üretim parametrelerine uyum sağlayarak, tüm yıla yayılan tarımsal üretim yapılabilir, miktar, verim ve gelir yönünden sektöre katkı sağlayacağını tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Isı Pompası, Örtü Altı Tarım, Isıtma,

ABSTRACT

In this study, more than one renewable energy and waste energy have been designed as a hybrid system. The use of renewable energy for greenhouse heating in winter helps to conserve green farm environment and save fossil fuels. Thermal requirements were satisfied by heat pump on our pilot plant. Based upon the measurements made in the heating mode, in February, average heating COP was obtained 3,5. It is clear that, more efficient use of renewable resources was achieved by using heat pump. The results showed that, the utilization of heat pump is suitable for greenhouse heating in this district.

KeyWords: Heatpump, Agricultural Greenhouse, Heating

1. GİRİŞ

Günümüzde ısıtma/soğutma teknolojileri örtü altı tarımcılıkta önem kazanmaya başlamıştır. Dış ve son zamanlarda iç pazardaki tüketicilerin doğala yakın ortamlarda, doğal yöntemlerle yetiştirilmiş ürünlere talepler etkisiyle modern örtü altı (sera) tarımcılığa ilgi artmaya başlamıştır. Modern sera işletmelerinde sera yapısı, ısıtma sistemi, uzman personel katkılarıyla, tüketicilerin taleplerine uygun üretim yapabilmekte ve uygun fiyatlara satış yapabilmektedir.

Isıtma sektörünün geleceğini bu amaçla kullanılan enerji belirleyecektir. Günümüzde bu enerji çoğunlukla klasik enerji kaynakları olarak adlandırılan fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Klasik enerji kaynaklarındaki azalma ve buna bağlı olarak bu enerji kaynaklarının fiyatının gittikçe artması bizleri yeni ucuz ve çevreyi koruyan enerji kaynaklarını bulmaya itmiştir. Bu nedenle de enerji maliyetlerinin ısıtma sistemlerinin seçimini ve kullanımını etkileyen en önemli parametrelerden biri olduğu

söylenbilir. Bir başka deyişle enerji maliyetlerindeki artış daha verimli cihaz (daha az enerji sarf eden bir başka deyişle daha yüksek verimli) ve sistemlerin kullanılması gerekliliğini doğurmuştur. Bunun yanında Fosil yakıtların kullanılması sonucu ortaya çıkan çevre kirliliği ve küresel ısınma sorunları mevcuttur. Fosil yakıtların yakılması sonucu ortaya çıkan ürünler (CO₂, CO, NO_x, SO₂, ..) insan sağlığını ve doğayı tehdit etmektedir. Kyoto anlaşması gereğince CO₂ seviyelerini düşürmek isteyen ülkeler CO₂ emisyon değerlerinin düşürülmesi için tedbirler almaktadır [1].

Yapılan bu çalışmada hem bitkinin talebi olan sıcaklığı sağlamak için farklı ısı kaynakların enerjisinden yararlanacak şekilde bir ısıtma sistemi tasarlanmış, uygulanmış ve sonuçları sunulmuştur.

2. SERAYA KURULAN ISI POMPALI SİSTEM

Isı pompası Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait bir serada uygulandı. Çalışılan serada günümüzde yaygın olarak kullanılan çelik profil iskeletli, camlı ve güneş perdeleri mevcuttur. 500 m²lik bir alana sahip seranın ısıtması ısı pompasıyla sağlanmıştır. Isı pompalarının tasarımı ve fizibilite çalışmaları literatür araştırmalarında elde edilen sonuca göre sistem tasarlanmıştır [2-7].

Prototip olarak kurulmuş ısıtma sisteminde ısı pompası çalışmıştır. Isı deposuna kış mevsiminde ısı kaynakları yeterli geldiğinden mazotlu ısıtma kazanı sadece test amaçlı kullanılmıştır. Sisteminin komplike çalışması ve gerekli verilerin toplanması için PLC li bir otomasyon sistemi kurulmuş ve otomasyon yazılımı geliştirilmiştir. Sera içinde farklı noktalarınave gidiş-dönüş hatlarına sıcaklık sensörleri yerleştirilmiştir. Bu sistemin çalışması esnasında 23 sıcaklık, 3 adet nem, 2 adet debi-metre sensöründen elde edilen datalar kaydedilmiştir. Gündüzleri güneş etkili olduğu zamanlarda ısı deposunun sıcaklığı artırmıştır. Güneşin etkili olmadığı durumlarda öncelikli toprak kaynaklı sistemden, yağmurlu ve çok soğuk günlerde sondajdan ısı deposuna ısı enerjisi kaynağı sağlanmıştır.

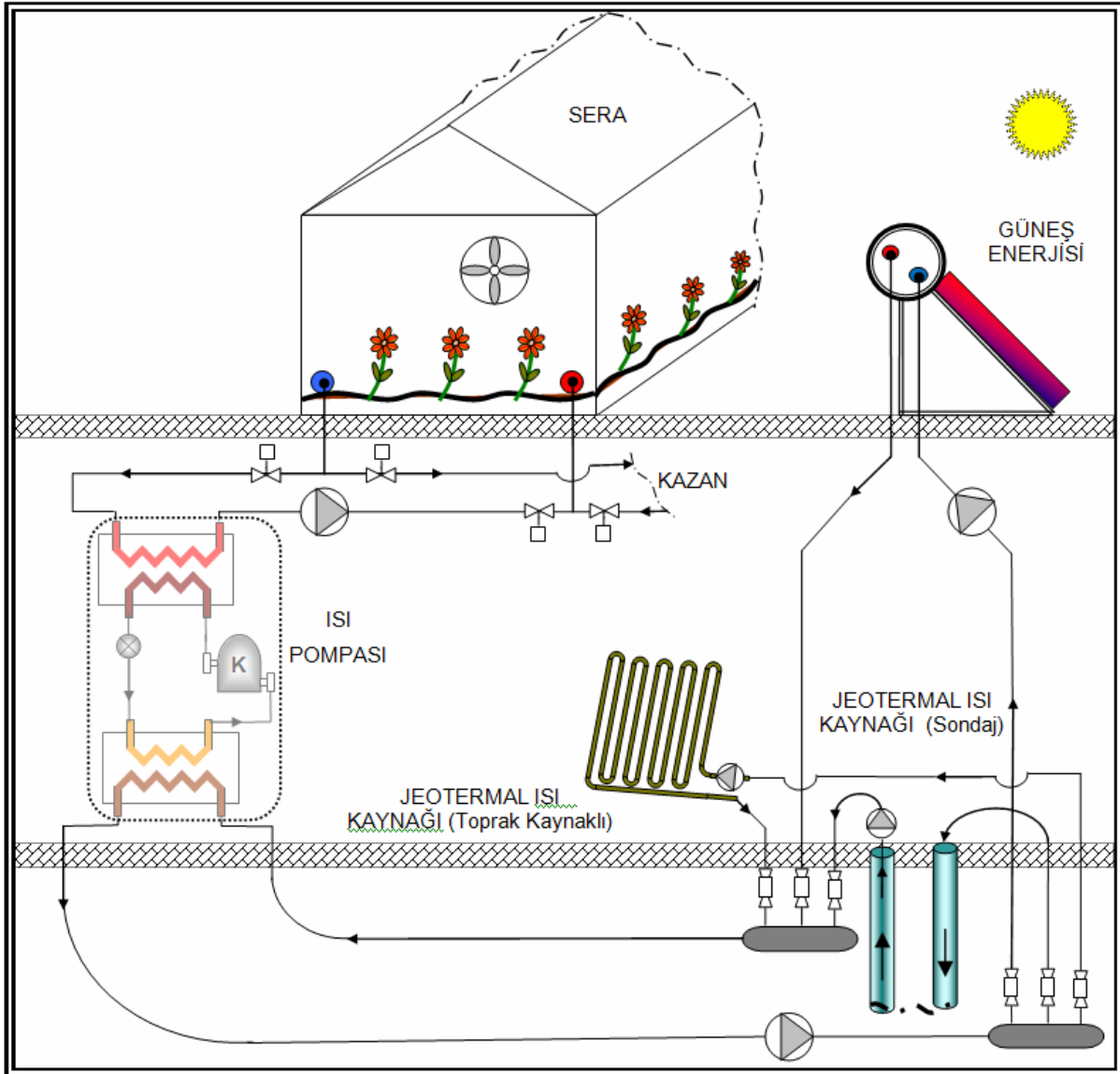
3. ISI POMPASI SİSTEMİNİN ÇALIŞMA KARAKTERİSTİKLERİ

Bir ısı pompasının enerji (Termodinamiğin I. Yasa) analizini yapmak için öncelikle sistemin çalışma karakteristiklerini belirlemek gerekir. Isı pompalarının veriminin değerlendirilmesinde, en yaygın kullanılan ölçüt ısıtma performans katsayısı (COP) ve enerji (ya da termodinamiğin birinci yasası) verimidir. Isıtma dönemi boyunca çalışan örtüaltı ısıtma sisteminden elde edilen verilere göre enerji analizleri **ısı pompası, toprak altı ısı kaynağı, Yeraltı suyu kaynağı ve güneş enerjisi** için ayrı ayrı incelenmiştir. Şekil 1'de tesisat şeması gösterilen ısı pompası sisteminde kompresöre harcanan güç aşağıdaki eşitlikten hesaplanır [8].

$$\dot{W}_c = \frac{\dot{m}_r (h_2 - h_1)}{\eta_c} \quad (1)$$

Kompresör tarafından tüketilen gerçek enerji ise aşağıdaki formülden hesaplanabilir.

$$W_g = \frac{W_c}{\eta_{c,m} \eta_{c,e}} \quad (2)$$



Şekil 1. Kurulan sisteme ait şematik gösterimi

Burada $\mu_{c,m}$ ve $\mu_{c,e}$ sırasıyla kompresörün mekanik ve elektriksel verimidir. Sistemin ısıtma kapasitesi Termodinamiğin I. Kanununa göre, kondenserden atılan ısı miktarıyla kompresör tarafından harcanan gücün farkı olarak tanımlanmıştır [9].

$$\dot{Q}_K = \dot{Q}_E + \dot{W}_C \quad (3)$$

Yukarıdaki 3 numaralı denklem, kondenser, evaporatör ve kompresör arasındaki bağıntıyı vermektedir. Burada \dot{Q}_E evaporatör tarafından çekilen ısı (soğutma kapasitesi), \dot{Q}_K kondenser tarafından atılan ısı ve \dot{W}_C kompresör gücüdür. Bu eşitliğe göre, evaporatörden çekilen ısı ile kompresöre harcanan gücün toplamı, kondenserde elde edilen ısıya eşittir. \dot{Q}_E ve \dot{Q}_K aşağıdaki formüllerden de belirlenebilir.

$$\dot{Q}_E = \dot{m}_r (h_1 - h_4) \quad (4)$$

$$\dot{Q}_K = \dot{m}_r (h_2 - h_3) \quad (5)$$

Bir ısı pompası sisteminde, kompresörden birim zamanda geçen soğutucu akışkan debisi sistemin kapasitesini belirler. Isıtma kapasitesi bilinen bir ısı pompası sisteminde akışkan debisi aşağıdaki eşitlikten belirlenir.

$$\dot{m}_r = \frac{\dot{Q}_K}{(h_1 - h_4)} \quad (6)$$

Bir soğutma makinesi veya ısı pompasının ısıl değerlendirilmesi, soğutma performans katsayısı (COP) ile yapılır. Isı pompası çevrimi için COP aşağıdaki gibi tanımlanır [8].

$$\text{COP} = \frac{\text{elde edilmek istenen iş}}{\text{harcanan iş}} = \frac{\dot{Q}_K}{\dot{W}_C} = \frac{\dot{Q}_K}{\dot{Q}_K - \dot{Q}_E} \quad (7)$$

Termodinamiğin II. Kanununun, tersinir soğutma çevrimi için COP değerini aşağıdaki şekilde tanımlamaktadır.

$$\text{COP} \leq \frac{T_H}{T_H - T_L} \quad (9)$$

Burada T_H , yüksek ısı kaynağı sıcaklığı ve T_L düşük ısı kaynağı sıcaklığıdır. Her iki sıcaklıkta Kelvin cinsindedir. Denklem (9) ile belirlenen COP değeri, T_H ile T_L sıcaklıkları arasında çalışan bir ısı pompasının alabileceği en yüksek değerdir. Bu sıcaklık sınırlarında çalışan tüm gerçek ısı pompalarının performans katsayıları daha düşük olacaktır [8].

4. ISI POMPALI ISITMA SİSTEMİNİN ENERJİ ANALİZİ

Isı pompası sisteminin birinci kanun analizinin yapılarak evaporatör sıcaklığı, kondenser sıcaklığı ve evaporatör basıncı gibi sistem performansını etkileyen değişken parametreler ile COP'nin değişiminin incelenmiştir. Bu maksatla sistemin her bir elemanına termodinamiğin birinci kanun analizi uygulanmıştır ve Tablo 1 de verilen denklemler (eşitlikler) kullanılmıştır.

Isıtma sisteminin çalışması esnasında aşağıda belirtilen kabuller yapılmıştır: Kompresör ve boru hatlarındaki basınç kayıpları ihmal edilmiştir. Kondenser ve evaporatördeki basınç kayıpları ihmal edilmiş olup buralardaki faz değişimleri sabit basınçlarda gerçekleşmektedir. Kompresördeki sıkıştırma adyabatik olarak gerçekleşmektedir. Soğutma sisteminde dolaşan soğutucu akışkan debisi sabittir. Sistem elemanlarından dış ortama ısı transferi olmadığı kabul edilmektedir. Soğutucu akışkan genleşme valfinde sabit entalpide genleşmektedir. Kondenserden dış ortama ısı transferi olmayıp ısının tamamı suya verilmektedir. Dış ortamdan evaporatöre ısı transferi olmayıp ısının tamamı sudan alınmaktadır.

Tablo 1. Isı pompalı ısıtma sisteminin enerji analizinde kullanılan denklemler

AÇIKLAMA	DENKLEMLER
Kompresör	$\dot{m}_{ref} h_{çikan} = \dot{m}_{ref} h_{giren} - W_{komprs} \eta_{komprs}$
Genleşme Valfi	$\dot{m}_{ref} h_{çikan} = \dot{m}_{ref} h_{giren}$
Kondenser	$\dot{m}_{ref} (h_{giren} - h_{çikan}) = \dot{m}_{sera} (h_{giren} - h_{çikan})$
Evaporatör	$\dot{m}_{sera} (h_{giren} - h_{çikan}) = \dot{m}_{kaynak} (h_{giren} - h_{çikan})$
Jeotermal Isı Kaynağı (Toprak kaynaklı)	$\dot{m}_{toprak} h_{çikan} + Q_{toprak} = \dot{m}_{toprak} h_{giren}$
Jeotermal Isı Kaynağı (Yeraltı suyu kaynaklı)	$\dot{m}_{sondaj} h_{çikan} + Q_{güneş} = \dot{m}_{sondaj} h_{giren}$
Güneş Enerjisi	$\dot{m}_{güneş} h_{çikan} + Q_{güneş} = \dot{m}_{güneş} h_{giren}$

5. ARAŞTIRMA BULGULAR

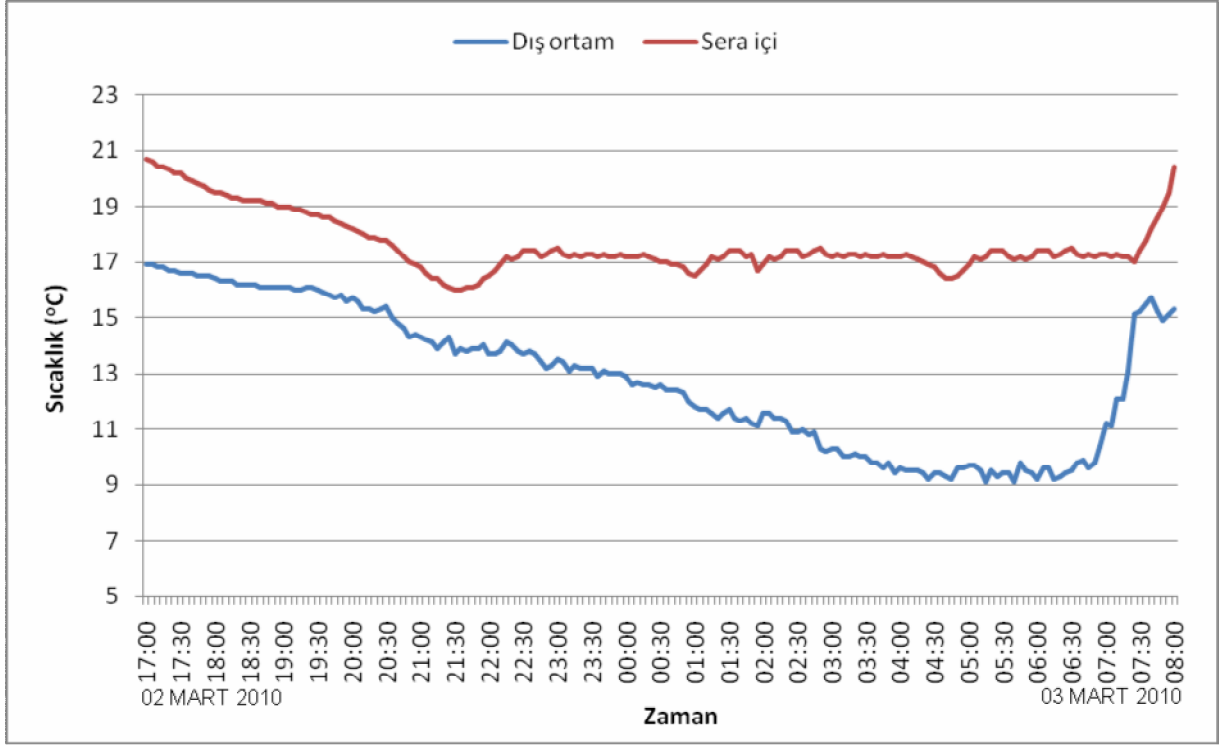
Kurulan pilot tesis ocak ayından itibaren ısıtma dönemi içerisinde çalıştırıldı. Geliştirilen prototip ısıtma sistemi sayesinde pilot örtüaltı alan 24 saat gözetim altında tutularak örtüaltı alan sıcaklığının 17 °C üstünde kalması sağlandı. Bu ısıtma dönemi içinde 02 – 03 Mart gününe ait sistem verileri aşağıda grafikler halinde verilmiştir.

Şekil 2’de pilot örtüaltı alanın dış hava sıcaklığına bağlı olarak değişimi gözlemlenmektedir. Pilot tesis otomasyon sisteminde örtüaltı alan sıcaklığı 16 C’nin altına düştüğünde ısıtma sistemi devreye girmekte ve örtü altı alan sıcaklığı 18 C’nin üzerine çıktığında ısıtma sistemi devreden çıkmaktadır. Şekil 3’de görüldüğü gibi ısıtma sistemi saat 19:30 ile 06:30 arasında çalışmıştır.

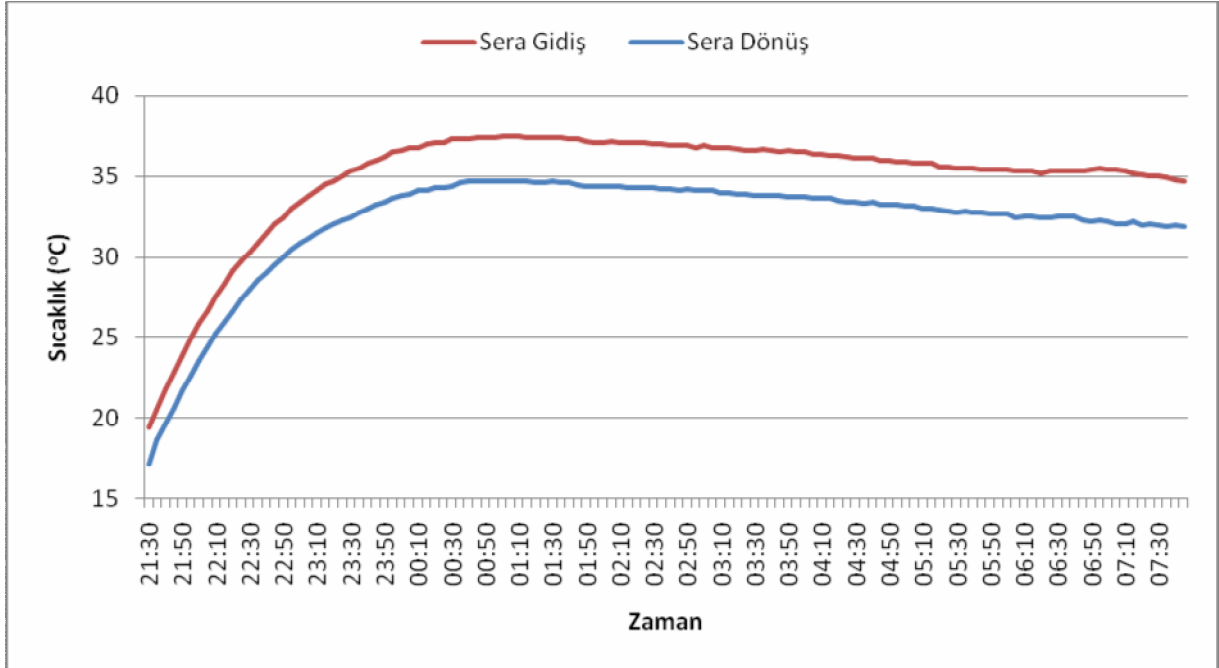
Isı pompasının çalışırken seraya giden ve dönen suyun sıcaklığı şekil 3 de görülmektedir. Isı pompasının çalıştırıldığında seraya ısıtma sisteminin rejime girme süresi iki buçuk saat sürmektedir. Gece boyunca ortalama 5 derecelik sıcaklık farkıyla serayı ısıtmaya devam etmiştir.

Şekil 4’de ısı pompası çalışırken ısı kaynaklarının sıcaklığının zamana bağlı değişimi görülmektedir. Gün içinde depolanan enerji sonucu sıcak su deposu sıcaklığı 25°C sıcaklığına ulaşmıştır. Isıtmanın başlamasıyla birlikte sıcak su deposunun sıcaklığı periyodik olarak azalmaktadır. Saat 01:40’da sıcak su deposu sıcaklığının kritik bir noktaya ulaşması sonucu öncelikli toprak kaynaklı sistem devreye girmiştir. Daha sonra yer altı su kaynağı devreye girmiştir. Yer altı su kaynağı devreye girdikten sonra, bu kaynak hem pilot örtüaltı alanın ısıtma ihtiyacını karşılarken sıcaklığının 14 °C’nin altına düşmediği tespit edilmiştir.

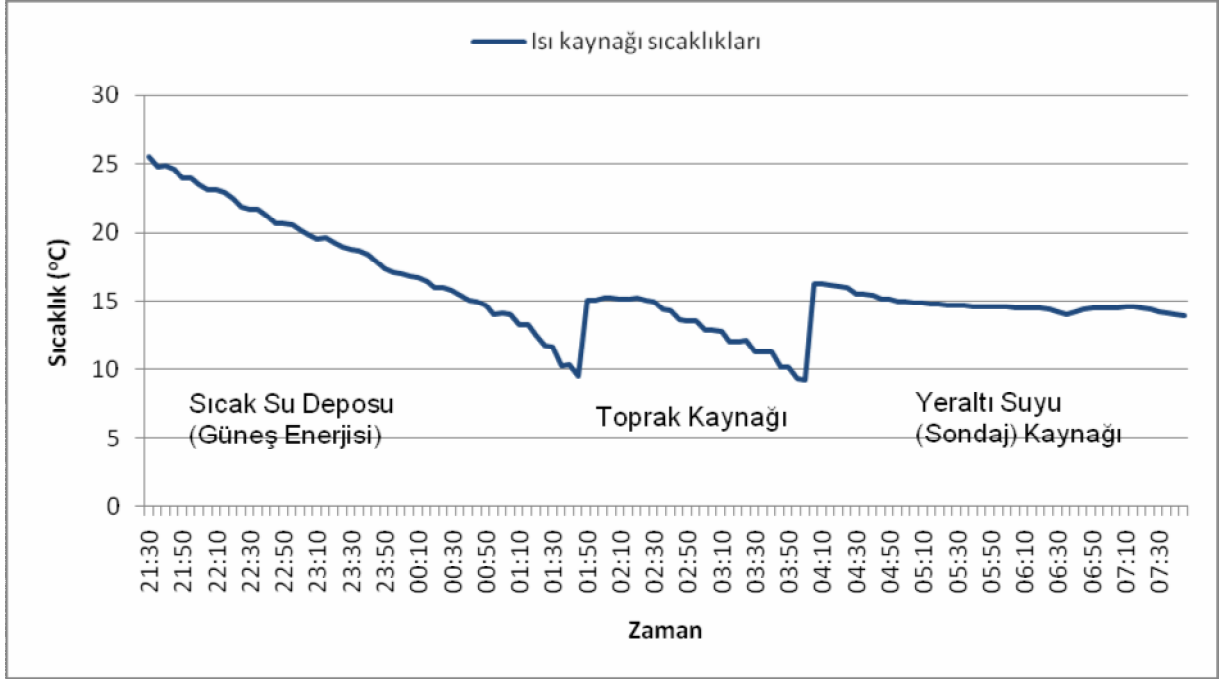
Şekil 5’de 25 adet kolektör güneş enerjisinden aktarılan bu ısının depodaki suyun sıcaklığı üzerindeki etkisinin zamana bağlı değişimi gösterilmektedir. Pilot tesisin ısıtılmasında sıcak su deposu sıcaklığı 10 °C sıcaklığa kadar düşmekte, güneş enerji sistemi sayesinde yaklaşık 28 °C sıcaklığa ulaşmıştır. Bu günlerde öğle saatlerinde güneş radyasyonu ile kazanılan enerjinin aktarımında güneş enerji sisteminin devreye girme sıcaklığı 40 °C, devreden çıkma sıcaklığı ise 30 °C olarak ölçüldü. Güneş kolektörleri devreye girdikten sonra akışkan sıcaklığı tüm gün boyunca 25 °C’nin altına düşmeden çalıştığı tespit edildi.



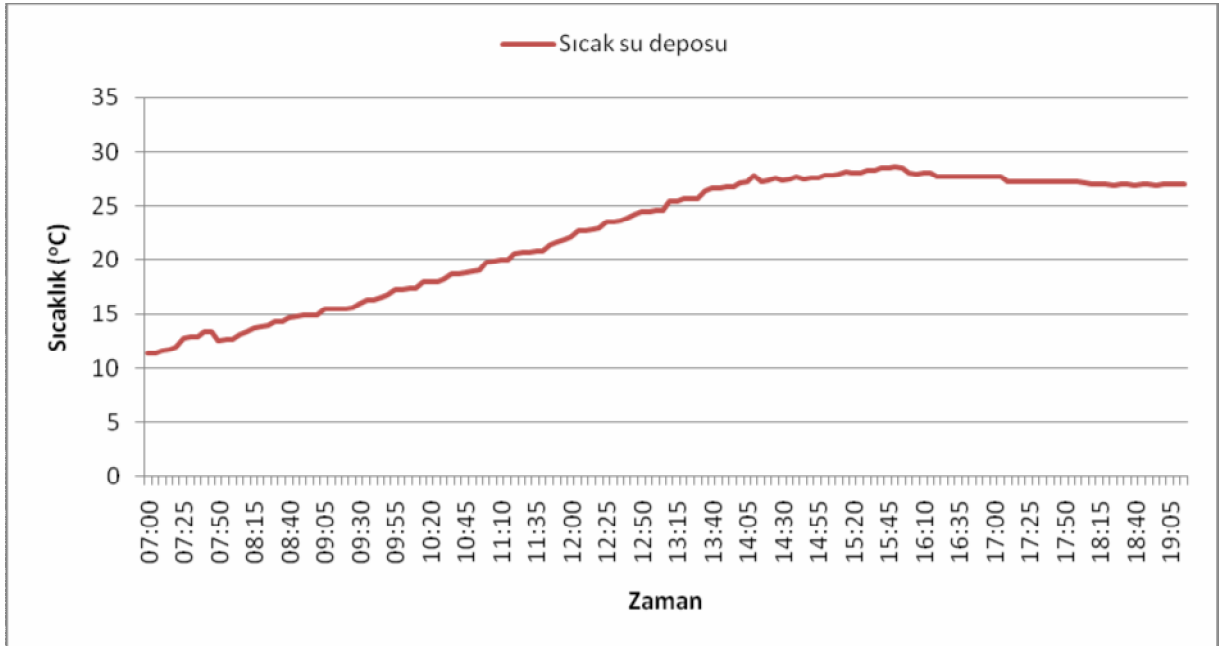
Şekil 2.Dış Hava ve Sera Sıcaklığının Zamana Bağlı Değişimi



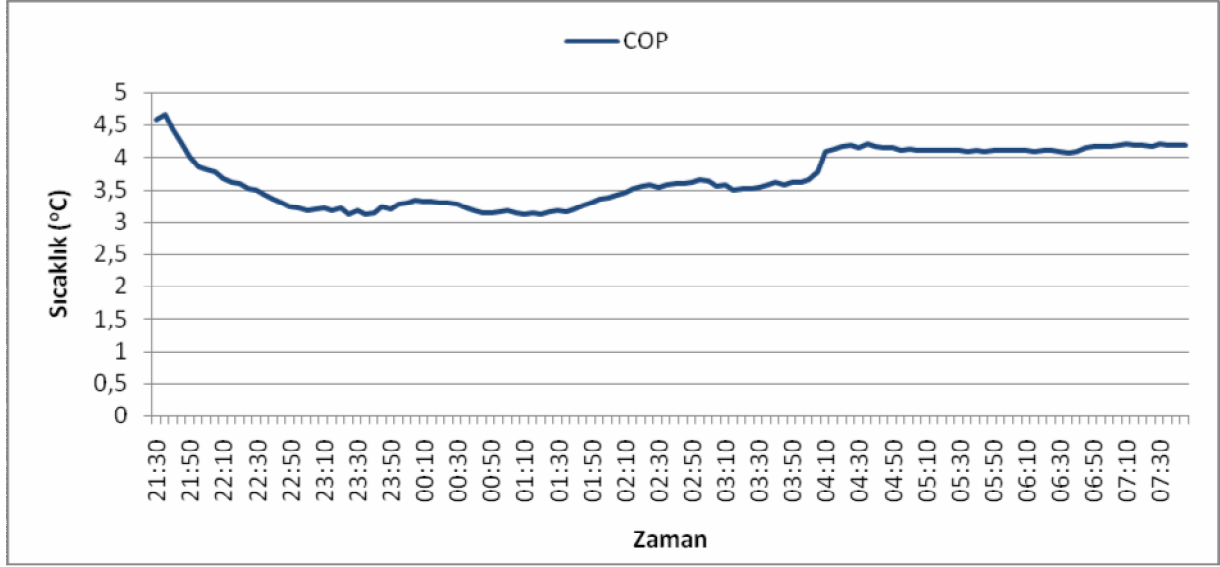
Şekil 3.Sera Gidiş ve Dönüş Isıtma Suyu Sıcaklıklarının Zamana Bağlı Değişimi



Şekil 4. Isı Kaynaklarının Sıcaklığının Zamana Bağlı Değişimi



Şekil 5. Güneş Enerjisine ait su deposunun Sıcaklığının Zamana Bağlı Değişimi



Şekil 6. Isıtma Tesir Katsayısının (COP) Zamana Bağlı Değişimi

Şekil 6'da pilot tesisin sistem COP değerinin zamana bağlı değişimi görülmektedir. Deney süresince sistemin COP 3-4,5 arasında değişmiştir. Güneş enerjisinin deposunda sıcaklığı yüksek olduğundan COP en yüksek değerden başlamıştır. Depodaki su sıcaklığı düştükçe COP değerleri düşmüştür. Toprak kaynaklı eşanjörden ısı çekerken ortalama COP:3,5 değerindedir. Yer altı su kaynağından sabit sıcaklıkta sürekli kaynaka sağlandığından ısı pompasının COP: 4,1 değerindedir.

SONUÇ

Günümüzde seraların iklimlendirilmesinin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Son yıllarda ısıtma ve soğutma uygulamalarında ısı pompası sistemleri önem kazanmaktadır. Kullanım ve uygulama kolaylığı açısından piyasada önemli bir yere sahiptir. Özellikle küçük ve büyük kapasiteli ısı pompaları uygulamalarında diğer sistemlere göre daha az elektrik enerjisi tüketmesinden dolayı ilerleyen zamanda enerji piyasasında önemli yer tutacağı açıktır.

Deneme yaptığımız ısı pompasına üç farklı ısı kaynağı kullanıldı. Bunlardan güneş enerjisi desteği ısı depomuzu yüksek sıcaklığa çıkartabilmesi ideal olmasına rağmen ısıtma sisteminin ihtiyacını karşılayacak güneş kolektörleri önemli derecede yüzey alanlarını kaplamaktadır. Bunun yerine sisteme takviye olması amacıyla kullanılmayan alanlarda ve tesis çatılarına ideal sayılarda yerleştirilmesi uygundur. Toprak kaynağında, toprağın ısı direnci, boruların gömüldüğü metre ve uygulama şekillerine değişkenlik göstermektedir. Yapılan çalışmaya seralarda kış boyunca geceleri yaklaşık 10 saate yakın ısıtma ihtiyaç duyulduğu göz önüne alındığında uygulanmasında maliyet ve zorluklar diğer sistemlere göre fazladır. En sonuncusu olan sondajın ısı kaynağı kullanılması bu tip sistemler için ideal görülmektedir. Buradaki en büyük problem yeraltından istenilen debide suyun çıkartılması ve geri gönderilen suyun yer altındaki suyun sıcaklık dengesini bozmaması gerekmektedir. Yapılan denemelerde yer altından çıkan suyun sıcaklığı 14-16 °C arasındadır.

Seralarda kullanımın artmasıyla, kullanılan diğer ısıtma sistemlerin (LNG, fuel-oil, motorin, katı yakıtlı) daha az kullanılması ve böylece çevreye olan zararlı emisyonların (CO₂, SO₂, NO_x) azaltılması söz konusu olabilecektir. Seraların ısıtılmasında enerji sarfiyatı büyük bir kısmı ısıtma sistemlerinde kullanıldığı dikkate alınır, verimli, çevreye dost, düşük enerji sarfiyatı yanında istenilen iklim şartlarını sağlayan sistem olarak göze çarpmaktadır. Isı pompalarının en büyük dezavantajı ilk kurulum/yatırım maliyetinin yüksek olmasıdır. Amortisman süresinin düşürülebilmesi için seralarda daha kar payı yüksek ürünlerin yetiştirilmesiyle sağlanabilir ya da yatırım maliyetlerinin düşürülmesi için ülkemizde ısı pompasının üretilme geçilmesi gerekmektedir.

BİLGİLENDİRME

Bu çalışma; Antalya Teknokent'inde yer alan Mitas Doğal Enerji Akaryakıt Yatırım ve Dış Tic. A.Ş. Şirketinin Tübitak 1507 Kobi Arge kapsamında 7090316 nolu projesiyle desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] ŞEN B., "Toprak-Su Kaynaklı Isı Pompası Sistemlerinin Uygulanması", Termodinamik dergisi, Sayı: 198, 2009,
- [2] ESEN, H., BALBAY, A., ESEN, M., "Toprak Kaynaklı Isı Pompası Sistemlerinde Toprak Isı Değiştiricisi Boyunun Hesaplanması", Enerji Teknolojileri ve Mekanik Tesisat Dergisi, 97, 84-88, 2004.
- [3] HEPBAŞLI, A., HANCIOĞLU, E., "Toprak Kaynaklı (Jeotermal) Isı Pompalarının Tasarımı, Testi ve Fizibilitesi", V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 521-564, 2001
- [4] KAHVECİOĞLU, H., "Sera Isıtma Sistemleri ve Tasarımlarının Geliştirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, , Yıldız Teknik Üniversitesi. 2005
- [5] KOYUN, A. VE DİZ, T., "Toprak Kaynaklı Isı Pompalarının Tasarım Değişkenlerinin Optimizasyonu", 13. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, Konya, 2001,
- [6] Ozgener, O. ve Hepbaşlı, A., "Experimental Performance Analysis of a Solar Assisted Ground-Source Heat Pump Greenhouse Heating System", Energy and Buildings, 37(1), 101-110,. 2005
- [7] KAKAC, S., PAYKOC, E., YENER, Y., "Storage of Solar Thermal Energy, Energy Storage Systems", Applied Sciences, 167, 121-161, 1989.
- [8] ÇENGEL, Y.A. VE BOLES, M.A., "Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik", Literatür Yayıncılık, İstanbul. 1996
- [9] DOSSAT, R.J.,. "Principles of Refrigeration", Prentice – Hall Inc., 512p. New Jersey, 1997

ÖZGEÇMİŞ

Ali Kemal YAKUT

1956 yılında Trabzon'da doğmuştur. 1978 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine-Elektrik Fak. Makine Bölümünde lisans öğrenimini tamamladı. 1984 yılında Dokuz Eylül Üniversitesinden Yüksek Mühendis, 1987 yılında İstanbul Teknik Üniversitesinden Doktor ünvanı almıştır. 1988 yılında Akdeniz Üniversitesinde Isparta Müh. Fak. Mak. Bölümünde Yrd. Doç.Dr. olarak görev yapmıştır. Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümünde 1996 yılında doçentlik ünvanı, 2002 yılında profesörünvanını almıştır. Halen Süleyman Demirel Üniv., Tek.Eğt. Fak. Dekanı, aynı fakültenin Makine Eğitimi Bölüm başkanı ve öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır.

Erkan DİKMEN

1977 yılında Antalya'da doğmuştur. 1999 yılında Süleyman Demirel Üni., Tek. Eğt., Fak., Tesisat Öğretmenliği Bölümü'nden mezun oldu. 2003 yılında aynı üniversitede Fen Bil. Ens. Makine Eğitimi ana bilim dalında yüksek lisansını ve 2010 yılında aynı enstitüde Makine Müh. Ana bilim dalında doktorayı tamamladı. Halen Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

Ahmet KABUL

1975 yılında Isparta'da doğmuştur. 2001 yılında Süleyman Demirel Üni., Tek. Eğt., Fak., Tesisat Öğretmenliği Bölümü'nden mezun oldu. 2004 yılında aynı üniversitede Fen Bil. Ens. Makine Eğitimi ana bilim dalında yüksek lisansını ve 2008 yılında aynı enstitüde Makine Müh. Ana bilim dalında doktorayı tamamladı. Halen Süleyman Demirel Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Enerji Sistemleri Mühendisliği'nde Yrd.Doç.Dr. olarak çalışmaktadır.