

# Isı Geri Kazanım ve Deniz Suyundan - Suyu Isı Pompası Uygulaması

Veli DOĞAN\*

## Özet

Dünyada bulunan petrol rezervlerinin gün geçtikçe azalması ve enerji tüketiminin tam tersi olarak artması-sonucu ısı geri kazanım sistemleri ve ısı pompası kullanımı artmıştır. Ülkemizde Avrupa ülkelerindeki oranda olmasa da özellikle ısı geri kazanım konusunda sistem arayışları hızlanmıştır. Ancak ısı pompası uygulamaları sadece split klima, çatı tipi hava ve su soğutmalı soğutma cihazlarındaki uygulamalar ile sınırlı kalmaktadır. Bu cihazlar ile genellikle kış aylarında soğuk olan dış havadan sıcak olan iç ortama ısı pompalanmaktadır. Dış hava sıcaklığının düşmesi ile birlikte iç ortamın ısı ihtiyacı artmaktadır, bu nedenle bu tip ısı pompası olarak çalışan cihazlarda verim oldukça düşüktür. Büyük sanayi tesisleri ve otel gibi enerji kullanımının fazla olduğu yerlerde sudan-suya ısı pompası uygulaması ile büyük miktarda enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Bu yazıda Antalya'da 01/04/2005 tarihinde tamamlanan ve Türkiye'deki en büyük ısı pompası olarak bilinen sitemin çalışma prensibi ve çalışma şartları ile sonuçlar özetlenecektir.

**Anahtar Sözcükler:** Isı geri kazanımı, ısı pompası, sudan suya ısı pompası, enerji tasarrufu

## GİRİ<sup>1/2</sup>

Isı pompalarının verimleri enerji pompaladıkları dış ortam sıcaklığına bağlı olarak büyük değişim gösterirler. Buna karşın insanların yaz ve kış aylarında istemiş oldukları konfor şartları çok değişmez 24°C'nin bir iki derece altında veya üzerindedir duş ve benzeri amaçlı kullanım suyu sıcaklığı da yaz kış 45°C civarındadır. Kış aylarında ısı ihtiyacımızın maksimuma çıkması durumunda dış hava sıcaklığı da en düşük değerlere gelmiş demektir. Isı emilen ve ısı pompalanan ortamlar arasındaki sıcaklık farkının büyük olması düşük verim demektir. Havadan-havaya ve havadan suya ısı pompalamak yerine sudan-havaya ve sudan-suya ısı

pompalanması durumunda daha verimli ve büyük kapasitelerde ısı pompaları ve ısı geri kazanım sistemleri kurmak mümkündür. Ancak her uygulamadaki sonuçların meslekteki mühendislerce paylaşılması ve tartışılması yeni kurulacak tesisleri daha sağlıklı ve daha verimli kılacaktır.

## 1. ISI POMPALARI

Isı emilecek olan kaynağa göre iki ana gruba ayrılırlar; hava kaynaklı ve su kaynaklı. Bu ana sınıflandırmadan sonra genellikle havadan-havaya, sudan-havaya ve sudan suya olmak üzere dizayn edilirler. Havadan-havaya ısı pompalarının çoğu evlerde ve diğer konutlarda ısıt

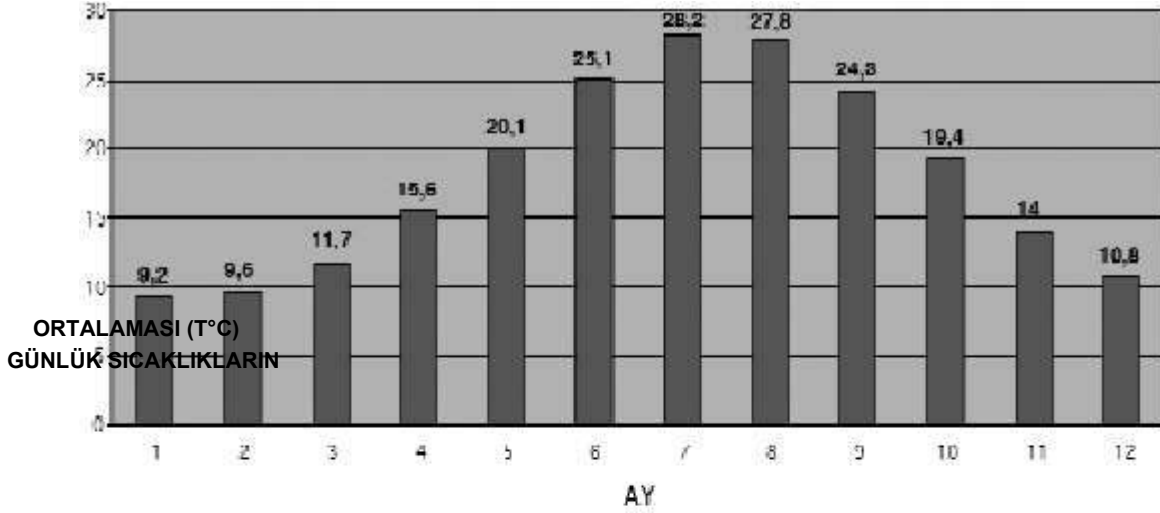
\* Makina Mühendisi.

kullanılmaktadır. Sudan- navaya ısı pompaları konut ısıtma amaçlı olarak Ülkemizde yeni yeni kullanılmaya başlanmıştır. Sudan-suya ısı pompaları uygulaması ise yok denecek kadar azdır. Havadan – havaya ısı pompaları ile sudan-suya ve sudan-havaya ısı pompaları arasındaki en önemli fark ısı emilen kaynağın enerji kapasitesidir. Bir m<sup>3</sup> suyun sıcaklığını 1°C düşürerek çekilen enerji bir m<sup>3</sup> havanın sıcaklığını 1°C düşürerek çekilen enerjiden yaklaşık 3000 defa daha fazladır, bu değer havanın yoğunluğu düşük olan bölgelerde 4000 katına varan rakamlara erişmektedir. Antalya için

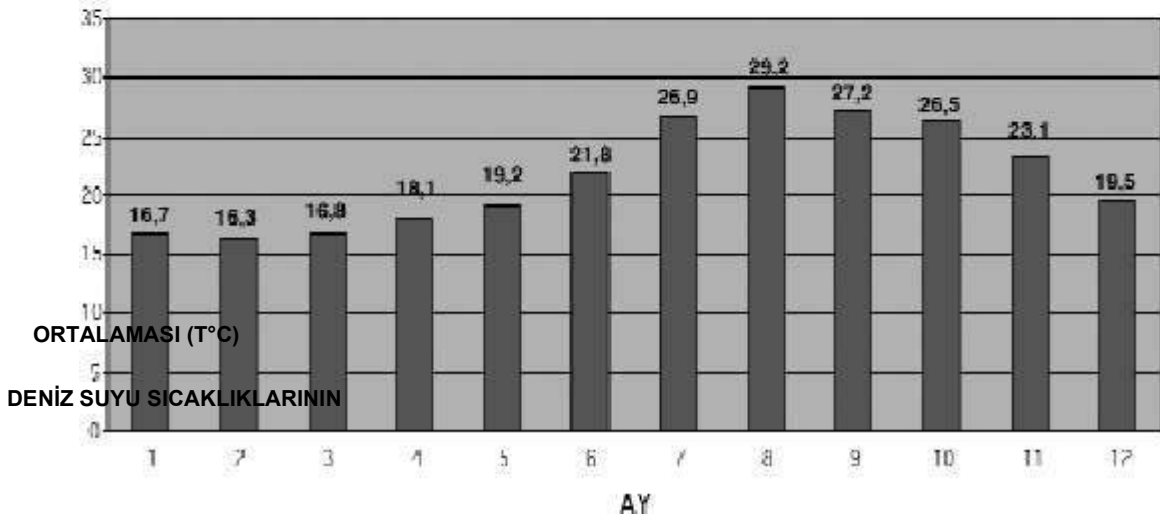
cakığı ve atmosfer sıcaklığı değerleri verilmiştir.

### SU KAYNAKLI ISI POMPALARI

Su kaynaklı ısı pompaları çoğunlukla sudan-havaya paket üniteler halinde uygulama alanları bulurlar. Sudan- suya ısı pompasına geçmeden önceden sudan-havaya ısı pompasının çalışma prensibini özetleyelim. Su kaynaklı ısı pompası sisteminde her cihaz, bir hava soğutucu evaporatör, evaporatör fanı, su soğutmalı kondenser ve pano içerir. Cihaz bulunduğu ortamın isteğine göre, soğutma yaptığın-



Şekil 1. Antalya ili günlük sıcaklık değerlerinin ortalamasının aylara göre değişimi



Şekil 2. Antalya ili deniz suyu sıcaklık değerlerinin ortalamasının aylara göre değişimi

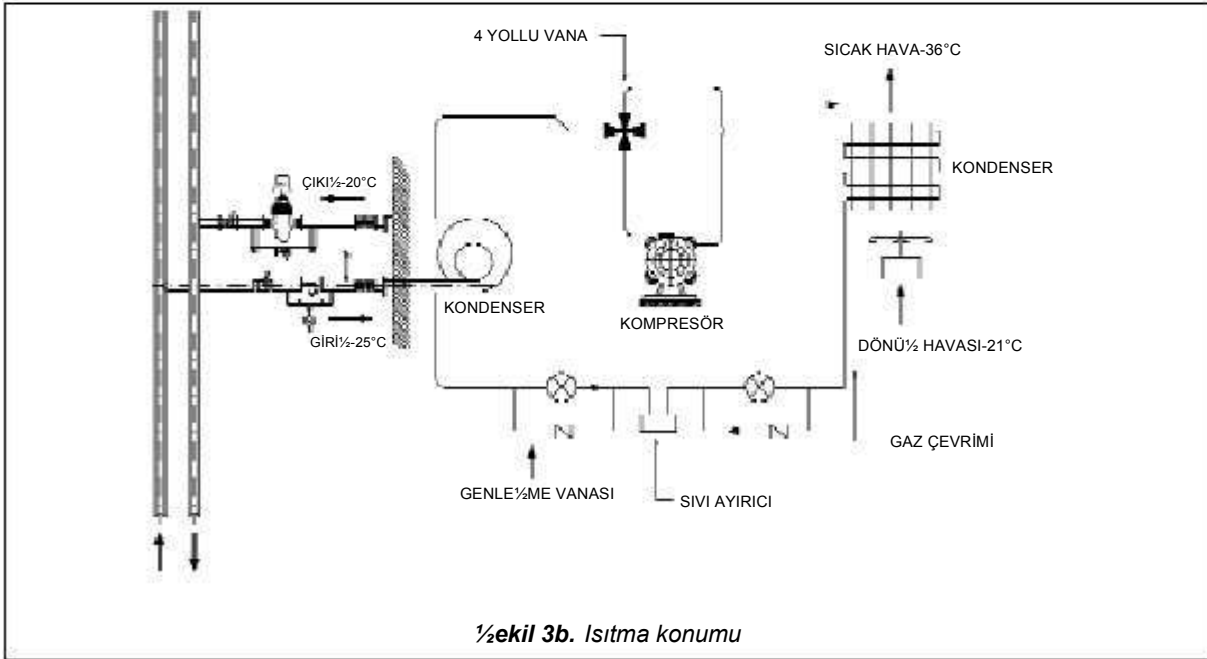
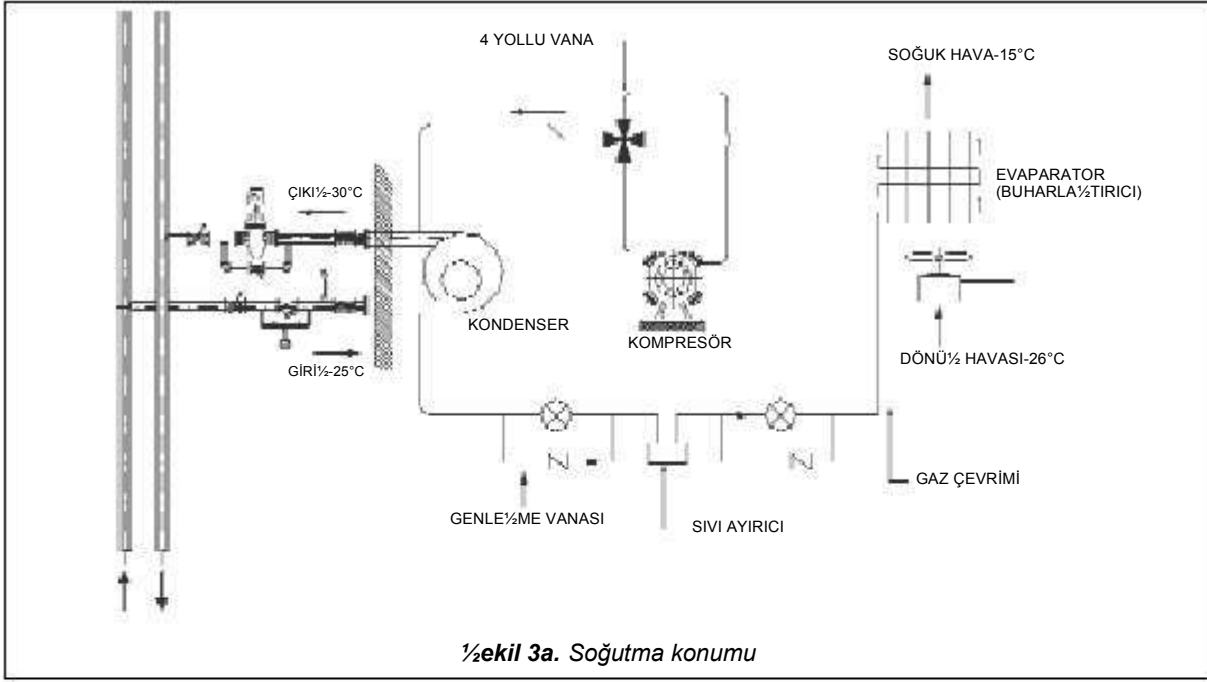
da kondenser hattı suyu ısıtır, ortamı ısıtmaya çalıştığında ise, ısı pompası gaz çevrimi değişir ve kondenser hattı suyu soğutur. Bu cihazlar tekli üniteler halinde kullanıldığı gibi yapının büyüklüğüne ve amaca göre aynı su devresine bağlanmış çoklu üniteler şeklinde de kullanı-

lerek boru devresine geri vermektedir. Havadan çekmiş olduğu ısıyı su devresine aktarmaktadır.

Şekil 3-b'de ısıtma konumunda çalışmaktadır; ısı pompası konfor havasını ısıtmak için su

lırlar. ½ekil 3-a'da soğutma yapan bir ünite gö -  
rülmemektedir, ısı pompası, boru devresinden  
25°C de su almakta ve bu suyu 30°C ye yükse -

devresinden ısı çekmektedir. 25°C'de gelen su  
ana boru devresine 20°C geri dönmektedir. Bu  
cihazlar yer (toprak) kaynaklı ısı pompaları ola -

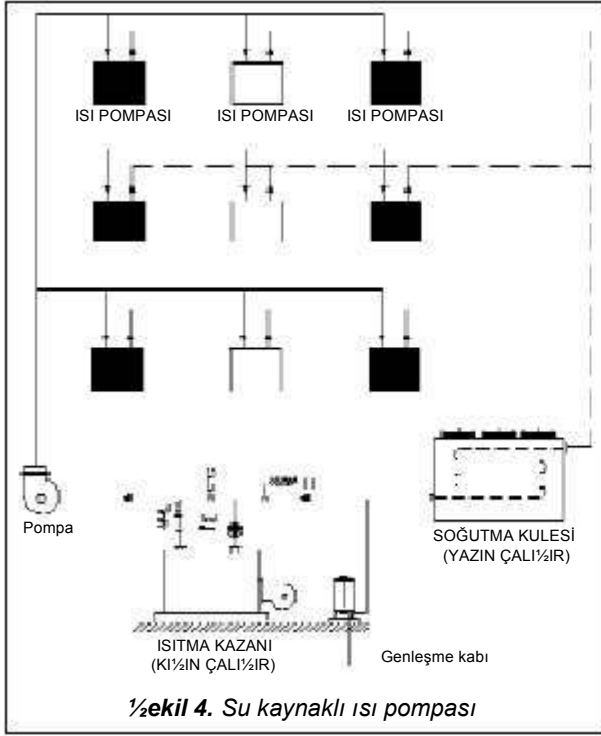


rak Amerika ve Avrupa ülkelerinde yaygın ola -  
rak kullanılmaktadırlar. Ülkemizde yer kaynaklı  
ısı pompası uygulaması yaygın değildir. Ancak  
sıcak su kazanı ile beslenen boru devresine  
bağlanmış münferit ısı pompaları ile mekan -  
lar ısıtılmakta, yine yaz aylarında aynı cihazlar  
ile soğutma yapılmaktadır. Isı pompaları me -  
kanlardan aldıkları ısıyı boru devresine atmak -  
tır boru devresinde biriken ısı bir su soğutma  
kulesi ile atmosfere atılmaktadır. Mevsim ge -  
çirilerinde mekanlardan alınan ve atılan ısıyı

birbirini dengelemesi durumunda kazan ve kule  
çalışmamaktadır.

## 2.1- Sudan Suya Isı Pompası

Genelde yer (toprak) kaynaklı ısı pompaları  
olarak adlandırılırlar; Yüzeysel Suyu Isı Pompa -  
ları (YSIP), Yer Altı Suyu Isı Pompaları (YASIP),  
Toprak Serpantinli Isı Pompaları (TSIP) olarak  
üç grupta toplanırlar. Biz Antalya şartlarında  
deniz suyu kullandığımız için 'Yüzeysel Suyu Isı  
Pompaları' grubunda bir çalışma yapmış ol

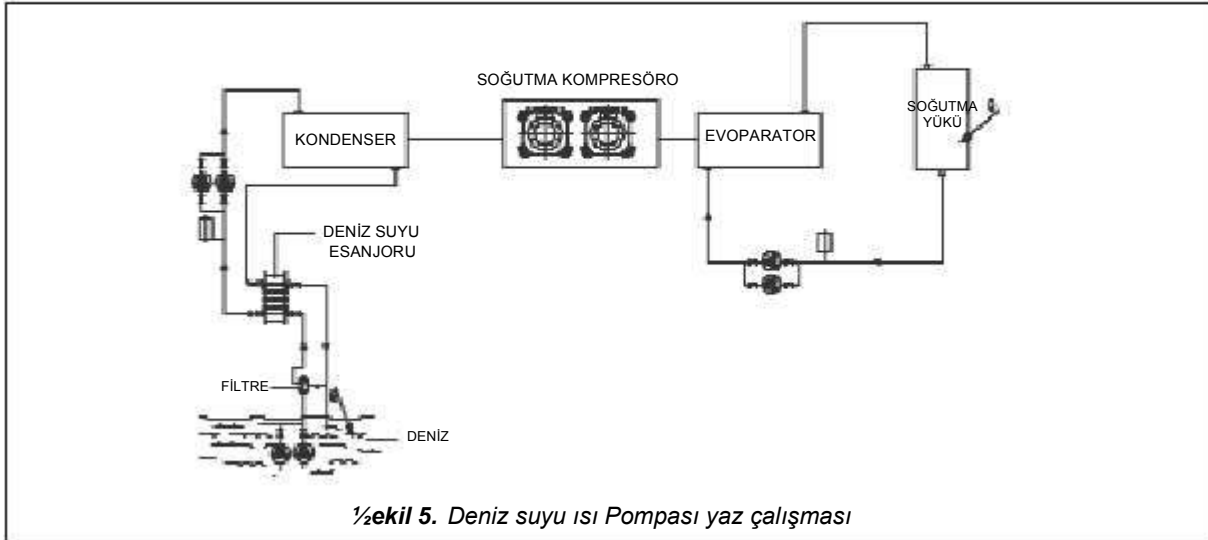


Pompa grubunda bir çalıştırma yapılmış ol-  
duk.

Toprak, göl, deniz gibi ortamlarda dış hava sı-  
caklığı bütün kış ayı boyunca hava gibi büyük  
dalgalanma göstermez. Deniz suyunun Antalya  
şartlarında sıcaklığı 1/2 ekil 2 'de görüleceği gibi  
16.3°C sıcaklığa kadar düşmektedir bu bizim  
için büyük bir avantaj teşkil etmektedir. Yaz ay-  
larında ise maksimum 29.2°C olmaktadır.

### 2.1.1- Deniz Suyundan Isı Pompası

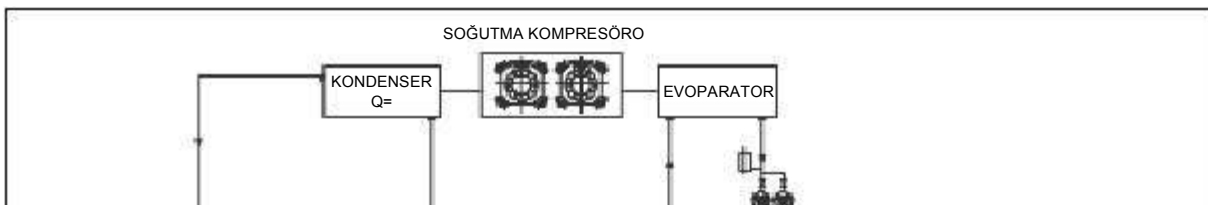
Sudan suya ısı pompaları cihaz olarak çok faz-  
la üretilmezler. Ayrıca bu cihazların çok büyük  
kapasitede olanları özel sipariş üzerine imal  
edilirler. Biz burada 1000 Kw'ın üzerinde bir so-  
ğutma grubunu konuşacağımız için böyle bir  
cihazın 1/2 ekil 4 'deki gibi, yaz ve kış konumun-  
da evaporatörünün kondenser, kondenserinin  
evaporatör olarak kullanılma şansı yoktur. O  
halde cihaz üzerindeki bir serpantini yazın eva-

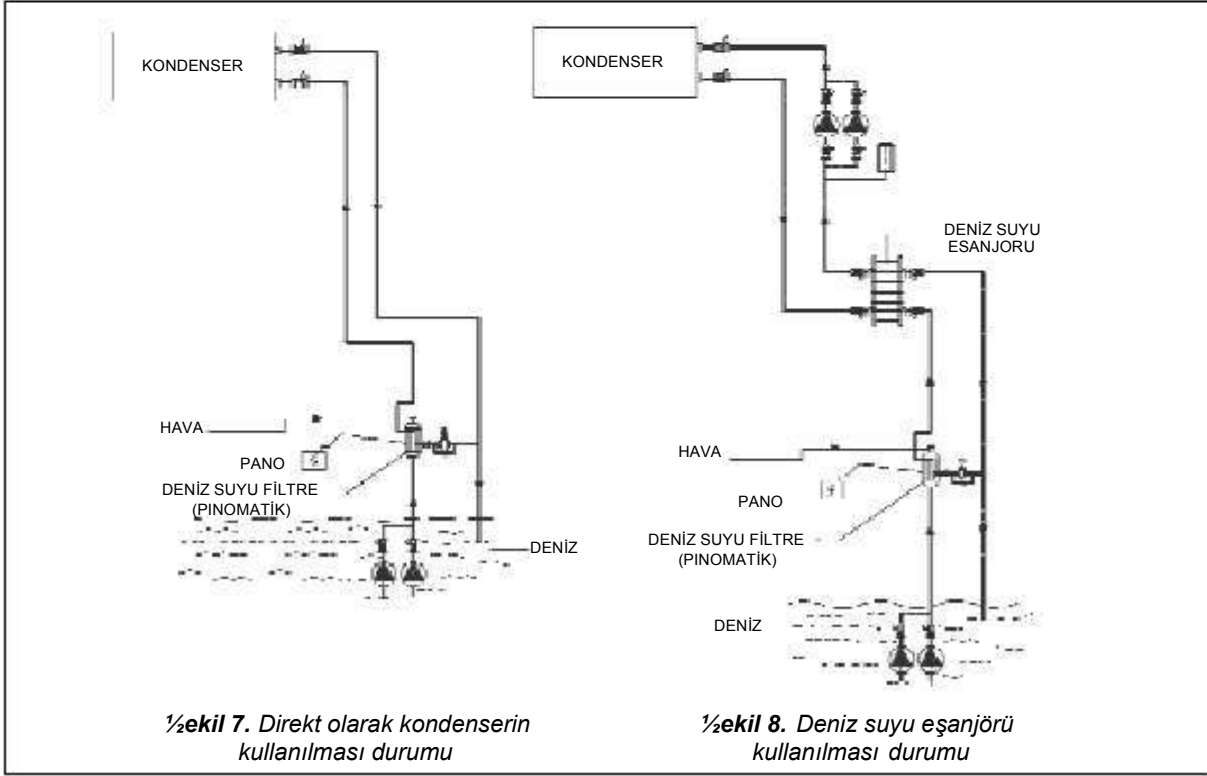
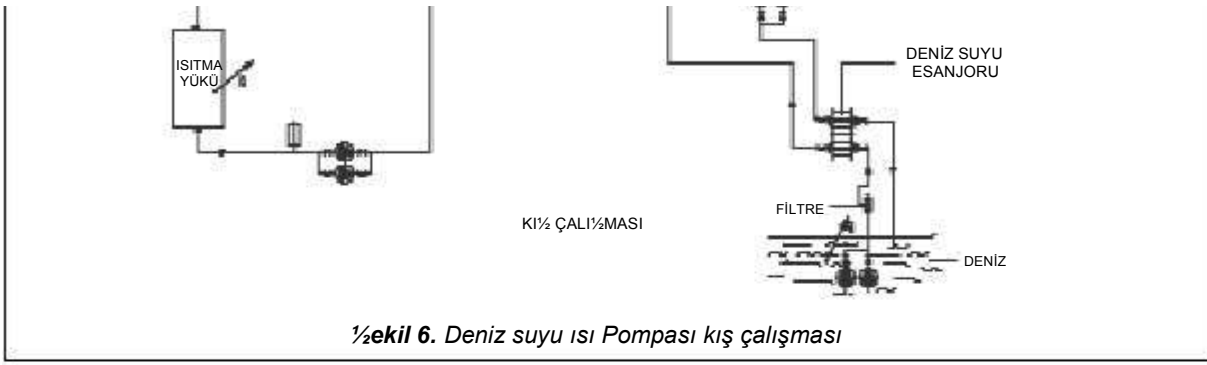


poratör kışın kondenser olarak kullanmak  
mümkün değildir. Yani cihazdaki gaz akışı tek  
yöndedir . Bu durumda yapılması gereken şey  
1/2 ekil 5 ve 1/2 ekil 6 'da görüldüğü gibi pirimer ve  
sekonder devredeki akışkanların yerini deış-  
tirmek olacaktır.

Bizim kurmaya çalıştığımız sistem açık devre  
yüzey suyu ısı pompaları grubuna girmektedir.

Soğutma grubuna ait kondenser devresinde ko-  
rozyon ve kirlilik için gerekli tedbirler alınmış  
ise göl, ırmak veya deniz suyu doğrudan bu ci-  
hazlara gönderilebilir. 1/2 ekil 7. Eğer suyun kon-  
denseri kirletmesi kaçınılmaz ise veya deniz su-  
yu gibi tuzlu suya karşı önlem alınmadı ise so-  
ğutma grubu ile bu ortam arasına bir uygun  
eşanjör koymak doğru olacaktır. 1/2 ekil 8.





### 3. AMAÇ

- Deniz suyu sıcaklığının düşük olmasından faydalanarak belli aylarda düşük sıcaklığın - dan faydalanarak enerji tasarrufu yapmak.
- Yaz aylarında binadan çekilen ısıyı kullanım suyu hazırlamada kullanabilmek
- Kış aylarında deniz suyundan bina ısıtmak ve sıcak kullanım suyu hazırlamak için enerji çekmek

### 4. TESİS HAKKINDA KISA BİLGİ

Antalya beldibi mevkiinde kurulmuş olan otel 180 dönüm arazi üzerinde olup 196.000 m<sup>-2</sup> kapalı alana sahiptir. Port Royal Sun Gate adındaki otel 3500 yatak kapasitesi ile Türkiye'deki en büyük konaklama kompleksidir. Dört tanesi 1500 kW soğutma ve bir tanesi 1177 kW soğutma kapasitesine haiz toplam 5 adet su soğutmalı sokazanım kondenseri olarak alındı. Normal soğutma grubu kullanılmıştır. Bu gruplardan küğuruba göre % 20 fazla ücret ödendi. rük olan (1177 kW soğutma) ısı geri kazanımlı (+20 000 \$)

temi kurmak için özel olarak sipariş verilmiştir. Normalde kullanılması gereken 2000 kW 'lık 4 ve 1600 kW'lık bir adet soğutma kuleleri yerine aynı kapasitelerde deniz suyuna dayanıklı (Ti - tanyum kaplı) plakalı eşanjörler kullanılmıştır. Denizden su alma yapısı yat limanı içerisine li - man ile birlikte inşaa edilmiştir. Yapı kış ayla - rında denizde oluşan dalgalanmalardan etki - lenmemektedir.

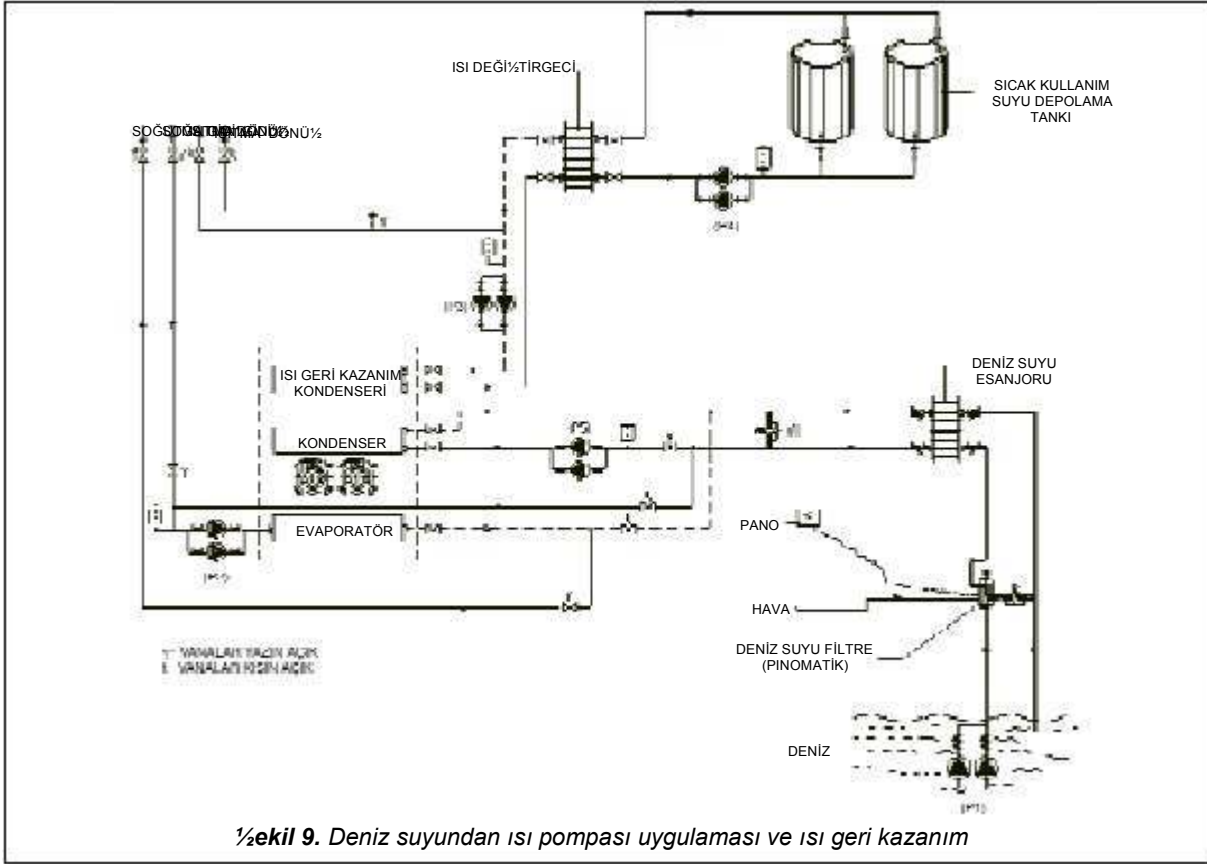
### 5. KLASİK SİSTEME GÖRE FARKLI SEÇİLEN MALZEMELER

Otelin ilk yatırımında klasik sisteme göre ekstra alınan ekipmanlar ve bedelleri aşağıda sıralan - mıştır.

- Otelin soğutma gruplarından birisini ısı geri

çıkartılan (1177 kW soğutma) ısı geri kazanımını olarak seçilmiştir ve çift kondensere sahiptir. Bu çift kondenser Bölüm 2.1.1.'de anlatılan sis-

(20.000 \$) - Otel için alınması gereken 4 adet 2.000 kW ve bir adet 1.600 kw'lık kuleler alınmadı bah-



- si geçen kapasitelerde 6 adet deniz suyu tara-  
fı titanyum kaplı plakalı eşanjörler alındı. Ku-  
leler 96.000 \$ Eşanjörler 85.000 \$ (- 11.000  
\$)
- Deniz suyu pompaları için yat limanı içerisinde  
pompa odası oluşturulması (+ 4.500 \$)
- Deniz suyuna dayanıklı 5 adet pompa alındı  
(+35.000 \$)
- Isı geri kazanım için iki adet 10 tonluk galva-  
niz tank alındı(+ 14.000 \$)
- Isı geri kazanım pompa ve bir adet eşanjör  
(+15.500 \$)
- Deniz suyu boru hattı kula borularıyla kıyas-  
landığında ekstra para (+ 8.000 \$)
- Denzi suyu filtresi (+ 16.000 \$)
- Toplam ısı geri kazanım için harcanan ekstra  
para 102.000\$

Soğuk su üretimi	: 7 °C
Antalya şartları kule devresi	: 33 / 38°C
Deniz suyu kullanımı durumunda kondenser devresi şartı	: 28 / 33°C
Isı geri kazanım devresi şartları	: 45 / 50°C

**Tablo1. Soğutma grubunun kondens sıcaklığına bağlı çalışma şartları**

Kondenser su Soğutma grubunun rejimi giriş/çıkış °C	Soğutma grubunun çektığı elektrik gücü (kWe)	Soğutma grubunun soğutma kapa- sitesi (kWs)
28/33	224	1220
33/38	264	1177
45/50	340	1061

## 6. DENİZ SUYUNDAN ISI POMPASI UYGULAMASI

Bahsi geçen iki kondenserli su soğutma grubu Şekil 9'da görüldüğü gibi dizayn edilmiştir. Yaz aylarında sistem soğutma ve ısı geri kazanım amaçlı kullanılmaktadır. Evaporatör devresinde üretilen soğuk su (7-12 °C), Evaporatör

### 6.1. Sistemin Yaz Çalışması

Evaporatör pompaları [P2] ve kondens pompa-  
ları [P5] normal çalışmasına devam etmekte-  
dir. Kış vanaları [K] kapalıdır. Sıcak su depola-  
ma tankında su sıcaklığı istenilen değer altına  
düşüğünde ısı geri kazanım pompası [P3]  
ve sıcak su depolama pompası [P4] devre

pompaları (P2) yardımı ile otelin soğutma sistemini beslemektedir. Soğutma grubunun kondenser devresi, klasik su soğutma kulesi, yerine bahsi geçen deniz suyu eşanjörüne bağlanmıştır ve sıcaklık kontrolü için devreye bir adet iki yollu vana (V1) monte edilmiştir, Kondens pompaları (P5), kondenser ile deniz eşanjörleri arasındaki sirkülasyonu sağlamaktadır.

Isı geri kazanım kondenseri ise otel sıcak su hazırlama sistemine Isı geri kazanım pompaları (P3) yardımı ile ısı aktarmaktadırlar (45 / 50°C). Bu devreye bir adet eşanjör iki adet sıcak su depolama tankı ve bu tanklarla eşanjörler arasında sirkülasyonu sağlayan pompalar (P4) ilave edilmiştir. Deniz suyu eşanjörü deniz suyu pompaları yardımı ile denize ısı atmakta veya denizden ısı emmektedirler. Deniz ile eşanjör arasındaki borular plastik olup boru hattı üzerinde otomatik ters yıkama düzenine sahip filtre mevcuttur.

33

Altı aylık yaz sezonunda bir ay süre ile deniz suyu sıcaklığının 28°C den yüksek olacağı düşünülmüştür, bir aylık zaman diliminde ise otelin kısmen boş olacağı düşünülerek cihazlarımızın yoğun olarak çalışmayacağı kabul edilmiştir.

Deniz suyu 28/33°C kondens suyu şartlarında

224 (kW elektrik gücü)/1.220 (kW soğutma kapasitesi)= 0,1836 (kWe /kW<sub>s</sub>)

Normal kule kullanımı durumunda 33/38°C kule şartlarında

264(kW elektrik gücü)/1177 (kW soğutma kapasitesi)= 0,224299 (kWe /kW<sub>s</sub>)

Fark : 0,224299-0,1836 =0,040699 (kWe /kW<sub>s</sub>)

Bahsi geçen otelde yaklaşık olarak günlük ortalama 98.000 kWsh./gün soğutma yapıldığı dikkate alınır (4 ay ortalaması)

Günlük ortalama elektrik tasarrufu: 0,040699x 98.000 @ 3.988 kW<sub>h</sub>/gün

Aylık bu tasarruf 119.640 kW<sub>h</sub>/av ve 478.560

ve sıcak su depolama pompaları devreye girmektedir. Bu pompalar devreye girdiğinde kondenser devresindeki iki yollu vana [V1] oransal olarak açılmakta ve ısı geri kazanım kondenserinden çıkan suyun sıcaklığı 50 °C ye kadar yükselmektedir. Sıcak su depolama tanklarında (45 °C sıcak su depolanmaktadır.) ısı ihtiyacı azalmaya başladığında kondenser devresindeki iki yollu vana [V1] oransal olarak tekrar kapanmaktadır ve fazla ısı deniz suyuna atılmaktadır.

#### 6.1.1. Kule Yerine Deniz Suyu Eşanjörleri Kullanıldığı İçin Enerji Kazanımı :

Isı atılan ortam olarak havaya göre çok soğuk olan deniz suyu kullanıldığı için soğutma grubu yazın bir ay haricinde 28°C'lik deniz suyu şartlarında çalıştığı için daha az enerji harcamaktadır.

Tablo 1. yardımı ile aşağıdaki hesaplar yapılabılır. Ve dört aylık yaz çalışması dikkate alınır

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 9 5, 2006

Bu ısının karşılığı olan fuel-oil= 9.600.000 (kcal/gün) / 9.700 (kcal/kg) / 0,92 (kazan verimi) = 1.075 ,75 kg/gün

Aylık fuel-oil tasarrufu: 1.075,75x30=32.272,5 kg/ay

Altı aylık yaz ayı boyunca tasarruf. 193.635 kg/6 aydır.

Fuel-oil fiyatının 0,76 \$/kg olduğu göz önüne alınır altı aylık tasarruf : 147.162 \$ 'dır.

Günlük 9.600.000 kcal/h lik ısı aktarmak için tüketilen ekstra elektrik enerjisi :

Cihazın kondens devresine atması gereken enerji miktarı : 1.061 kW<sub>s</sub> + 340 kW<sub>e</sub> = 1.401 kW

1.401 kW x 860 = 1.204.860 kcal/h

Cihazın 9.600.000 kcal/ h ısıyı aktarmak için gereken yüksek kondenzasyondaki günlük çalışma süresi 9.600.000/1.204.860= 7,73 saat

Sistemin ekstra tükettiği enerji:

- Sıcak su hazırlama esnasında elde edilen so

kWh/ 4 ay olarak hesaplanmıştır.

Elektrik bedeli 0,115 \$/ kWh olduğu dikkate alınırsa 4 aylık tasarruf 55.034 \$ olmaktadır.

### 6.1.2- Isı Geri Kazanım Yöntemi İle Sıcak Kullanım Suyu Hazırlamak

Tesisin günlük su ihtiyacı 320 tondur. Tüm bu suyun ön ısıtması 45 °C'ye kadar ısı geri kazanım sistemi ile sağlanmaktadır.

320 ton /gün suyun 45 °C 'ye kadar ısıtılması için gerekli enerji

$Q = 320.000(\text{kg/gün}) \times 1 (\text{kcal/kg}) \times (45-15) (^\circ\text{C})$   
 $= 9.600.000 \text{ kcal/gün}$  ısı karşılığında sıcak su hazırlanmıştır.

Soğutma  $7,73 \times 1.061 = 8.201 \text{ kW}_e/\text{h/gün}$

pompasının çalışma süresince tükettiği

enerji  $7,73 \times 340 = 2.628 \text{ kW}_e/\text{h/gün}$

- Aynı kapasitedeki kuleli bir sistem için enerji tüketimi

$0,22429(\text{kW}_e/\text{kWs}) \times 8.201(\text{kW}_e/\text{h/gün}) = 1.839 \text{ kW}_e/\text{h/gün}$

Soğutma grubunun ekstra çektiği enerji:  $2.628 - 1.839 = 789 \text{ kW}_e/\text{h/gün}$

Isı geri kazanım pompası [P3] 11 kW ve sıcak su depolama pompası [P4] 9 kW fazladan enerji tüketmektedir.

Günlük pompa enerjileri  $(11+9) \times 7,73 = 154,6$   
( $\text{kW}_e/\text{h/gün}$ )

Toplam günlük extra enerji tüketimi:  $789 + 154,6 = 943,6$  ( $\text{kW}_e/\text{h}$ )

Altı aylık fazla enerji tüketimi :  $943,6(\text{kWh}) \times 30 \times 6 = 169.848$  (kWh)

Altı aylık elektrik gideri  $169.848$  (kWh)  $\times 0,115$   
\$/kWh = 19.532,52 \$ /6 Ay

Görüldüğü gibi 147.162 \$ tasarrufa karşılık 19.532,52 \$ ekstradan elektrik tüketmiştir.

Sonuç olarak 6 aylık yaz sezonu boyunca 127.629,48 \$ (147.162-19.532,52) tasarruf edilmiştir.

### 6.2- Sistemin Kış Çalışması (Isı Pompası)

Soğutma grubu 45/50 (°C) şartlarında çalışmaktadır. Yaz vanaları kapalıdır. Kondens pompaları (P5) tamamen durmuştur. Evaporatör pompaları (P2) cihazda üretilen soğuk suyu deniz suyu eşanjörüne basmaktadır. Deniz suyu eşanjörlerine 7 °C 'de giren su 12 °C soğutma grubuna dönmekte ve böylece deniz suyundan 5°C sıcaklık farkı ile ısı çekilmektedir. Isı geri kazanım kondenseri ve buna bağlı olan ısı geri kazanım pompaları (P3) ile sıcak su depolama pompaları (P4) devrededir. Isı geri kazanım pompalarının sirküle ettiği 50 °C 'deki su önce sıcak su tanklarına ısı aktarmaktadır, daha sonra

2- Evaporator Pompaları (P2)..(210 m<sup>3</sup>/h – 13 mSS  
10 (kW)

3- Soğutma Grubu (45/50 °C şartlarında)

340 (kW)

4- Isı Geri Kazanım Pompaları (P3)

11 (kW)

TOPLAM

375 (kWe)

Sıcak su depolama pompaları klasik sistemde - ki kazan pompaları ile yaklaşık aynı kapasite - de olduklarından bu hesaba dahil edilmemiştir.

Tesisin çok büyük olması nedeni ile bu grup 5 ay boyunca tam yükte çalışacaktır.

6 aylık enerji tüketimi :  $375 \times 24 \times 30 \times 5 = 1.350.000$  kWh

Beş aylık elektrik gideri :  $1.350.000$  (kWh)  $\times 0,115$  \$/kWh = 155.250 \$/5 Ay

### 6.2.2- Kış çalışması durumunda tasarruf edilen

#### fuel-oil miktarı ve maliyeti

Soğutma grubu ile saatte pompalanan ısı miktarı , cihazın kondens devresine atması gereken enerji miktarına eşit olacağı için :

$1.061 \text{ kWs} + 340 \text{ kWe} = 1.401 \text{ kW}$  veya  $1.401 \text{ kW} \times 860 = 1.204.860 \text{ kcal/h}$  'dir

Beş ay boyunca pompalanan ısı miktarı :

$1.204.860 \times 24 \times 30 \times 5 = 4.337.496.000$



ra otefin ısıtmasında kullanılmak üzere sisteme dağıtılmaktadır. Isı geri kazanım kondenserine su tekrar 45°C 'de dönmektedir. Isı ihtiyacının olmadığı anlarda eşanjör devresi üzerindeki iki yollu vana (V1) açılmakta ve cihaz kapasitesini kısmak sureti ile ayarlamaktadır.

## 6.2.1- Kış Çalışması Durumunda Harcanan Elektrik Enerjisi Ve Maliyeti

1- Deniz suyu pompaları (P1)...(250 m<sup>3</sup>/h-15 mSS)  
14 (kW)

35

Isı pompası uygulaması ile 214.146 \$ (369.396-155.250) tasarruf sağlanacaktır.

### SONUÇ

Bu tesis Normal kule yerine deniz suyu soğutması yapılması, ısı geri kazanım uygulaması olması ve kış aylarında ısı pompası uygulaması ile toplam 400.021 \$ /yıl bir tasarruf amaçlanmıştır. Kışın tesisin doluluk oranının düşük olacağı göz önüne alınarak kış ayları 6 ay yerine 5 ay olarak değerlendirilmiştir. ½u anda mükemmel şekilde çalışmakta olan sistem binaya otomasyonuna bağlı olarak çalışmakta olup ekstra bir çaba gerektirmemektedir. Bölüm 4 'de özetlendiği gibi bu sistemi kurmak için ilaveten harcanan para 102.000 \$ 'dır bu paranın yıllık tasarruf edilen paranın ancak % 25'i civarında olduğu unutulmamalıdır. Bu tür sistemlerin yaygınlaşması için bilgi ve tecrübelerin paylaşılması çok önemlidir.

### KAYNAKLAR

- [1] Doğan Veli "Isı Geri kazanım ve Sudan Su ya Isı Pompası Uygulaması" IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi 1999 – İZMİR
- [2] Doğan Veli "Su-Toprak Kaynaklı Isı pompaları" VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi 2005 – İZMİR
- [3] Sun-gate Port royal otele ait "Mekanik Tesisat Hesap Raporu"-2005 Antalya
- [4] Hepbaşlı Arif "Geleceğin Teknolojisi : Yer

kcal/5ay

Fuel oil karşılığı :

$4.337.496.000 \text{ (kcal/ 5 ay)} / 9.700 \text{ (kcal/kg)} / 0,92 \text{ (kazan verimi)} = 486.048 \text{ kg/5 ay}$

Beş aylık fuel oil'in parasal karşılığı:

$486.048 \text{ kg/5 ay} \times 0,76 \text{ \$/kg} = 369.396 \text{ \$/5ay}$

Görüldüğü gibi ısı pompası kullanılarak beş aylık bir peryotta 155.250 \$ lık elektrik harcanırken aynı mikrarda ısıyı fuel oil ile sağlamak için 369.396 \$ lık bir para gerekmektedir.

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 9 5, 2006

Kaynaklı Isı Pompaları" IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi 1999 – İZMİR

- [5] Hepbaşlı Arif, Hancıoğlu Ebru "Toprak Kaynaklı (Jeotermal) Isı Pompalarının, Tasarımı, Testi ve Fizibilitesi" V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi 2001-İZMİR
- [6] Güngör Ali, Kurtuluş Esra, Akdemir Özyay "Endüstriyel Proseslerde Enerji Geri Kazanımında Isı Pompalarının Kullanımı" V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi 2001– İZMİR
- [7] "National Rural Electric Cooperative Association, Oklahoma State University International Ground Source Heat Pump Association" Closed – Loop / Ground – Source Heat Pump Systems Installation Guide
- [8] Eley Associates – San Francisco, California "Water Loop heat Pump Systems"
- [9] Genlik Can, İlken Zafer "Yer Kaynaklı Isı Pompaları" Termodinamik Dergisi Kasım – 2000
- [10] American Society of Heating, Refrigerating and Air - Conditioning Engineers, Inc. "Ground Source Heat Pump" 1997 – ATLANTA
- [11] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineer, Inc. "Commercial Ground Source Heat Pump Systems " 1995 – ATLANTA
- [12] American Society of Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineer, Inc. "Ground Source Heat Pump Engineering Manual" 1995 – ATLANTA

