

GÜNEŞ ENERJİSİ DESTEKLİ ISI POMPASI İLE MAHAL ISITMA UYGULAMASI

A. Cüneyt ÖZYAMAN

ÖZET

Konutlarda ısınma ve sıcak su üretiminde aynı işi daha az enerji kullanarak yapmak sonuçta daha az yakıt kullanmak, daha az para ödemek ve çevreyi aynı oranda da az kirletmek demektir.

Bu hedefe ulaşabilmek için, İzmir’de 120 m² net kullanım alanına sahip bir işyerinde güneş enerjisi destekli ısı pompası kullanarak ısınma ve sıcak su üretimi amaçlanmış ve sistem Kasım 2009’dan Nisan 2010 ayları arasında 5 ay süre ile 7 gün 24 saat çalıştırılmıştır. Bu süreçte ölçümler yapılarak elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1. SİSTEM ELEMANLARI SEÇİMLERİ

1.1. Isı Pompası Seçimi

Sistem İzmir’de 120 m² kullanım alanlı bir işyerini (Resim 1) ısıtmak amacı ile kullanılacaktır.



Resim 1. Isıtılacak Bina

Bina 4 katlı olup, duvarları ısı yalıtımsız ve pencereleri alüminyum çift camdır.

Bina ısı kaybı; dış sıcaklık 3°C, mahal sıcaklıkları 22°C kabul edilerek 8,2 kW olarak hesaplanmıştır.

Isıtma yöntemi olarak, mevcut binada yerden ısıtma sistemi uygulaması mümkün olmadığından radyatörlü sistem kabul edilmiş ve bundan dolayı ısı pompası seçiminde 50°C çalışma sıcaklığı kabul edilmiştir.

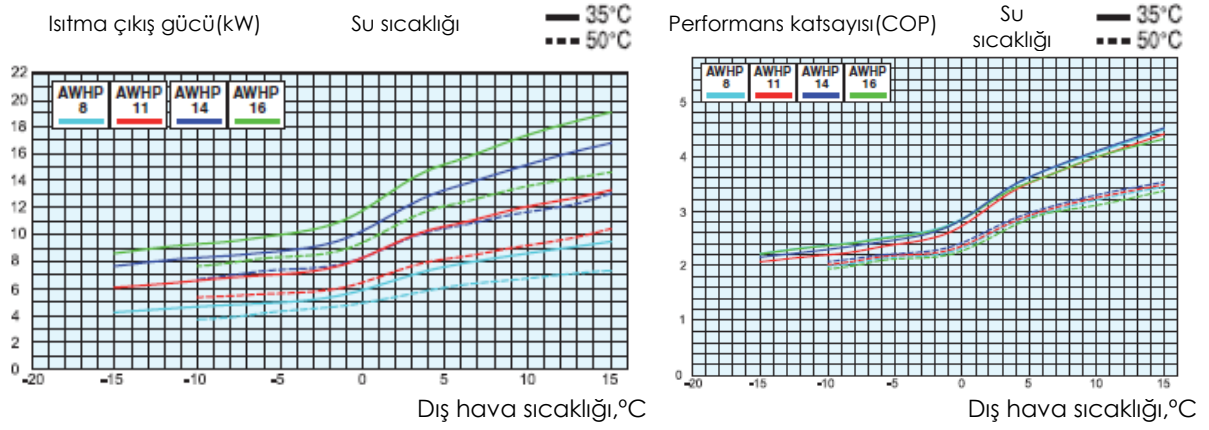
İşyerinde banyo amaçlı sıcak su kullanılmayacağı için sadece lavabolar ve mutfak sıcak suyunu karşılamak için sıcak su sistemi kullanılacaktır.

Çevre sıcaklığı(Tb)=	3 °C
İstenen ortam sıcaklığı(Tm)=	22 °C
Mahal alanı(A)=	120 m ²
Tb ve Tm için mahal ısı kaybı(Qk)=	8,2 kW
Isıtma sistemi tasarım sıcaklığı(Tt)=	50 °C

Optimum bir ısı pompası seçimi için, cihaz kapasitesi;

%60 mahal ısı kaybı <math>Q_{ip} < \%80 \text{ mahal ısı kaybı}</math> şartını sağlamalıdır.[1]

* Q_{ip} =Tb ve Tt sıcaklıkları dikkate alınarak seçilen kapasitesi



Grafik 1. Isı Pompası Karakteristikleri

Buna göre AWHP 8 ısı pompası için;

$Q_{ip} =$	5,6 kW (grafik 1)[1]
$\%60 \cdot Q_k =$	4,9 kW
$\%80 \cdot Q_k =$	6,6 kW

AWHP 8MR tip ısı pompası istenilen sınır şartları içinde kalmaktadır .

Isı Pompası Destek Isıtma Kapasitesi Hesabı:

Destek ısıtma kapasitesi seçimi için;

Isı pompasının kapasitesi(Q_{ip}) + Destek ısıtma kapasitesi(Q_d) > %120 mahal ısı kaybı [1] şartı sağlanmalıdır.

Buna göre;

$5,6 \text{ kW} + \text{Destek ısıtma kapasitesi} > \%120 \cdot 8,2 \text{ kW}$

Destek ısıtma kapasitesi(Q_d) > 4,24 kW olmalıdır.

Sonuçta ihtiyacı karşılamak için 6kW elektrik ısıtıcılı AWHP 8MR tipi ısı pompası seçilmiş olup cihaz teknik özellikleri tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. AWHP 8MR Isı Pompası Teknik Özellikleri.[1]



		AWHP 8MR
Isıtma çıkış gücü(1)	kW	8
Isıtma COP(1)		3,8
Kullanılan elektrik gücü	kWe	2,11
Soğutma çıkış gücü(1)	kW	7,1
Soğutma COP(1)		3
Kullanılan elektrik gücü	kWe	2,4
Nominal su debisi, $\Delta T=5K$	m ³ /h	1,38
Nominal su debisinde basınç	mbar	350
Nominal hava debisi	m ³ /h	3000
Dış ünite elektrik voltajı	V	230 V mono
Nominal amperaj	A	11,29
Kalkış amperi	A	5
Ses seviyesi(2)	dB(A)	36
Maximum borulama	m	30

1.2. Isıtma Sistemi Boru Tesisatı Tasarımı ve Radyatör Seçimi

Isı pompası planlama kılavuzunda verildiği gibi (tablo 1) sistem su debisi $\Delta T=5^\circ\text{C}$ çalışma sıcaklıklarına göre $1,38 \text{ m}^3/\text{h}$ olarak hesaplanmış ve boru çapları bu debiye göre seçilmiştir.

Radyatör olarak, verimliliği artırma amacı ile, düşük su hacimli alüminyum radyatörler kullanılmıştır. 22°C mahal sıcaklığında $90/70^\circ\text{C}$ çalışma sıcaklıkları için radyatör ısı kapasitesi %100 kabul edildiğinde yine 22°C mahal sıcaklığında $55/50^\circ\text{C}$ çalışma sıcaklıkları için radyatör ısı kapasitesi %40 olarak hesaplanmış ve radyatör boyutlandırması buna göre yapılmıştır (Resim 2). Isı pompası programlanabilir oda termostatının bulunduğu bina giriş katı haricindeki radyatörlerde termostatik vana kullanılmıştır.



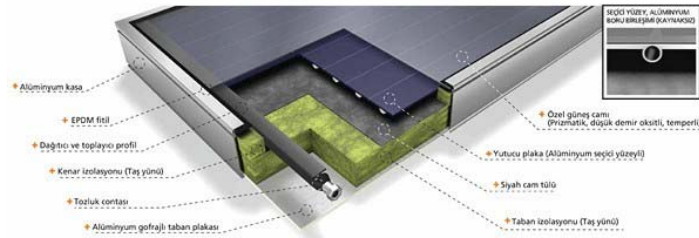
Resim 2. Radyatörler

1.3. Güneş Kolektörü ve Güneş Enerji Sistemi Elemanları Seçimi

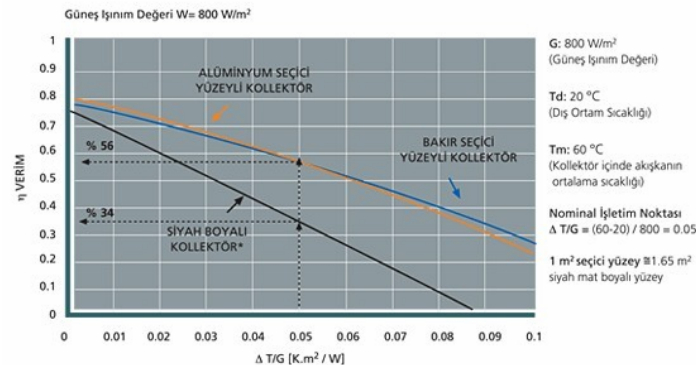
1.3.1. Güneş Kolektörleri Seçimi

Güneş kolektörü ile ısıtma desteği uygulamalarında ekonomik bir yatırım için kolektör kapasitesinin toplam ısı gereksinmesinin %20-25'ini karşılaması tavsiye edilmektedir.[2][3]

Bu amaçla, toplam net yutucu yüzey alanı $11,28 \text{ m}^2$ olan 6 adet seçici yüzeyli alüminyum güneş kolektörü seçilmiştir. Resim 3'de kullanılan kolektörlerin bazı teknik özellikleri verilmiştir.



KOLEKTÖR ÇEŞİTLERİNE GÖRE ISIL VERİM DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI



Resim 3. Güneş Kolektörü Özellikleri

Tablo 2'de 55° açı ile yerleştirilmiş $11,28 \text{ m}^2$ seçici yüzeyli güneş kolektörü ile alınabilecek enerji miktarları verilmiştir.

Tablo 2. Güneş Kolektörleri ile Alınan Enerji(kW)[4][5][7]

	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
08:30-09:30	0,00	0,00	0,00	0,00	2,75
09:30-10:30	4,33	2,13	3,06	4,76	5,05
10:30-11:30	6,49	4,80	5,61	6,96	7,21
11:30-12:30	7,34	5,68	6,45	7,80	8,26
12:30-13:30	5,50	4,07	4,77	5,95	6,30
13:30-14:30	2,66	0,00	1,68	3,01	3,67
14:30-15:30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91
TOPLAM	26,32	16,68	21,57	28,48	34,16

Seçilen kolektörlerin yerleşim ve montajı Resim 4’de verilmiştir.

**Resim 4:** Güneş Kolektörlerinin Çatı Montajı

1.3.2. Güneş Enerjisi Sistemi Pompa ve Boru Tesisatı Seçimi

Uygulanacak sistem büyüklüğüne, seçilen güneş kolektörleri özelliklerine ve net yüzey açıklık alanına bağlı olarak su debisi 40–45 lt/m²-h önerilmektedir[2][5][7]. Buna göre 11,28 m² için yaklaşık 500 lt/h kapasiteli sirkülasyon pompa grubu seçilmiştir (Resim 5a). Pompa grubunda bulunan debi ayarlı küresel vana ile sistem çalışma sıcaklıklarının istenen sıcaklıklarda olması sağlanabilmektedir.

Elektrik kesilmesi ve bekleme gibi durumlarda kullanılan güneş kolektörü iç sıcaklığı 180–190°C’ye ulaşabilmektedir. Tesisat bu sıcaklığa uygun imal edilmiş ve kullanılan tüm armatürler bu sıcaklıklara da dayanabilecek şekilde seçilmiştir.

Boru tesisatı ise tichelman yöntemine göre tasarlanarak ve değişen boru çaplarında 0,2–0,5 m/s su hızları sağlanacak şekilde boyutlandırılmıştır.

Tesisata su yerine; donma sıcaklığı -20°C, buharlaşma sıcaklığı +130°C olan ve sistemdeki farklı metaller ve çalışma ortamından oluşabilecek galvanik korozyonu önleyerek tesisat ömrünü uzatan antikorozyon sıvısı doldurulmuştur.

1.3.3. Plakalı Eşanjör Seçimi

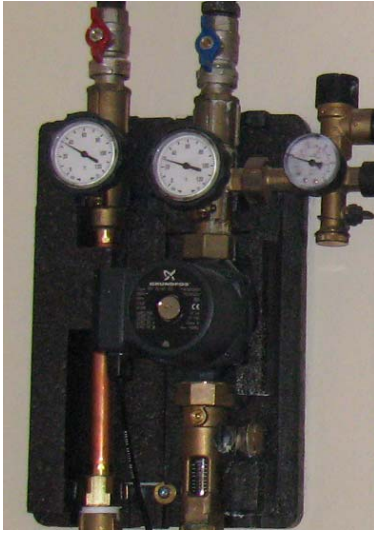
Güneş kolektörü kapalı devresinden sıcak su tankına ısı transferi yapabilmek için tank içi serpantin borulu sistem yerine 12kW kapasiteli 60/48°C-►46/55°C şartlarında çalışacak plakalı eşanjör kullanılmıştır (Resim 5b). Güneş enerjisi sistemlerinde kapalı devre gidiş ve dönüş sıcaklık farklılıkları kadar kapalı devre ile depolama tankı su sıcaklıklarının gün boyunca değişkenlikler göstermesi ve sıcaklık farklılıklarının ısı transferini azaltacak şekilde küçük değerlere inmesidir. Bundan dolayı çok küçük sıcaklık farklılıklarında borulu sisteme göre daha yüksek ısı transferi yapabilen plakalı ısı eşanjörü tercih edilmiştir. Bunun yanında plakalı eşanjör iç su hacmi eşdeğer borulu sisteme göre 10-15 kat daha az olduğundan güneş enerjisi kapalı devresindeki su hacmi azaltılmıştır. Özellikle güneş

enerjili ısıtma sistemlerinde kapalı devre su hacminin az olması değişen hava koşulları ve ısıtma değerlerinde sistemin ısı ataletini azaltarak verimi arttırmaktadır. Örneğin 2000 lt hacimli çift cidarlı boylerde cidar su hacmi 147 lt iken aynı hacimli serpantinli boylerde bu hacim 40 lt. ve eşdeğer ısıtma kapasiteli bir plakalı eşanjörde ise su hacmi 6-7 lt.dir.

1.3.4. Sıcak Su Depolama Tankı Seçimi

Kullanılacak güneş enerjisi sistemin sadece gündüz ısınmasına destek verecek şekilde “güneş varken yararlan” seçildiğinden, depolama tankının büyüklüğü buna göre seçilecektir. Depolama tankı kullanmanın amacı kullanılmadığı zaman gelen enerjinin depolanarak daha sonra kullanılabilmesidir. Sadece gündüz ısınmasına destek kullanımında 2-3 saatlik enerjinin depolanabileceği su hacmi tavsiye edilmektedir[6].

Buna göre 100 lt hacimli emaye sıcak su depolama tankı seçilmiş (Resim 5c) ve bu tank bir sirkülasyon pompası ile plakalı eşanjöre bağlanmıştır



Resim 5a. Pompa Grubu

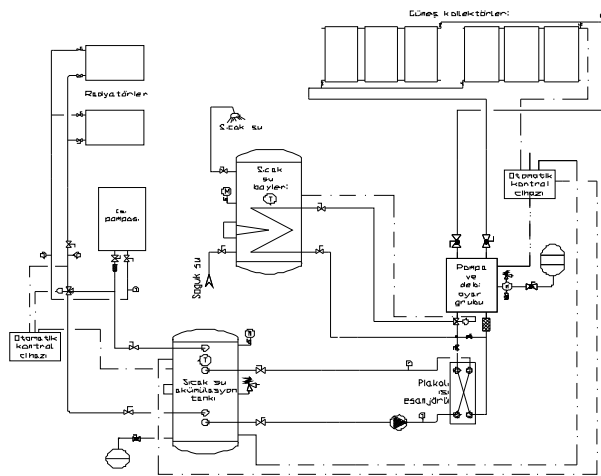


Resim 5b. Plakalı Eşanjör



Resim 5c. Sıcak Su Depolama Tankı

2. SİSTEM TASARIMI VE ÇALIŞMA PRENSİPLERİ



Resim 6. Sistem Şeması

Seçilen sistem elemanlarıyla Resim 6' da gösterilen akım şemasına oluşturulmuştur.

Buna göre;

Güneş kolektörlerinden gelen sıcak su, öncelikle kullanım suyu boylerini ısıtır. Boyler istenilen sıcaklığa ulaştığında, üç yollu vana kolektörlerden gelen sıcak suyu plakalı eşanjör vasıtası ile sıcak su depolama tankına yönlendirir. Böylelikle güneş kolektörlerinden gelen enerji depo suyunu ısıtmaya başlar.

Kolektör pompasının çalışma ve durması, kolektör ve sıcak su depolama tankı sıcaklıklarını kontrol eden otomatik kontrol cihazı ile sağlanır. Kolektörlerdeki sıcaklık ile depo sıcaklığı arasındaki fark 8°C'den fazla ise pompa çalışmaya başlar. Bu fark 4°C'nin altına düştüğünde pompa depodan kolektörlere ısı kaybı önlenir. Bunun yanın da bu cihaz ile depo sıcaklığı üst sınırlaması, kolektör donma önleme gibi işlevler de yapılır.

Bu esnada, ısı pompası güneş enerjisi tesisatından bağımsız olarak bina giriş katında bulunan programlanabilir oda termostatından ve dış hava sıcaklık hissedicisinden gelen komutlara göre çalışmaktadır. Oda termostati, ısı pompasının odaları sıcaklıklarını, hafta içinde 7–18 saatleri arasında 22°C, bunun dışındaki saatlerde ve hafta sonları 18°C sağlayacak şekilde ayarlandı.

Sıcak su tankında ısıtma sistemine destek işlevi ise tesisatta radyatör dönüş sıcak su hattı üstüne takılan bir üç yollu vana ve bu vanaya komut veren otomatik kontrol cihazı ile sağlandı.

Sıcak su tankı su sıcaklığı, radyatörlerden ısı pompasına dönen su sıcaklığından fazla ise otomatik kontrol cihazı üç yollu vanayı kontrol ederek dönüş suyunu ısı pompası yerine sıcak su depolama tankına yönlendirdi (Resim 7).



Resim 7. Makine Dairesi Tesisatı

Böylece güneş enerjisi ile ısınmış depolama tankı, radyatörlerden ısı pompasına dönen suyun sıcaklığını artırarak ısı pompasının çalışacağı sıcaklık farkını düşürdü ve düşürdüğü oranda ısı pompasının daha az enerji harcamasını sağladı.

3.ÖLÇÜMLER

Çalışma sürecinde, her gün, sabahları güneş enerjisi sirkülasyon pompası ilk çalıştığı anda ve akşamüstü pompa durduğunda Tablo 3’de listelenen ölçümler yapıldı.

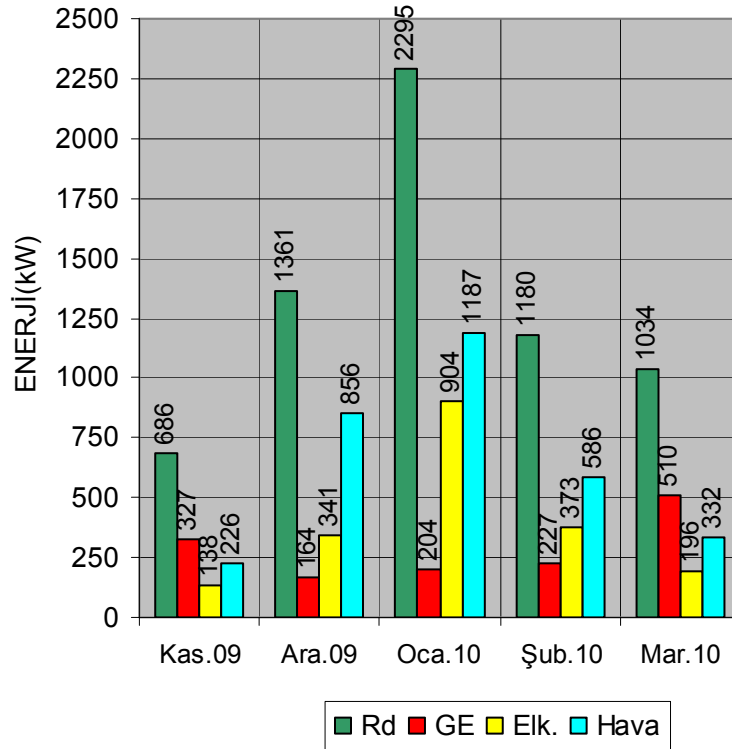
Tablo 3: Ölçümler Listesi

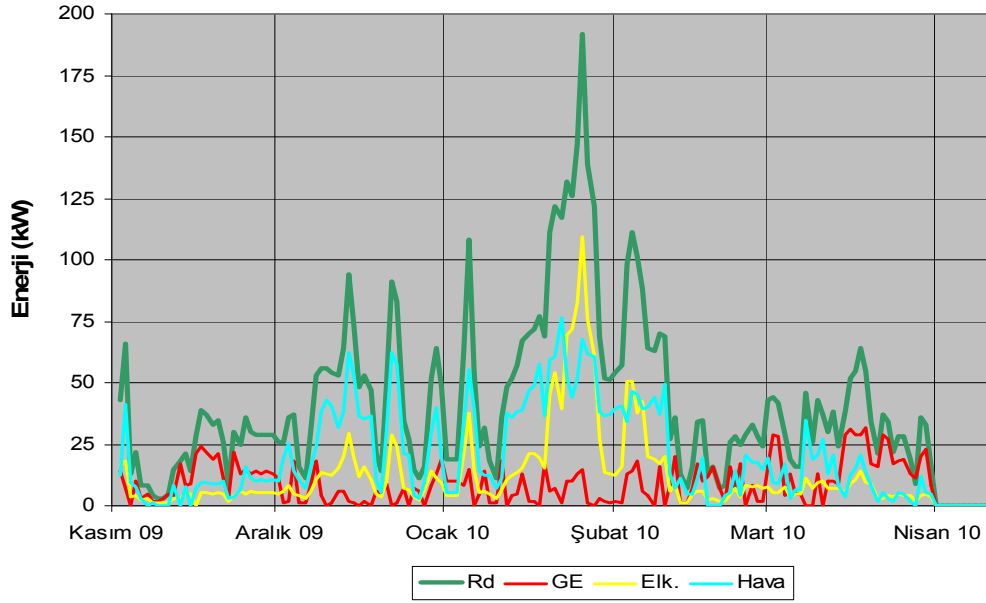
No	ÖLÇÜM YERİ	ÖLÇÜLEN	No	ÖLÇÜM YERİ	ÖLÇÜLEN
01	Çevre sıcaklığı		06	Sıcak su deposu üst su çıkışı (PE girişi)	Sıcaklık
02	Güneş kolektörü su çıkışı (PE güneş devresi su girişi)	Sıcaklık	07	Sıcak su deposu üst su çıkışı (Isı pompası su girişi)	Sıcaklık
03	Güneş kolektörü alt su girişi (PPE güneş devresi su çıkışı)	Sıcaklık	08	Sıcak su deposu alt su girişi (Radyatör dönüş suyu)	Sıcaklık Su debisi Toplam enerji
04	Sıcak su deposu alt bölgesi	Sıcaklık	09	Radyatör dönüş suyu	Sıcaklık Su debisi Toplam enerji
05	Sıcak su deposu üst bölgesi	Sıcaklık	10	Isı pompası su çıkışı (Radyatörlere gidiş)	Sıcaklık
			11	Sistem elektrik sayacı	

4.ÖLÇÜM SONUÇLARI

Çalışma süresince yapılan ölçümler tablolaştırılmış ve grafik 2a ve 2b de verilmiştir.

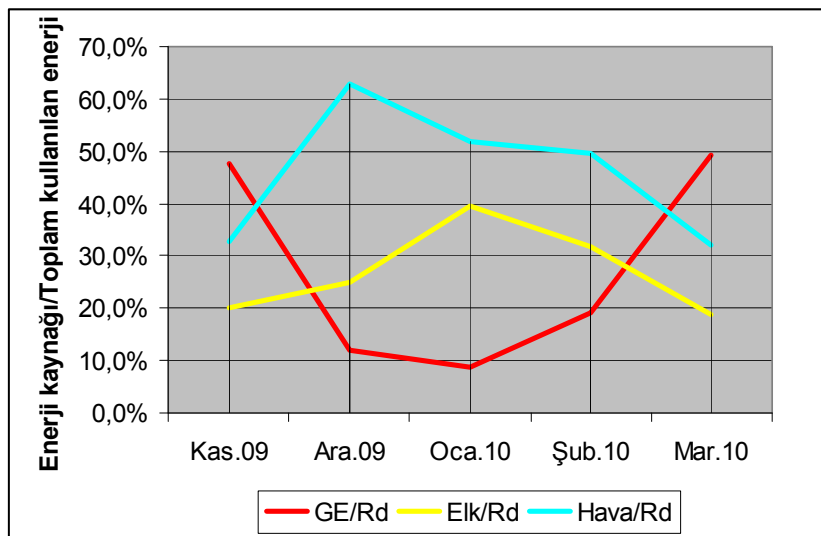
Grafik 2a. Enerji Kullanım ve Kaynakların Aylara Göre Dağılımı(Çubuk Diyagram)

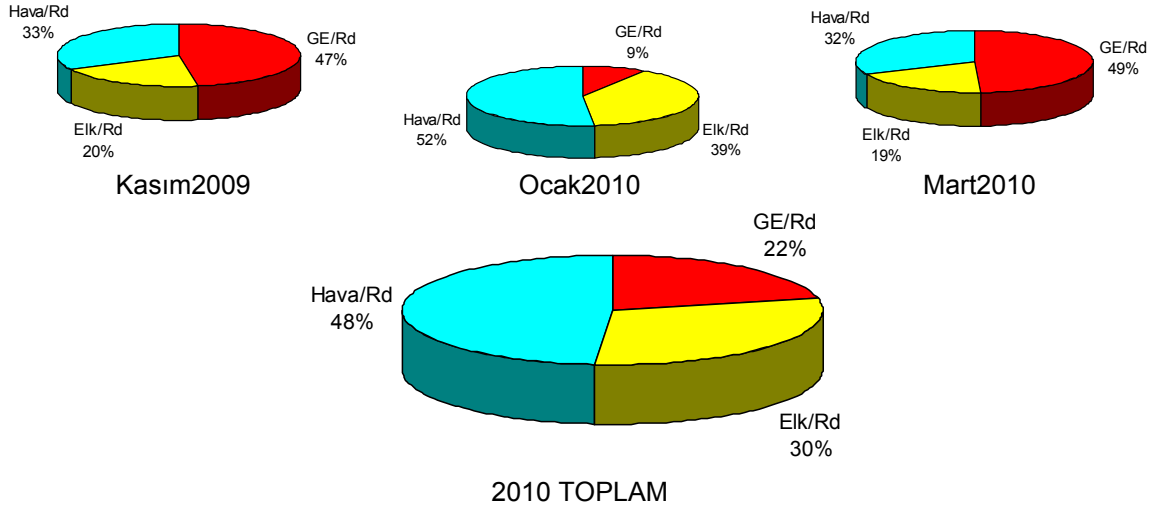


Grafik 2b. Enerji Kullanım ve Kaynakların Aylara Göre Dağılımı(Çizgi Diyagram)**Tablo 4.** Özet Ölçüm Sonuçları

	Gerçekleşen ısınma	Kullanılan elektrik enerjisi
Kas.09	686 kW	138 kW
Ara.09	1361 kW	341 kW
Oca.10	2295 kW	904 kW
Şub.10	1180 kW	373 kW
Mar.10	1034 kW	196 kW
Toplam	6556 kW	1952 kW

Kullanılan enerji kaynaklarının aylara göre ve toplam da yüzde dağılımı Grafik 3 ve 4'de verilmiştir.

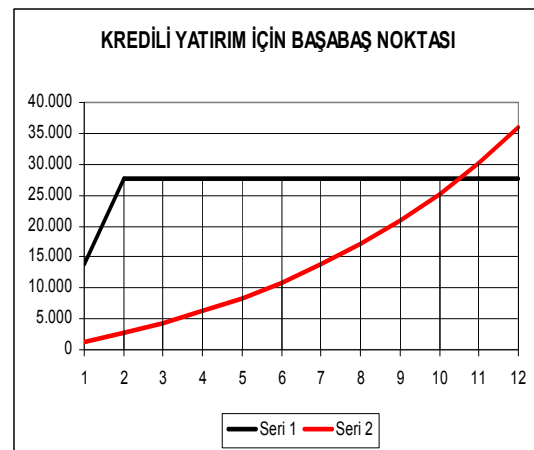
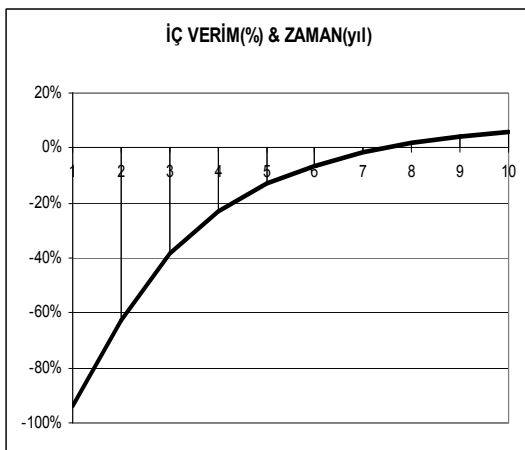
Grafik 3. Isı Enerji Kaynaklarının Aylara Göre Dağılım Oranları

Grafik 4. Isı Enerji Kaynaklarının Aylara Göre Dağılımı**5. YATIRIM EKONOMİKLİK ANALİZİ**

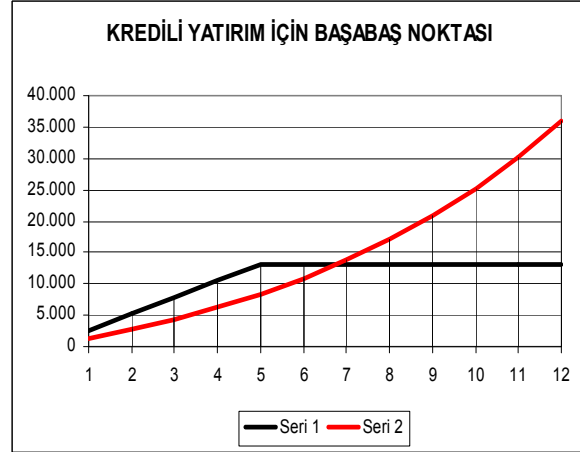
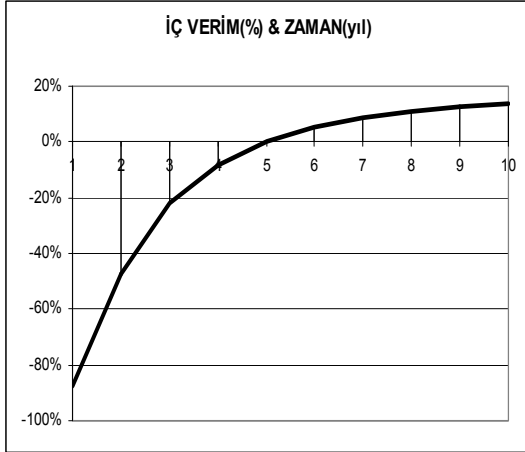
Güneş enerjisi destekli ısı pompası ile mahal ısıtma yatırımının aşağıdaki şartlarda yapılması halinde

Yatırım tutarı(KDV hariç)=	20.000 TL	Para değerlendirme faizi=	10%
Ödeme süresi=	2 yıl	Yıllık yakıt fiyat artışı=	15%
Yıllık enflasyon oranı=	10%	Yıllık enerji tasarrufu=	4604 kW
Yıllık kredi faizi=	25%	Yakıt fiyatı(KDV hariç)=	0,27 TL/kWh

iç verim oranı (yatırımın kara geçmeye başlama süresi) 7,5 yıl , yatırımın kendini amorti etme süresi ise 10,5 yıl olmaktadır(grafik 5).

Grafik 5. Ekonomik Analiz 1

Aynı yatırımın maliyetinin 10.000 TL'ye yıllık kredi faizinin %10'a ve ödeme süresinin 5 yıla çekilmesi halinde iç verim oranı 5 yıla, yatırımın kendini amorti etme süresi ise 6,5 yıla inmektedir.(grafik 6).

Grafik 6. Ekonomik Analiz 2

SONUÇ

Sistemden elde edilen sonuçlar tasarlanan amaçlara ulaşıldığını göstermektedir. Güneş enerjisinin sisteme desteği bazı aylarda %49'a ulaşır iken yıllık ortalamada %22 olmuştur(grafik 3).

Sistem 01 Kasım 2009 ile 31 Mart 2010 tarihleri arasında 150 gün (3600 saat) çalışmış ve bu sürede ısınma amacı ile toplam 6556 kW enerji harcanırken, bunu karşılamak için sadece 1952 kW elektrik enerjisi kullanılmıştır. Kullanılan elektrik enerjisinin %97'si ısı pompası ve güneş enerjisi sisteminin pompa, kompresör, fan gibi elemanlarının kullandığı elektrik enerjisi olup %3'ü ise ısı pompasının yetersiz kaldığı hava şartlarında devreye giren elektrikli ısıtıcıdan kaynaklanmaktadır(grafik 2b).

120 m² net kullanım alanına sahip bir mahallin istenilen konfor şartlarında ısıtılması 2009–2010 fiyatları ile toplam 530 TL ile sağlanmıştır.

Tasarruf edilen miktar ise toplam ısınma ihtiyacının %70'idir.

Bunun karşılığı ise;

4604 kW elektrik, 540 m³ doğalgaz, 560 kg fuel-oil, 495 kg mazot kullanımlarının tasarrufu ve 1510 kg CO₂ salınım azalmasıdır.

İthal enerji kaynaklarına bağımlılığın her geçen gün arttığı günümüzde bu ve benzeri sistemlerin desteklenmesi kaçınılmazdır(Grafik 5, Grafik 6).

KAYNAKLAR

- [1] De Dietrich-Alezio Isı pompası planlama kılavuzu
- [2] Solartek Güneş kolektörleri planlama kılavuzu
- [3] Viessman Güneş kolektörleri planlama kılavuzu
- [4] Devlet Meteoroloji İşleri Gn. Md.-İzmir İli için Meteorolojik değerleri
- [5] Fraunhofer ISE 2008–24, Solartek verim test raporu
- [6] Duffie, JA., Beckman, WA., Solar Engineering of Thermal Processes, 1991
- [7] DOPA Ltd.Şti., "Güneş kolektörü tasarım teknik bilgi arşivi"



ÖZGEÇMİŞ

A.Cüneyt ÖZYAMAN

1954 İzmir doğumludur. 1980 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Bölümünü bitirmiştir. 1980–1991 yılları arasında DESA A.Ş.'nin mühendislik ve yönetim kadrolarında görev yapmıştır. 1991–2001 yılları arasında kurucu ortağı olduğu Doğal Isı Ltd.Şti.'nde şirket müdürü olarak teknik satış konularında çalışmalarını sürdürmüştür.2001 yılından bu yana da kurucu ortağı olduğu Dopa Ltd.Şti.'nde teknik malzeme temsilcilik ve satışı ile birlikte ısı konularında mühendislik ve danışmanlık hizmeti vermektedir.