

ISI GERİ KAZANIM VE DENİZ SUYUNDAN - SUYA ISI POMPASI UYGULAMASI

Veli DOĞAN

ÖZET

Dünya da 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

ABSTRACT

As a result of decrease in stocks fossil fuel and increasing use of energy, heat reclaim systems and heat pumps have become more common. In Turkey, the search and need for heat reclaim systems have significantly increased like in all other European countries. However heat-pumping applications is just limited with split air conditioners, roof top unit, and water-cooled type refrigeration units. By the use of these items, heat is pumped in winter from outdoor to indoor. By the effect of decrease in ambient temperature, the need for heat indoor increases so that the efficiency is very low in machines that are used as air-to-air heat pumps. In foundation like factories or hotels where too much energy is used, with application of heat pump from water to water it makes possible to save large amount of energy. In this paper I will report that summery of working condition and principles of the biggest heat pump at Turkey; which is completed date of 01/04/2005 from Antalya.

Keywords : Heat reclaim, heat pump, heat pump from water to water, energy saving

GİRİŞ

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

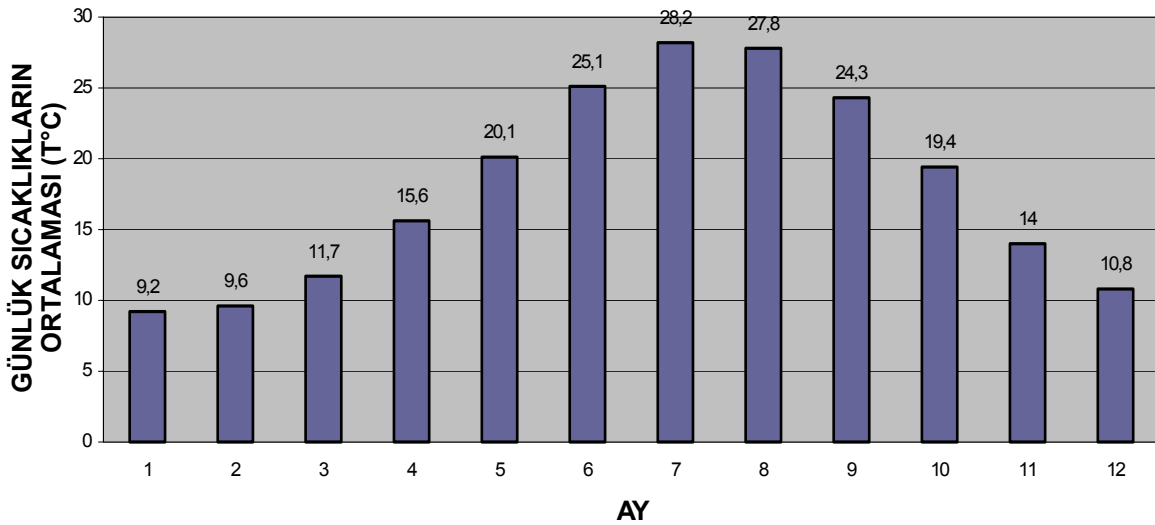
büyük kapasitelerde ısı pompaları ve ısı geri kazanım sistemleri kurmak mümkündür. Ancak her uygulamadaki sonuçların meslekteki mühendislerce paylaşılması ve tartışılması yeni kurulacak tesisleri daha sağlıklı ve daha verimli kılacaktır.

1. ISI POMPALARI

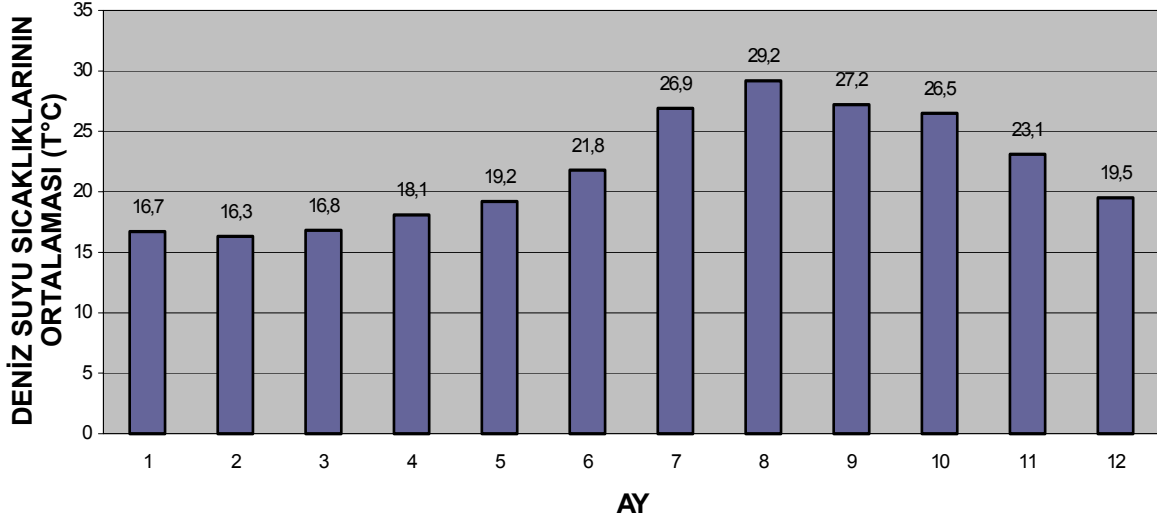
Isı emilecek olan kaynağa göre iki ana gruba ayrılırlar; hava kaynaklı ve su kaynaklı. Bu ana sınıflandırmadan sonra genellikle havadan- havaya , sudan- havaya ve sudan suya olmak üzere dizayn edilirler. Havadan-havaya ısı pompalarının çoğu evlerde ve diğer konutlarda ısıtma ve soğutma amaçlı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Sudan- havaya 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 m³ suyun sıcaklığını 1°C düşürerek çekilen enerji bir m³ 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 Şekil:1 ve Şekil:2 de aylara göre deniz suyu sıcaklığı ve atmosfer sıcaklığı değerleri verilmiştir.

2.SU KAYNAKLI ISI POMPALARI

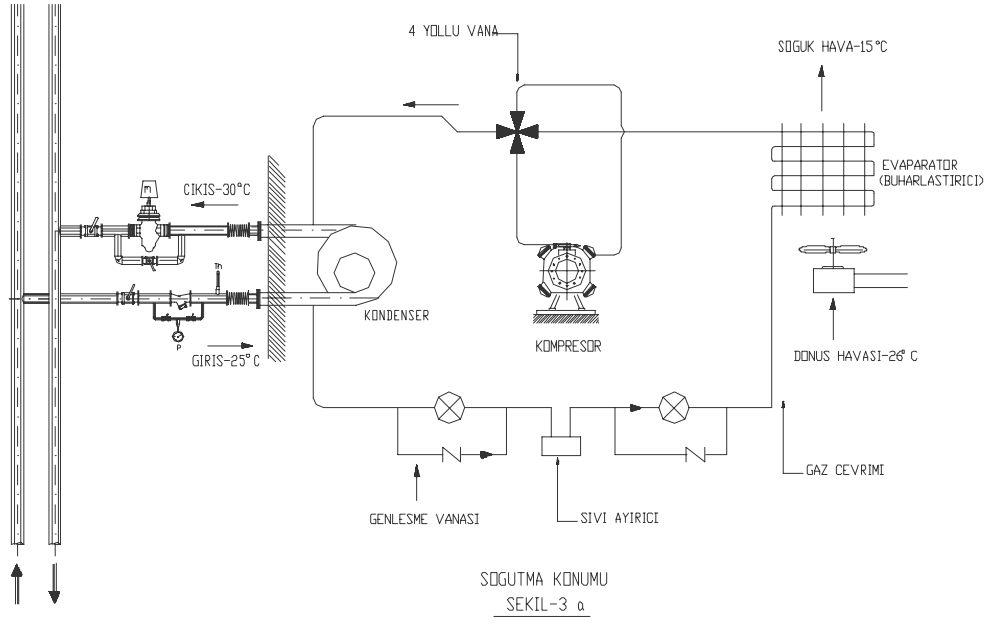
Su kaynaklı ısı pompaları çoğunlukla sudan–havaya paket üniteler halinde uygulama alanları bulurlar. Sudan- suya ısı pompasına geçmeden önceden sudan-havaya ısı pompasının çalışma prensibini özetleyelim. Su kaynaklı ısı pompası sisteminde her cihaz, bir hava soğutucu evaporatör, evaporatör fanı, su soğutmalı kondenser ve pano içerir. Cihaz bulunduğu ortamın isteğine göre, soğutma yaptığında 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 kullanılırlar. Şekil 3-a. da soğutma yapan bir ünite görülmektedir, ısı pompası, boru devresinden 25°C de su almakta ve bu suyu 30°C ye yükselerek boru devresine geri vermektedir. Havadan çekmiş olduğu ısıyı su devresine aktarmaktadır.



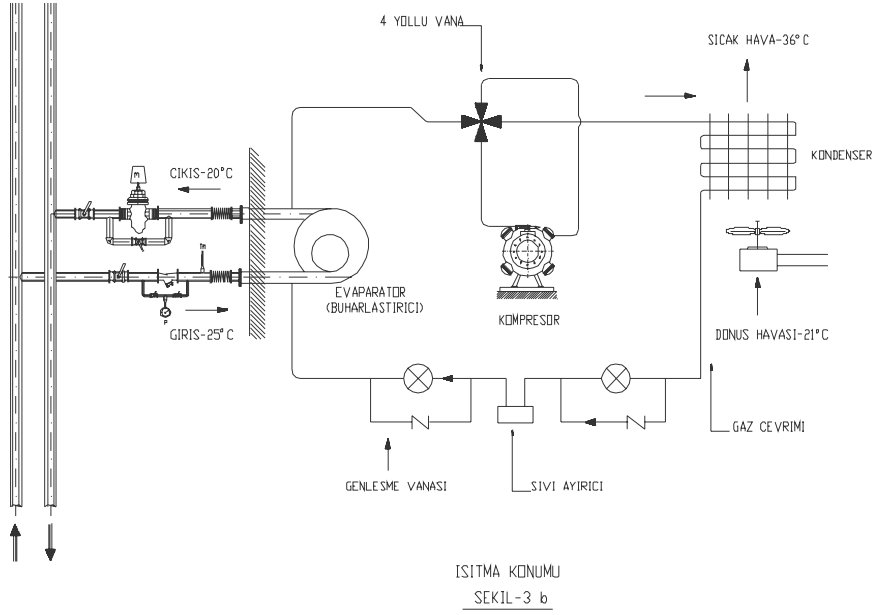
Şekil 1. Antalya ili günlük sıcaklık değerlerinin ortalamasının aylara göre değişimi



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

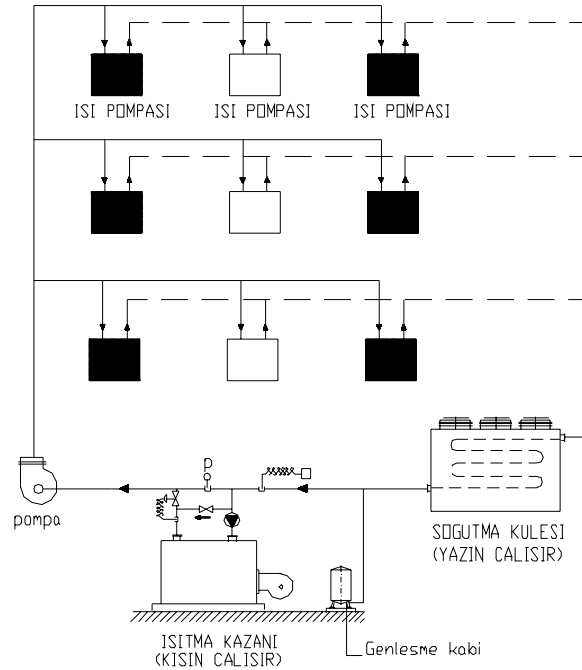


Şekil 3a. Soğutma konumu



Şekil 3b. Isıtma konumu

Şekil 3-b. de ısıtma konumunda çalışmaktadır; ısı pompası konfor havasını ısıtmak için su devresinden ısı çekmektedir. 25°C de gelen su ana boru devresine 20°C geri dönmektedir. Bu cihazlar yer (toprak) kaynaklı ısı pompaları olarak Amerika ve Avrupa ülkelerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Ülkemizde yer kaynaklı ısı pompası uygulaması yaygın değildir. Ancak sıcak su kazanı ile beslenen boru devresine bağlanmış münferit ısı pompaları ile mekanlar ısıtılmakta, yine yaz aylarında aynı cihazlar ile soğutma yapılmaktadır. Isı pompaları mekanlardan aldıkları ısıyı boru devresine atmaktadır boru devresinde biriken ısı bir su soğutma kulesi ile atmosfere atılmaktadır. Mevsim geçişlerinde mekanlardan alınan ve atılan ısının birbirini dengelemesi durumunda kazan ve kule çalışmamaktadır.



Şekil 4. Su kaynaklı ısı pompası

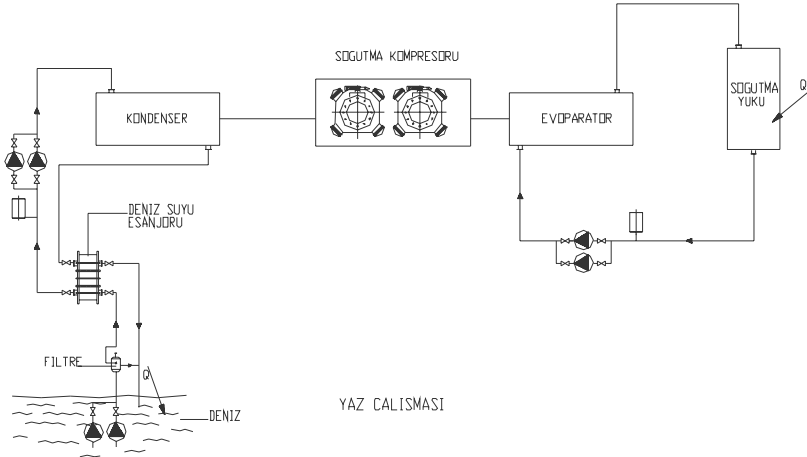
2.1-Sudan Suyu Isı Pompası

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

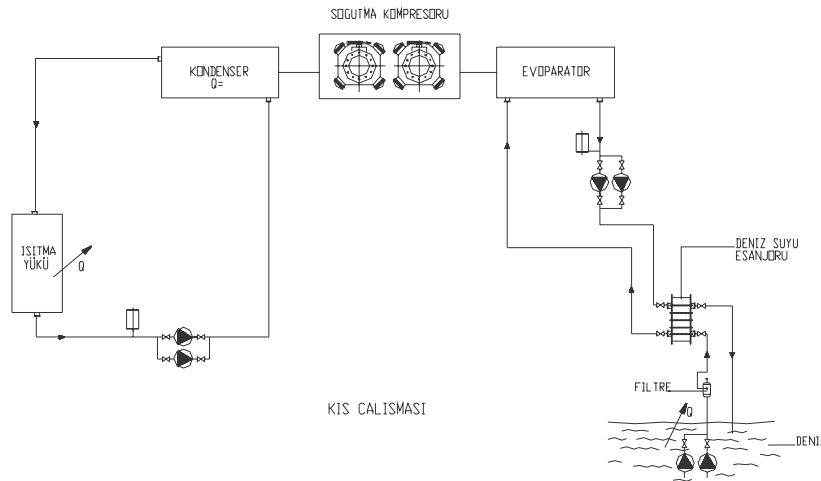
Toprak, göl, deniz gibi ortamlarda dış hava sıcaklığı bütün kış ayı boyunca hava gibi büyük dalgalanma göstermez. Deniz suyunun Antalya şartlarında sıcaklığı Şekil 2. de görüleceği gibi 16.3°C sıcaklığa kadar düşmektedir bu bizim için büyük bir avantaj teşkil etmektedir. Yaz aylarında ise maksimum 29.2°C olmaktadır.

2.1.1-Deniz Suyundan Isı Pompası

Sudan suya ısı pompaları cihaz olarak çok fazla üretilmezler. Ayrıca bu cihazların çok büyük kapasitede olanları özel sipariş üzerine imal edilirler. Biz burada 1000 Kw ın üzerinde bir soğutma grubunu konuşacağımız için böyle bir cihazın Şekil 4. deki gibi, yaz ve kış konumunda evaporatörünün kondenser, kondenserinin evaporatör olarak kullanılma şansı yoktur. O halde cihaz üzerindeki bir serpantini yazın evaporatör kışın kondenser olarak kullanmak mümkün değildir. Yani cihazdaki gaz akışı tek yöndedir . Bu durumda yapılması gereken şey Şekil 5. ve Şekil 6. da görüldüğü gibi pirimer ve sekonder devredeki akışkanların yerini değiştirmek olacaktır.

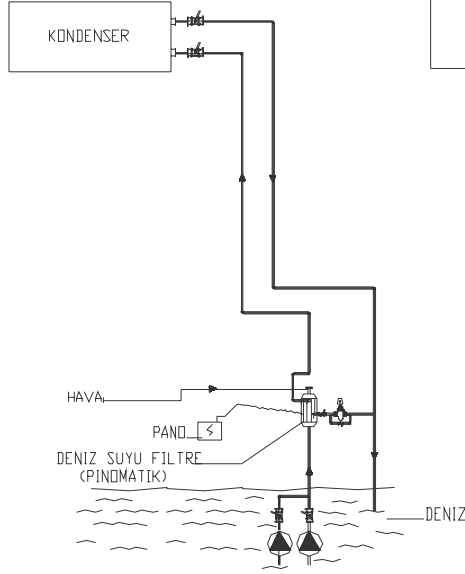


Şekil 5. Deniz suyu ısı Pompası yaz çalışması

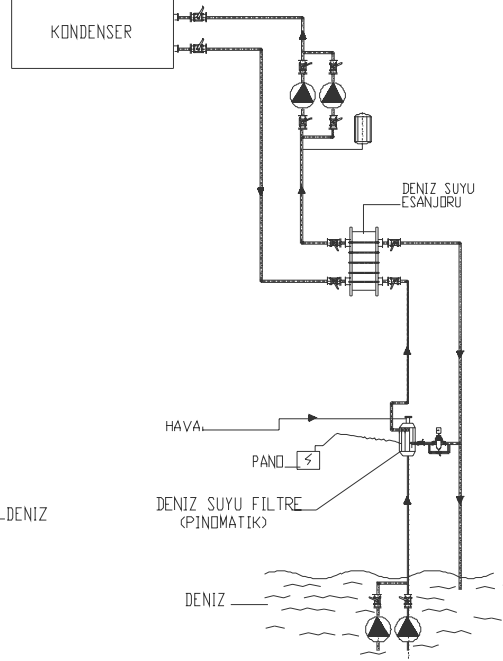


Şekil 6. Deniz suyu ısı Pompası kış çalışması

Bizim kurmaya çalıştığımız sistem açık devre yüzey suyu ısı pompaları grubuna girmektedir. Soğutma grubuna ait kondenser devresinde korozyon ve kirlilik için gerekli tedbirler alınmış ise göl ,ırmak ,veya deniz suyu doğrudan bu cihazlara gönderilebilir. Şekil 7. Eğer suyun kondenseri kirlilemesi kaçınılmaz ise veya deniz suyu gibi tuzlu suya karşı önlem alınmadı ise soğutma grubu ile bu ortam arasında bir uygun eşanjör koymak doğru olacaktır. Şekil 8.



Şekil 7. Direkt olarak kondenserin kullanılması durumu



Şekil 8. Deniz suyu eşanjörü kullanılması durumu

3. AMAÇ

- Deniz suyu sıcaklığının düşük olmasından faydalanarak belli aylarda düşük sıcaklığından 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 m2 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 soğutma grubu kullanılmıştır. Bu gruplardan küçük olan (1177 kW soğutma) Isı geri kazanımlı olarak seçilmiştir ve çift kondensere sahiptir. Bu çift kondenser bölüm 2.1.1.de anlatılan sistemi 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 (Titanyum kaplı) plakalı eşanjörler kullanılmıştır. Denizden su alma yapısı yat limanı içerisine liman ile birlikte inşaa edilmiştir. Yapı kış aylarında denizde oluşan dalgalanmalardan etkilenmemektedir.

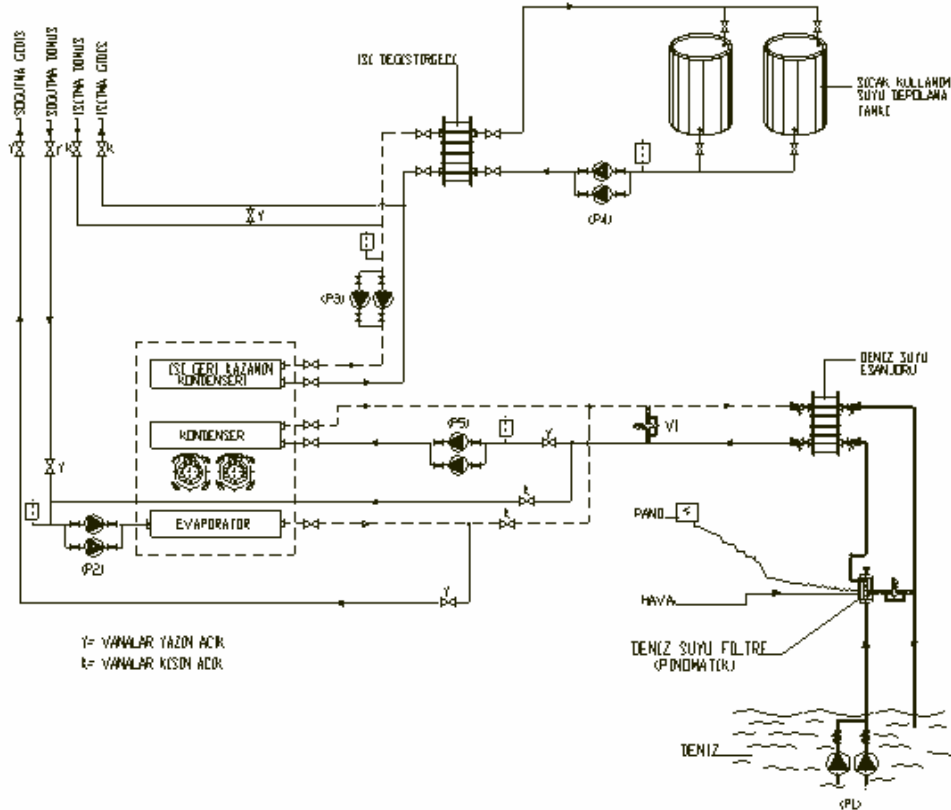
5. KLASİK SİSTEME GÖRE FARKLI SEÇİLEN MALZEMELER

Otelin ilk yatırımında klasik sisteme göre ekstra alınan ekipmanlar ve bedelleri aşağıda sıralanmıştır.

- Otelin soğutma gruplarından birisini ısı geri kazanım kondenserli olarak alındı. Normal guruba göre % 20 fazla ücret ödendi. (+20.000 \$)
- Otel için alınması gereken 4 adet 2.000 kW ve bir adet 1.600 kw lık kuleler alınmadı bahsi geçen kapasitelerde 6 adet deniz suyu tarafı titanyum kaplı plakalı eşanjörler alındı. Kuleler 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 galvaniz tank alındı(+ 14.000 \$)
- Isı geri kazanım pompa ve bir adet eşanjör (+15.500 \$)
- Deniz suyu boru hattı kula borularıyla kıyaslandığında ekstra para (+ 8.000 \$)
- Denzi suyu filtresi (+ 16.000 \$)
- Toplam ısı geri kazanım için harcanan ekstra para 102.000\$

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 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.



Şekil 9. Deniz suyundan ısı pompası uygulaması ve ısı geri kazanım

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.

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 rejimi giriş/çıkış °C	Soğutma grubunun çektiği elektrik gücü (kWe)	Soğutma grubunun soğutma kapasitesi (kW)
28/33	224	1220
33/38	264	1177
45/50	340	1061

6.1. Sistemin Yaz Çalışması

Evaporatör pompaları [P2] ve kondens pompaları [P5] normal çalışmasına devam etmektedir. Kış vanaları [K] kapalıdır. Sıcak su depolama tankında su sıcaklığı istenilen değer altına düştüğünde ısı geri kazanım pompası [P3] ve sıcak su depolama pompası [P4] devreye girmektedir. Bu pompalar devreye girdiğinde kondenser devresindeki iki yollu vana [V1] oransal olarak açılmakta ve ısı geri kazanım kondenslerinden 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 yapılabilir. Ve dört aylık yaz çalışması dikkate alınmıştır. 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

$$224 \text{ (kW elektrik gücü)} / 1.220 \text{ (kW soğutma kapasitesi)} = 0,1836 \text{ (kWe /kW)}s$$

Normal kule kullanımı durumunda 33/38°C kule şartlarında

$$264 \text{ (kW elektrik gücü)} / 1177 \text{ (kW soğutma kapasitesi)} = 0,224299 \text{ (kWe /kW)}s$$

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

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

Günlük ortalama elektrik tasarrufu: $0,040699 \times 98.000 = \sim 3.988$ kWh/gün

Aylık bu tasarruf 119.640 kWh/ay ve 478.560 kWh/ 4 ay olarak hesaplanmıştır.

Elektrik bedeli 0,115 \$/ kWh olduğu dikkate alınır 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

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

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

Aylık fuel-oil tasarrufu : $1.075,75 \times 30 = 32.272,5$ kg/ay

Altı aylık yaz ayı boyunca tasarruf. 193.635 kg/6 ay dır.

Fuel-oil fiyatının 0,76 \$/kg olduğu göz önüne alınır 6 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 : $1.061 \text{ kW}_s + 340 \text{ kW}_e = 1.401 \text{ kW}$

$1.401 \text{ kW} \times 860 = 1.204.860$ 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 soğutma $7,73 \times 1.061 = 8.201$ kW_sh/gün
- Isı pompasının çalışma süresince tükettiği enerji $7,73 \times 340 = 2.628$ kW_eh/gün
- Aynı kapasitedeki kuleli bir sistem için enerji tüketimi
 $0,22429(\text{kW}_e/\text{kW}_s) \times 8.201(\text{kW}_s\text{h/gün}) = 1.839$ kW_eh/gün

Soğutma gurubunun ekstra çektiği enerji: $2.628 - 1.839 = 789$ kWh/gün

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

Günlük pompa enerjileri $(11+9) \times 7,73 = 154,6$ (kWh/gün)

Toplam günlük extra enerji tüketimi: $789 + 154,6 = 943,6$ (kW_eh)

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

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

Görüldüğü gibi 147.162 \$ tasarrufa karşılık 19.532,52 \$ ekstrasından 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 çalışacaktır. 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 otelin 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 m3/h-15 mSS).....	14 (kW)
2-Evaporatör Pompaları (P2)..(210 m3/h – 13 mSS.....	10 (kW)
3-Soğutma Grubu (45/50 °C şartlarında).....	340 (kW)
4-Isı Geri Kazanım Pompaları (P3)	11 kW)
T O P L A M	375 (kWe)

Sıcak su depolama pompaları klasik sistemdeki kazan pompaları ile yaklaşık aynı kapasitede 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 kW + 340 kWe = 1.401 kW veya 1.401 kW \times 860 = $1.204.860$ kcal/h dir

Beş ay boyunca pompalanan ısı miktarı :

$1.204.860 \times 24 \times 30 \times 5 = 4.337.496.000$ kcal/5ay

Fuel oil karşılığı :

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

Beş aylık fuel oil'in parasal karşılığı:

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

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

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. Şu anda mükemmel şekilde çalışmakta olan sistem bina 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 Suya 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 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 Özay "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. "Comercial 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

ÖZGEÇMİŞ

Veli DOĞAN

1958 Malatya doğumludur. 1980 yılında Ege Üniversitesi Makine Fakültesini Makine Mühendisi olarak bitirmiştir. 1982 yılında İTÜ Makine Fakültesinde Enerji dalında mastır yapmıştır. 1986 yılına kadar yurt içi ve yurt dışında özel sektörde çalışmıştır. 1986 yılında Vemeks Mühendislik Ltd. Şti.'ni kurmuştur. 9 Temmuz 2001 yılında doktora çalışmasını tamamlamıştır. Halen Yurt içinde ve Yurt dışında HVAC konusunda proje ve taahhüt yapan Vemeks Mühendislik Ltd. Şti.'nin yöneticisi olarak çalışmalarına devam etmektedir.