

93747

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

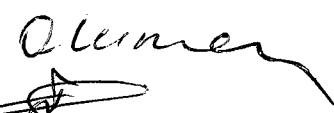

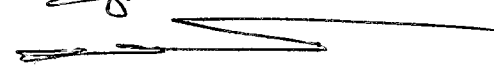
**KONVANSİYONEL SİSTEMLE ISI POMPALI
SİSTEMİN TEKNO EKONOMİK MUKAYESESİ**

Makine Mühendisi Züleyha MİRZA

F.B.E. Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez danışmanı : Doç.Dr.Olcay KINCAI

Doç. Dr. Olcay Kincay 
Doç. Dr. Dürraye Bilge 
Prof. Dr. Bahri Sabih 

İSTANBUL,2000

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	i
KISALTMA LİSTESİ.....	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	v
ÖNSÖZ.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. ISI POMPASI HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	2
2.1 Isı Pompası Çevrimleri.....	2
2.1.1 Carnot çevrimi.....	2
2.1.2 Yoğuşan buhar ile çalışan sıkıştırılmalı ısı pompası çevrimi.....	4
2.2 Isı Kaynakları.....	6
2.2.1 Hava.....	7
2.2.2 Su.....	7
2.2.3 Toprak.....	8
2.2.4 Güneş.....	8
2.3 Isı Pompalarında Kullanılan Soğutucu Akışkanlar.....	9
2.3.1 Soğutucu akışkanlar.....	9
2.3.2 Freon serisi soğutucu akışkanlar.....	10
2.3.2.1 Freon 11.....	10
2.3.2.2 Freon 12.....	10
2.3.2.3 Freon 13.....	11
2.3.2.4 Freon 21.....	11
2.3.2.5 Freon 22.....	11
2.3.2.6 Freon 114.....	11
2.3.2.7 Freon 502.....	11
2.3.3 Diğer soğutucu akışkanlar.....	12
2.3.3.1 Metilklorür.....	12
2.3.3.2 Kükürtdioksit.....	12
2.3.3.3 Karbondioksit.....	12
2.3.3.4 Amonyak.....	12
2.4 Yağlama Yağları.....	12
2.5 Isı Pompası İçin Soğutucu Akışkan Seçimi.....	14
2.6 Isı Pompası Elemanları.....	15
2.6.1 Kompresörler.....	15
2.6.1.1 Pistonlu kompresörler.....	16
2.6.1.2 Rotatif kompresörler.....	17
2.6.2 Turbo kompresörler.....	19
2.6.3 Hermetik kompresörler.....	19
2.6.3.1 Tam hermetik kompresörler.....	20
2.6.3.2 Yarı hermetik kompresörler.....	20
2.7 Isı Değiştiricileri.....	21
2.8 Basınç Ayarlayıcılar.....	22

2.8.1	El ayar valfi.....	22
2.8.2	Otomatik genişleme valfi.....	22
2.8.3	Termik genişleme valfi.....	23
2.8.4	Şamandıra ayar valfi.....	24
2.8.5	Kapiler borular.....	25
2.8.6	Dört yollu vana.....	25
2.9	Kumanda Kontrol Cihazları ve Diğer Yardımcı Elemanlar.....	28
2.9.1	Termostat.....	28
2.9.2	Presostat.....	28
2.9.3	Manometre.....	28
2.9.4	Çekvalf.....	28
2.9.5	Yağ ayırıcılar.....	28
2.9.6	Sıvı depoları.....	29
2.9.7	Filtre kurutucular.....	29
2.9.8	Gözetleme camı.....	29
3.	ISI KAYNAK VE ÇUKURLARI,DEPOLAMA SİSTEMLERİ.....	31
3.1	Hava.....	31
3.2	Su.....	32
3.3	Yer.....	32
3.4	Güneş.....	32
3.5	Depolama.....	36
3.6	Temel Taarımlar.....	41
3.6.1	Hava ısı kaynak çukuru ;hava ısıtma ve soğutma ortamı.....	41
3.6.2	Hava ısı kaynak çukuru ;hava ısıtma ve soğutma ortamı(sabit hava devreli).....	43
3.6.3	Hava ısı kaynak çukuru ;su ısıtma ve soğutma ortamı(sabit hava ve su devreli).....	44
3.6.4	Su ısı kaynak çukuru ;hava ısıtma ve soğutma ortamı(sabit hava ve su devreli).....	45
3.6.5	Su ısı kaynak çukuru ;su ısıtma ve soğutma ortamı.....	46
3.6.6	Hava ısı kaynak çukuru.....	47
3.6.7	Su ısı kaynak çukuru.....	48
3.6.8	Isı kaynağı boru kangallarında buz oluşumu ve oluşan buzun giderilmesi.....	49
4.	YER KAYNAKLI ISI POMPALARI.....	52
4.1	Temel Tanım ve Kavramlar.....	54
4.1.1	Farklı yer kaynaklı ısı pompaları terimleri.....	54
4.2.	Isı Pompaları ve Isı Pompası Tesislerinin Adlandırılması.....	55
4.3.	Yer Kaynaklı Isı Pompalarının Yaraları ve Sakıncaları.....	61
4.3.1	Yaraları.....	61
4.3.2	Sakıncaları.....	64
4.4	Yer Kaynaklı Isı Pompasının Çalışma Şekli.....	66
5.	KLİMA SİSTEMLERİNDE ISITMA ALTERNATİFLERİ.....	73
5.1	Isı Pompalı Sistem.....	73
5.2	Elektrik ısıtıcılı Sistem.....	74
5.3	Sıcak Su Bataryalı Sistem.....	74
5.4	Sıcak su Isıtılmalı Sistem Elemanları.....	75
5.4.1	Dış ünite.....	75
5.4.2	İç ünite.....	75
5.4.3	Sıcak su Üreticisi.....	75
5.4.4	Kontrol ünitesi.....	75
5.4.5	Boru tesisatı.....	75

6.	BINA ISITMASINDA ISI POMPASI UYGULAMASI.....	77
6.1	Hava –su Isı Pompası Sistemi ve İstanbul’da Bir Uygulaması.....	77
6.2	İstanbul’da Bir Uygulama.....	79
6.2.1	Bina içi ısıtma apareyleri.....	80
6.3	Isı Pompası Genel Bilgileri.....	80
6.4	İki Sistemin Enerji Ekonomisi Açısından Mukayesesi.....	88
6.5	İki Sistemin yatırım maliyeti Bakımından Karşılaştırılması.....	90
6.6	Yıllık Toplam Maliyetler.....	97
6.7	Sayısal Uygulama Sonuçları.....	97
6.8	Heat Pump Ünitelerde verim ve Kapasiteyi etkileyen Başlıca Noktalar.....	98
6.9	Dış Hava Sıcaklığına Bağlı Olarak Isı Pompası Enerji Harcaması.....	98
7.	SONUÇLAR.....	101
	KAYNAKLAR.....	102
	EKLER.....	99
	Ek 1 Isı kaybı ve Isı Kazancı Hesapları.....	103
	Ek 2 Cıngıllıoğlu binası ısıtma ve soğutma dizaynı projesi	
	ÖZGEÇMİŞ.....	111



SİMGE LİSTESİ

COP_{IP}	Isı pompasının ısıtma tesir katsayısı
COP_{SM}	Soğutma tesir katsayısı
Q	Isı miktarı
F	Etkin ısı transfer yüzeyi
ΔT	Ortalam efektif sıcaklık farkı
K	Toplam ısı geçiş katsayısı



KISALTMA LİSTESİ

YKIP	Yer kaynaklı ısı pompası
Y.E.	Yer (toprak) evaporatörü
E	Evaporatör
P	Pompa
G.V.	Genleşme valfi



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1.	T-S Diagramında ters carnot çevrimi.....3
Şekil 2.2	Yoğuşan buhar ile çalışan sıkıştırırmalı devre.....4
Şekil 2.3	Yoğuşan buhar ile çalışan sık.çevrimn p-h ve t-s dia. gösterilişi.....5
Şekil 2.4	Evaporatöründe aşırı kızdırma ve kondenserinde aşırı soğutma olan çevrim.....6
Şekil 2.5	Toprak kaynaklı ısıtma soğutma amaçlı ısı pompası tesisi.....9
Şekil 2.6	Kompresör tipleri.....17
Şekil 2.7	Tek paletli rotatif kompresör.....18
Şekil 2.8	Çok paletli dönel kompresör.....19
Şekil 2.9	Dişli kompresör.....19
Şekil 2.10	Tam kapalı hermetik bir kompresör.....21
Şekil 2.11	El ayar valfi.....23
Şekil 2.12	Otomatik genişleme valfi.....24
Şekil 2.13	İç dengelemeli termik genişleme valfi.....25
Şekil 2.14	Dört yöllü vana.....27
Şekil 2.15	Isı pompası soğutma çevrimi.....28
Şekil 2.16	Isı pompası ısıtma çevrimi.....28
Şekil 3.1	Bir yıl boyunca hava şartlandırması amacı ile kullanılan güneş ısı kaynak çukurlu ısı pompası.....33
Şekil 3.2	Depolama tankına daldırılmış evaporatörlügüneş ısı kaynak çukurlu ısı pompası.....33
Şekil 3.3	Isıtma depolu güneş yardımcı mahal ve su ısıtma ısı pompası sistemi.....34
Şekil 3.4	Isıtma depolu güneş yardımcı mahal soğutma ve su önısıtma ısı pompası sistemi.....35
Şekil 3.5	Isı kaynak ve çukuru yer olan ısı pompasında güneş kollektörünün yardımcı kaynak olarak kullanılması.....36
Şekil 3.6	Güneş kollektörü alanının ısı depolu bir ısı pompasının COP üzerindeki etkisi.....37
Şekil 3.7	Depo hacminin ısı pompasının COP üzerindeki etkisi.....37
Şekil 3.8	Depo hacminin ısı pompasının COP üzerindeki etkisi.....38
Şekil 3.9	Tipik bir ısı pompasında ısı deposu sıcaklığının COP etkisi.....38
Şekil 3.10	Elektrikli ısıtmanın ısı pompasına yardımcı sistemolarak kullanılması.....39
Şekil 3.11	Pik olmayan periyotlarda depolama amacıyla beton blokun kullanımı.....40
Şekil 3.12	Beton döşemenin duyulur ısı depolama ortamı olarak kullanılması.....40
Şekil 3.13	Havayı ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanan hava ısı kaynak çukurlu ısı pom.sistem.....42
Şekil 3.14	Havayı ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanan hava ısı kaynak çukurlu ısı pom.sistem.....43
Şekil 3.15	Havayı ısı kaynak ve çukuru ,suyu ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanan ısı Pompası sistemi.....44
Şekil 3.16	Havayı ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanan su ısı kaynak çukurlu ısı pom.sist.....45
Şekil 3.17	Suyun ısıtma ve soğutma olarak kullanıldığı su ısı kaynak çukurlu ısı poması sistemi.....46

Şekil 3.18	Bir ara akışkanı ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanan hava ısı kaynak çukurlu ısı pompası sistemi.....	47
Şekil 3.19	Suyun ısıtma ve soğutma olarak kullanıldığı su ısı kaynak çukurlu ısı poması sistemi.....	48
Şekil 3.20	Kuru termometre sıcaklığı ile çığ noktasına bağlı olarak defrost çevrimi sayısı.....	51
Şekil 4.1	Isı pompalarının ve ısı pompası tesislerinin adlandırılması.....	55
Şekil 4.2	Jeotermal kaynaklı ısı pompası.....	56
Şekil 4.3	Yer altı kaynağından emme basma sistemi.....	59
Şekil 4.4	Deniz ,göl v.s.'den emme basma sistemi.....	59
Şekil 4.5	Toprak altına tek kat serme.....	59
Şekil 4.6	Toprak altına sondaj.....	59
Şekil 4.7	Deniz ,göl v.s altına serme.....	60
Şekil 4.8	Toprak altına çok kat serme.....	60
Şekil 4.9	Toprak altına spiral serme.....	60
Şekil 4.10	Toprak altına paralel sondaj.....	60
Şekil 4.11	Yer kaynaklı ısı pompasının şematik gösterimi.....	67
Şekil 4.12	Yer kaynaklı ısı pompasının kesit görünüşü.....	68
Şekil 4.13	Kapalı çevrimli sistem.....	69
Şekil 4.14	Yatay toprak ısı değiştiricisinin uygulama örnekleri.....	69
Şekil 4.15	Düşey toprak ısı dğıştiricisi kesit resmi(kapalı-dış muhafazalı).....	70
Şekil 4.16	Düşey toprak ısı dğıştiricisi kesit resmi(kapalı çevrim.....	70
Şekil 4.17	Düşey toprak ısı dğıştiricilerinin paralel bağlantısı.....	71
Şekil 6.1	Isı kazancı oranı.....	78
Şekil 6.2	Sistemin gidiş ve dönüş sıcaklık değerlerinin parametreleri.....	78
Şekil 6.3	Hava su ısı pompası sistemi.....	79
Şekil 6.4	Soğutma modu.....	81
Şekil 6.5	Isıtma modu.....	81

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 4.1	YKIP'larının farklı isimleri.....54
Çizelge 4.2	Isı pompalarının ve ısı pompası tesislerinin adlandırılması.....61
Çizelge 4.3	YKIP'larının ısı değiştiricisi tipine göre yaraları ve sakıncaları.....66
Çizelge 6.1	Çalışma sınırlamaları-sıcaklık akış.....82
Çizelge 6.2	R 22 AWHC soğutma kapasiteleri.....84
Çizelge 6.3	R 22 AWHC ısıtma kapasiteleri.....85
Çizelge 6.4	Isı değiştirici su basınç kaybı diagramı.....86
Çizelge 6.5	Cıngıllıoğlu binasının kazan ve chiller kullanılarak fiyat analizi.....91
Çizelge 6.6	Cıngıllıoğlu binasının ısı pompası kullanılarak fiyat analizi.....94
Çizelge 6.7	Isı pompası enerji harcaması maliyet tablosu100



ÖNSÖZ

Isı pompaları enerjinin düşük sıcaklık kaynağından yüksek sıcaklık kaynağına aktarıldığı düzenekler olup, prensip olarak uzun yıllardan beri bilinmektedir. Yapmış olduğum bu tezde, ısı pompalarının hangi elemanlardan meydana geldiğini, hangi akışkanların kullanıldığı ve tipleri hakkında açıklamalar yaptım. Ayrıca ısı pompalarının yatırım ve yakıt maliyetlerini diğer bir sisteme göre karşılaştırdım. Piyasadan da araştırdığım kadarıyla ısı pompalı sistemlerin pek uygulanmadığını gördüm. Bu durumun ekonomik ve teknik nedenlerden olduğunu düşünüyorum. 2000'li yıllarda enerji tüketiminin çok fazla artacağı düşünülürse, ısı pompası sistemlerinin uygulanması oranı artacaktır.

Tez araştırmalarım ve çalışmalarım sırasında bana yol gösteren , tez danışman hocam Doç. Dr. Olcay KINCAY'a ve Prof. Dr. Bahri ŞAHİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Züleyha MİRZA

İSTANBUL, 2000



ÖZET

Son yıllarda ülkemizde de adını özellikle konut ısıtma amaçlı olarak sıkça duymaya başladığımız sistemlerden biri de ısı pompalarıdır. Sıcak ve soğuk kaynak olarak dış hava , toprak, nehir suyu, göl suyu vb..kullanılmaktadır. Bu kaynaklardan , kış şartlarında düşük sıcaklık kaynağı olarak alınan ısı,ısıtılmak istenen ortama aktarılır. Yaz şartlarında ise soğutulmak istenen ortamdan alınan ısı bu sefer yüksek sıcaklık kaynağı olarak kullanılan dış hava, toprak, nehir suyu, göl suyu vb..'na transfer edilmektedir. Sıcaklık kaynağı olarak kullanılacak ortamın seçilmesi ise iklim şartları, coğrafik yerleşim, ilk yatırım maliyeti gibi pek çok faktöre bağlı olmaktadır.

Bu çalışmada ısı pompası tiplerinden bir tanesi ele alınarak, bina ısıtması ve soğutması tasarlanmıştır. Bu tasarımdaki amaç; tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de önem kazanan enerji bunalımının birlikte getirdiği sakıncaları bir ölçüde de olsa azaltmak amacı ile , ısı enerjisinin gereksiniminin minimum seviyeye düşürüleceği ısıtma sistemlerinin geliştirilmesidir.

Isı pompası sisteminin diğer sistemlere göre ekonomik olup olmadığını anlamak için, İstanbul'daki Cıngıllıoğlu villası seçilip bir uygulama yapılmıştır. Villada iki sistem ele alınmıştır. Kazan ve chiller sistemi ile ısı pompası sistemi. İki sistem için hesaplar yapıldıktan sonra görülmüştür ki, yıllık yakıt maliyeti ısı pompası kullanan sistemde fazla çıkmıştır. Ayrıca yatırım maliyeti de ısı pompalı sistemde daha fazla çıkmıştır. Fakat ileride enerji kaynaklarının tükenmesi , çevre faktörleri gibi etkenler ortaya çıktığında ; her türlü enerji kaynağından yararlanılabilen ısı pompaları cazip hale gelecektir.

ABSTRACT

For the last few years, in our country one of the aims chosen especially for heating of buildings seems to be using heat pumps. Outside air, earth, river water, lake water etc... are used as hot and cold sources. Heat, taken as low temperature source in winter circumstances, is transferred to the desired surrounding. In summer conditions heat is absorbed from the surrounding to be cooled and at this time given to high temperature source such as outside air, earth, river, water, lake water etc.... selection of temperature source depends on my factors like weather conditions, geographical settlement and investment cost.

In this study, one of the heat pump types is chosen and designed for building heating and cooling. The aim of this project is to develop heating systems which minimize the need for heat energy in order to decrease the worldwide energy crisis based problems which are also given importance nowadays in our country.

In order to determine whether heat pump system is more economical according to the other systems or not, Cingilliğlu villa in İstanbul selected and studied :Boiler-Chiller system and heat pump system. At the end of this study the annual fuel cost and the investment cost for heat pump system are calculated to be more. But in the future when energy sources come to an end or because of environmental factors, heat pumps which can use every type of energy source will become more suitable.

1.GİRİŞ

1852 yılında Lord Kelvin'in soğutma çevriminin evlerin ısıtılmasında kullanılabileceğini belirtmesiyle ısı pompasının temel prensibi ortaya atılmıştır. Bu sistem soğuk ısı kaynağından ısı çekerek sıcak ısı kaynağına aktardığı için (yani ısıyı pompaladığı için) ısı pompası olarak adlandırılmıştır. Burada sıcak ısı kaynağına verilen ısı, soğuk kaynaktan çekilen ısı ile çevrime dışarıdan verilen işin toplamına eşittir. Isı pompası çevrimini gerçekleştirebilmek için soğutma çevriminde olduğu gibi dışarıdan enerji sarfetmek gerekir. Kompresörü tahrik etmekte kullanılan bu enerji örneğin bir elektrikli ısıtıcıda ısıya çevrilip ısıtma amacıyla kullanılabilir. Isı pompasının diğer ısıtma sistemlerine göre avantajı aynı miktarda enerji harcayarak ısıtılacak ortama diğerlerinden daha fazla ısı göndermesidir. Isıtma tesir katsayısı 1 olan rezistanslı elektrik ısıtıcılarında ise ancak verilen miktarda enerji ısıya çevrilmektedir. Sıcak kaynağa verdiği ısı dışarıdan verilen işten daima daha büyük olduğu için ısı pompasının ısı tesir katsayısı 1'den oldukça büyüktür.

Pratikte sistem elemanlarının tersinmezliklerinden doğan kaçınılmaz kayıplardan dolayı ısı tesir katsayısı düşmektedir. Uygulamadaki ısı pompalarının ısı tesir katsayıları 3-4 civarındadır. Buhar sıkıştırmalı ısı pompası ilk olarak 1930 yılında bina ısıtılmasında kullanılmıştır. Bundan sonra çok sayıda ısı pompası üretilmiştir. Gelecekte ısı pompalarının daha geniş ölçüde kullanılacağı bir gerçektir. Mevcut ısı pompaları genellikle buhar sıkıştırmalı çevrime göre çalışırlar. Isı pompaları ısıtma ve soğutma amaçlı olarak kullanılabilir.

2.ISI POMPASI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Isı pompası soğutma makinası ile aynı çevrime göre çalışır. Isı pompası, düşük sıcaklıktaki bir ısı kaynağından ısı çeker ve daha sonra bu ısıyı mekanik iş harcayarak ve bu harcanan mekanik işin ısı karşılığı düşük sıcaklıktaki ısı kaynağından çekilen ısıya ekleyerek yüksek sıcaklıktaki bir ısı kaynağına iletir. Isı pompasının çevrimi soğutma makinası ile aynı olmasına rağmen amacı tamamen farklıdır. Soğutma makinasında amaç bir ortamın soğutulmasıdır; oysa ısı pompası bir ortamı ısıtma veya soğutma veya her iki durum için de kullanılır. Isı pompaları kışın ısıtmada kullanıldığı gibi yazın da soğutmada kullanılır. Ancak bu tip ısı pompalarının maliyeti daha yüksektir. Isı pompası çevriminin temelini ideal bir çevrim olan ters Carnot çevrimi oluşturur. Isı pompalarında kullanılan diğer termodinamik çevrimler şöyle sıralanabilir :

1. Adyabatik sıkıştırmalı çevrim

2. İzotermik sıkıştırılmalı çevrim

3. Termoelektrik sistem

4. Kimyasal esaslı ısı pompası

5. Sıvı buharlaştırma çevrimi

5a. Ters Rankine çevrimi (Buhar sıkıştırma çevrimi)

5b. Su buharı ile çalışan ejektörlü sistem

5c. Absorpsiyonlu sistem

Bu çevrimler içerisinde ısı pompası çevrimi olarak en etkili olan buhar sıkıştırma çevrimidir.

2.1. Isı Pompası Çevrimleri

2.1.1. Carnot Çevrimi

İdeal ısı pompası veya soğutma makinası çevrimi ters Carnot çevrimidir. Bu çevrim Şekil 2.1'de görülen sıcaklık entropi (T-S) diyagramından izlenebilir. Burada çevrim iki tersinir adiabatik ve iki izotermden ibarettir. Çevrime göre 1-2 arasında adiabatik sıkıştırma yapılmakta 2-3 arasında yüksek sıcaklıktaki kaynağa Q_2 ısı verilmekte, 3-4 arasında adiabatik genişleme ile sıcaklık ve basınç düşürülmekte, 4-1 arasında düşük sıcaklıktaki kaynaktan Q_1 ısı alınmaktadır.

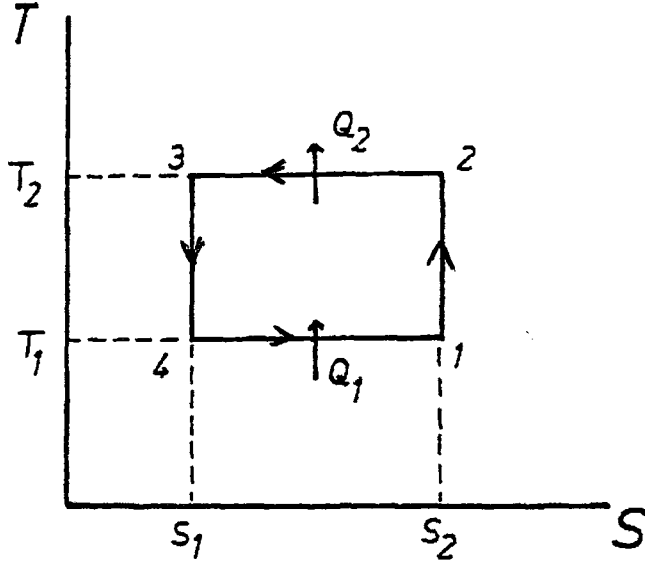
Bu durumda çevrime verilmiş olan iş W ;

$$W = Q_2 - Q_1$$

olacaktır. Isıtma tesir katsayısı COP_{IP} ve soğutma tesir katsayısı COP_{SM}

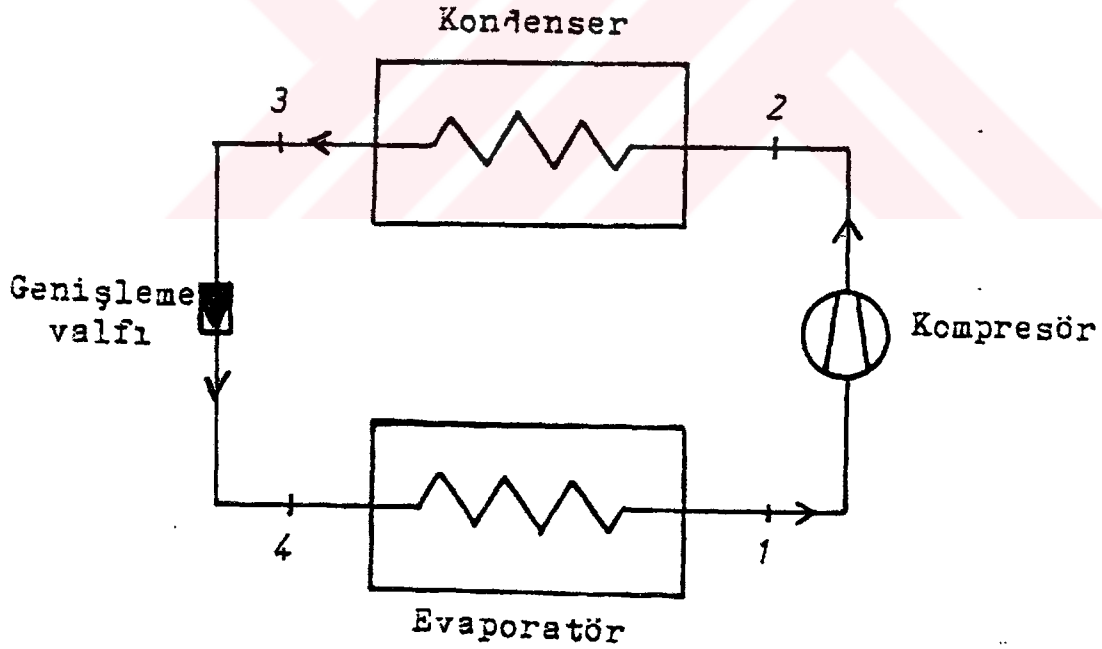
$$COP_{IP} = \frac{T_2}{T_2 - T_1} \quad COP_{SM} = \frac{T_1}{T_2 - T_1} \quad (2.1)$$

Carnot çevrimi teorik olarak sağlanabilecek en yüksek ısıtma ve soğutma tesir katsayılarını verir. Fakat pratikte bu değerlere ulaşmanın imkanı yoktur. Carnot çevrimi tersinirdir ve iş yapan akışkanla ısı kaynakları arasındaki sıcaklık farkının sonsuz küçük olmasını gerektirir. Ancak ısı değiştirgeçlerindeki ısı transferinin etkin olabilmesi için sonlu sıcaklık farkına ihtiyaç vardır ve bu da çevrimin tersinmez olmasına yol açar. Böylece sistemin entropisindeki artma çevrime verilen işi artırır ve dolayısıyla tesir katsayısını düşürür. Ayrıca sistemde sürtünme, kısılma gibi olaylarda da iç tersinmezlikler meydana gelir ve çevrime verilmesi gereken işi artırır. Bundan dolayı tesir katsayısını daha da düşürürler.



Şekil 2.1. T-S Diagramında ters carnot çevrimi

2.1.2. Yoğuşan buhar ile çalışan sıkıştırılmalı ısı pompası çevrimi



Şekil 2.2 Yoğuşan buhar ile çalışan sıkıştırılmalı devre

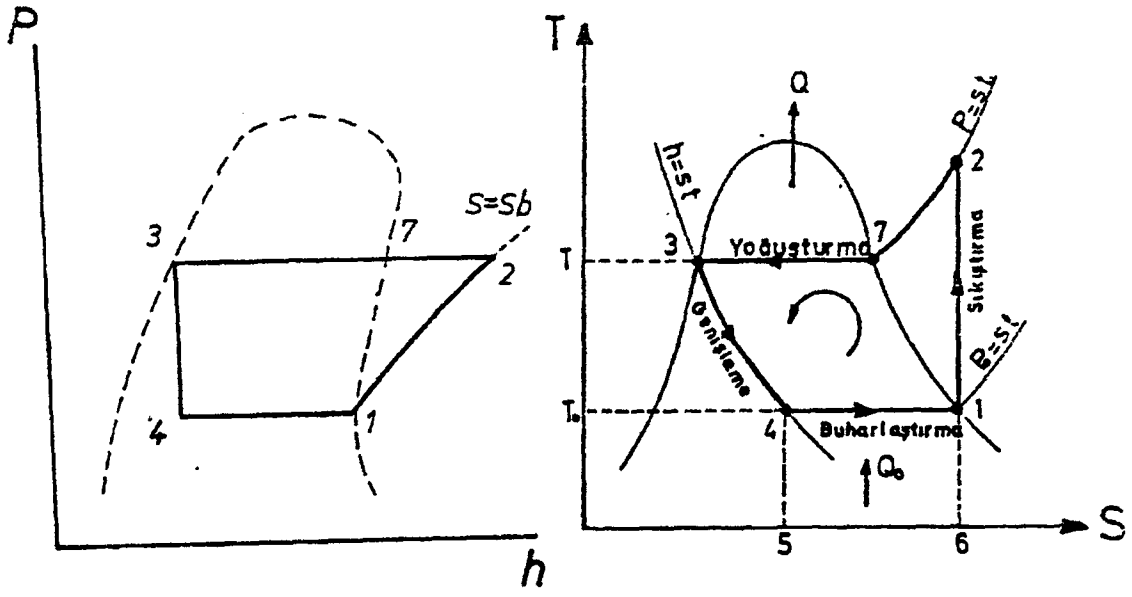
Şekil-2.2'de görüldüğü gibi yoğuşan buhar ile çalışan sıkıştırılmalı devre kompresör, kondenser, genişleme valfı ve evaporatör olmak üzere dört ana elemandan oluşur. Çevrimi incelersek kompresörün sıkıştırdığı yüksek basınçlı kızgın buhar halindeki soğutucu akışkan kondenserde

yoğuşur. Kondensere giren kızgın buharın önce kızgınlığı alınır sonra yoğuşma olur. 3 noktasında doymuş sıvı halindeki yüksek sıcaklık ve basınçtaki soğutucu akışkan genişleme valfinden geçirilir. Genişleme işlemi sırasında soğutucu akışkanın sıcaklığı ve basıncı evaporatör basıncı ve sıcaklığına düşürülür. Bu işlem sırasında soğutucu akışkanın bir kısmı buharlaşır ve 4 noktasında evaporatöre düşük kuruluk dereceli ıslak buhar olarak girer. 4-1 arasında düşük sıcaklık ve basınçtaki akışkan evaporatörde ısı alarak buharlaşır. 1 noktasında doymuş kuru buhar halindeki soğutucu akışkan kompresörde adyabatik olarak sıkıştırılır ve 2 noktasında yüksek basınç ve sıcaklıkta kızgın buhar olarak kondensere girer. Kondenserde ısı vererek yoğuşur ve 3 noktasına gelerek çevrimi tamamlar. Bu işlemler Şekil-2.3'te verilen sıcaklık entropi (T-s) ve basınç entalpi (P-h) diyagramlarından izlenebilir. Çevrimin ısıtma ve soğutma tesir katsayıları entalpilerin yatay ekseninden okunabildiği (P-h) diyagramından tayin edilebilir.

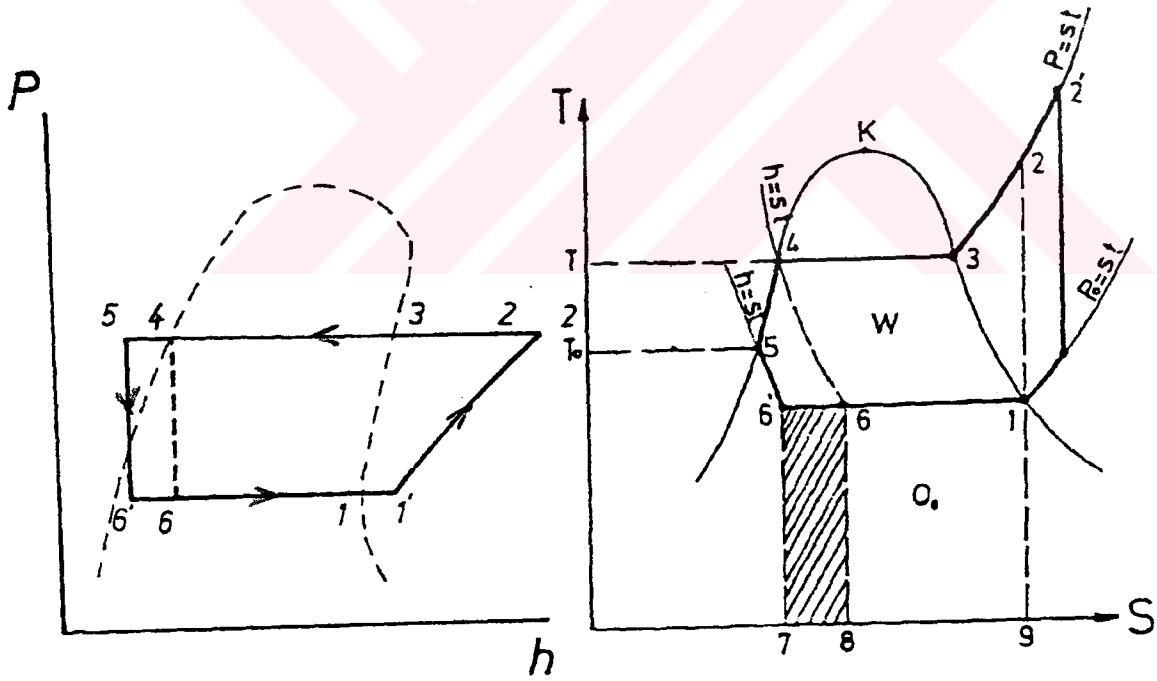
Böylece ısıtma tesir katsayısı COP_{IP} ve soğutma tesir katsayısı COP_{SM}

$$COP_{IP} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1} \quad ; \quad COP_{SM} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad (2.2)$$

olur. Bu denklemler tesir katsayılarının hesaplanmasına temel teşkil ederler. Tabiiyatıyla tesir katsayısını etkileyen pek çok faktör vardır. Pratikte kondenser ve evaporatördeki ısı transferleri sonlu sıcaklık farkında gerçekleşir. Ayrıca ısı değiştirgeçlerinde, borularda ve valflerde basınç kayıpları olur. Bu faktörlerden başka pratikteki çevrim bazı nedenlerle farklılık gösterir. Buharlaşmayı tam kuru doymuş buhar noktası 1'de sona erdirmek güç olduğundan kompresördeki sıkıştırma kızgın buhar bölgesinden başlatılır. Bu sayede soğutucu akışkanın tamamen buharlaşması temin edilmiş olur ve kompresöre sıvı maddenin gelmesini önler. Sıvı haldeki soğutucu akışkanın kompresöre gelmesi, sıkıştırılmaz olması nedeniyle valflere ve kompresöre hasar verir. Bu işlem evaporatöre giden akışkan miktarını kontrol eden termostatik genişleme valfi ile sağlanır. Genişleme valfi evaporatöre daha önceden ayarlanmış belirli bir kızgınlık değerini sağlayacak miktarda akışkan gönderir. Diğer taraftan soğutucu akışkanın kondenserde yoğuşması bittiği anda genişleme vanasından geçirileceği yerde daha fazla soğutulur yani aşırı soğutma yapılır. Evaporatöründe aşırı kızdırma ve kondenserde aşırı soğutma olan çevrim Şekil 2.4'de (T-s) ve (P-h) diyagramlarında gösterilmiştir.



Şekil 2.3 Yoğuşan buhar ile çalışan sıkıştırma çevrimin P-h ve T-S diagramlarında gösterilişi



Şekil 2.4 Evaporatöründe aşırı kızdırma ve kondenslerinde aşırı soğutma olan çevrim

Şekil 2.4' den de görüleceği gibi aşırı soğutma kondenserde verilen ısıyı ve evaporatörde çekilen ısıyı arttırır. Aynı kompresör işine karşılık daha fazla ısı nakledilir yani tesir katsayısı yükselir. Diyagramların incelenmesinden şu sonuçlara varılabilir. Soğutucu akışkanın kritik sıcaklığı, çevrimde ulaşılabilecek en yüksek yoğuşma sıcaklığının üzerinde olmalıdır. Kullanma sıcaklığındaki buharlaşma basıncı atmosfer basıncından büyük olmalıdır. Bu sayede kaçak halinde içeri hava sızması önlenmiş olur. Evaporatör ve kondenser sıcaklıklarına tekabül eden basınçlar arasındaki oran mümkün olduğu kadar küçük olmalıdır. Ayrıca kondenserdeki basınç fazla yüksek olmamalıdır. Soğutucu akışkanın buharlaşma gizli ısısının yüksek ve kompresör girişindeki buhar özgül hacminin küçük olması kompresörün belirli bir ısıtma yükü için devrettirmesi gereken soğutucu akışkan miktarının daha az olmasını sağlar.

2.2. Isı Kaynakları

Isı pompasının tesir katsayısı, sıcak ısı kaynağı ile soğuk ısı kaynağı arasındaki sıcaklık farkı ne kadar küçük olursa o kadar büyük olmaktadır. Bu nedenle ısı çekilecek kaynak olarak (soğuk ısı kaynağı) sıcaklığı en yüksek olan kaynağı seçmek gerekir. En çok kullanılan ısı kaynakları hava, su (yeraltı veya yerüstü suları) ve topraktır. Isı kaynağı olarak güneş enerjisinden de yararlanılabilir.

2.2.1. Hava

Hava en çok kullanılan ısı kaynağıdır. Dış hava bir fan yardımıyla evaporatör üzerinden geçirilir. Evaporatörde boruların ısı geçiş yüzeyini arttırmak için kanatlar eklenmiştir. Evaporatöre giren hava ile borularda dolaşan soğutucu akışkan arasında 5-10°C sıcaklık farkı vardır. Hava; her yerde bulunması, normal büyüklükte elemanlara ihtiyaç göstermesi, montaj ve işletme masraflarının düşük olması yönlerinden çok uygun bir ısı kaynağıdır. Önceden de belirtildiği gibi yüksek ısıtma tesir katsayısı, ısıtılacak yerin sıcaklığına mümkün olduğu kadar yakın bir ısı kaynağı kullanmakla elde edilir. Isıtma döneminin büyük bir bölümünde dış hava sıcaklığı bu açıdan uygundur. Ancak bu sıcaklığın değişken olması gerekli kapasitenin tayininde güçlük çıkarır. Eğer ısı pompası, en kötü kış şartlarında ısıtmayı sağlayacak şekilde dizayn edilirse dönemin büyük bir bölümünde kapasite fazlalığı meydana gelir. Bu da birkaç günlük çalışma için ilk yatırım maliyetlerinin artması demektir. Ayrıca daha fazla kapasitede olduğu için çok kısa süre çalışıp ihtiyacı karşılar yani sık sık çalışıp durur. Deneyler sık sık çalışıp durmanın sürekli çalışmaya nazaran ısı tesir katsayısını düşürdüğünü göstermiştir. Bundan başka kompresörün sık sık devreye girip çıkması arıza yapma ihtimalini arttırır. Çözüm olarak belli bir dizayn noktası

sıcaklığı seçilir ve kapasite bu değere göre tayin edilir. Dizayn noktasının altındaki sıcaklıklarda yardımcı ısıtıcı kullanılır.

Hava kaynaklı ısı pompasında kışın ısı ihtiyacı fazla olduğu zamanlarda ısı kaynağının sıcaklığı düşüktür. Bu da aynı yoğuşma sıcaklığı için ısı tesir katsayısının düşmesine neden olur. Böylece ısıtılan yere verilen ısı daha az olmaktadır. Isı kaynağı olarak hava kullanmanın dezavantajı içerisinde bol miktarda su buharı bulundurması ve düşük hava sıcaklıklarında bu buharın evaporatör üzerinde yoğuşması ve donmasıdır. Bu buz tabakası hava hareketini ve evaporatörün ısı çekmesini önler. Buzun periyodik olarak defrost tertibatıyla eritilmesi gerekir.

2.2.2. Su

Isı kaynağı olarak su da geniş ölçüde kullanılmaktadır. Bu amaçla deniz suyu, göl, ırmak suyu ve kuyu suyu kullanılabilir. Kuyu suyunun sıcaklık değişimi en az olmakla birlikte (hemen hemen yıl boyunca sabit sıcaklıkta kalır) yüzey sularının sıcaklığı mevsime bağlı olarak değişir ancak değişimleri havaya göre daha azdır. Kuyu suyu pompayla çekilip evaporatörden geçirilir ya da evaporatör kuyunun içine yerleştirilir. Su kullanılması halinde defrost problemi yoktur. Ayrıca sudan soğutucu akışkana ısı transferi havaya nazaran daha yüksektir. Böylece evaporatör daha küçük seçilebilir. Ancak suyun neden olduğu korozyon problemi vardır ve ilk yatırım maliyeti hava kaynaklı ısı pompasına nazaran daha yüksektir.

2.2.3 .Toprak

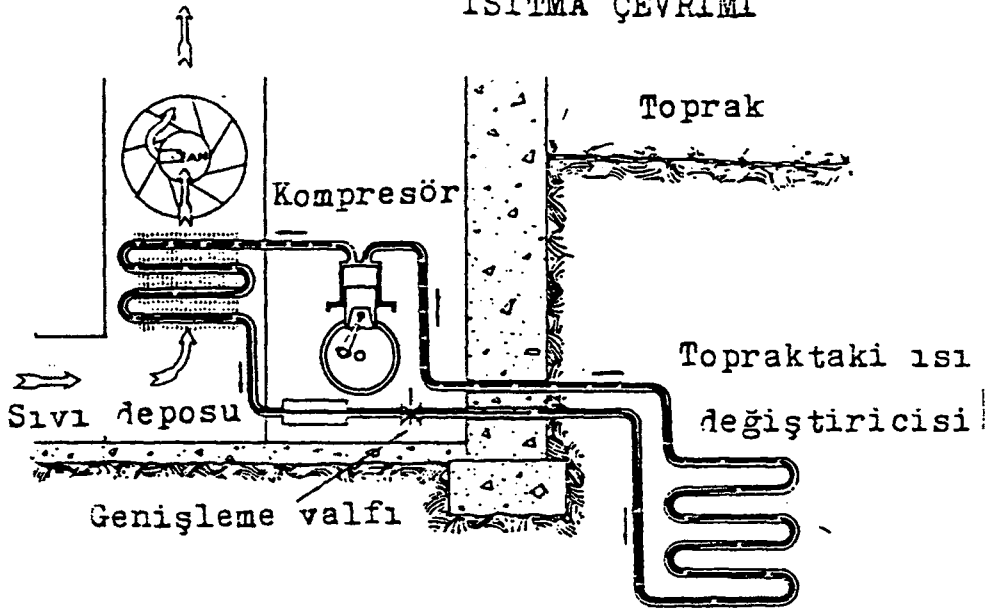
Evaporatör yerin altına gömülerek ısı kaynağı olarak toprak kullanılabilir. Isı topraktan soğutucu akışkana akar. Bu şekilde toprağın ısı azalır, soğur. Toprak ısını güneşten alır. Dizayn toprağın ısını tamamen tüketmeyecek şekilde yapılmalıdır. Bu da ısı çekilmesinin yavaş yapılmasıyla mümkündür ve soğuk iklimlerde çok geniş toprak alanına ihtiyaç gösterir. Şekil 2.5 te toprak kaynaklı ısıtma soğutma amaçlı ısı pompası tesisi görülmektedir. Şekil 2.5'ten de görülebileceği gibi ısıtma çevriminde soğutucu akışkan topraktaki evaporatörden geçerken ısı çeker ve buharlaşır. Kompresörde basıncı ve sıcaklığı yükselir. Kondenserde yoğuşma sırasında ısıtılacak ortama ısı verir, çevrim bu şekilde tekrarlanır. Soğutma çevriminde ise akış ters yöndedir. Buhar topraktaki evaporatöre girer ve yoğuşur. Sıvı haldeki soğutucu akışkan iç ortamdaki ısı değiştirgecine gelir ve orada buharlaşırken soğutmayı gerçekleştirir. Geniş bir toprak alanına ihtiyaç göstermesi ve yeraltına montajı dolayısıyla pahalı bir sistemdir.

2.2.4.Güneş

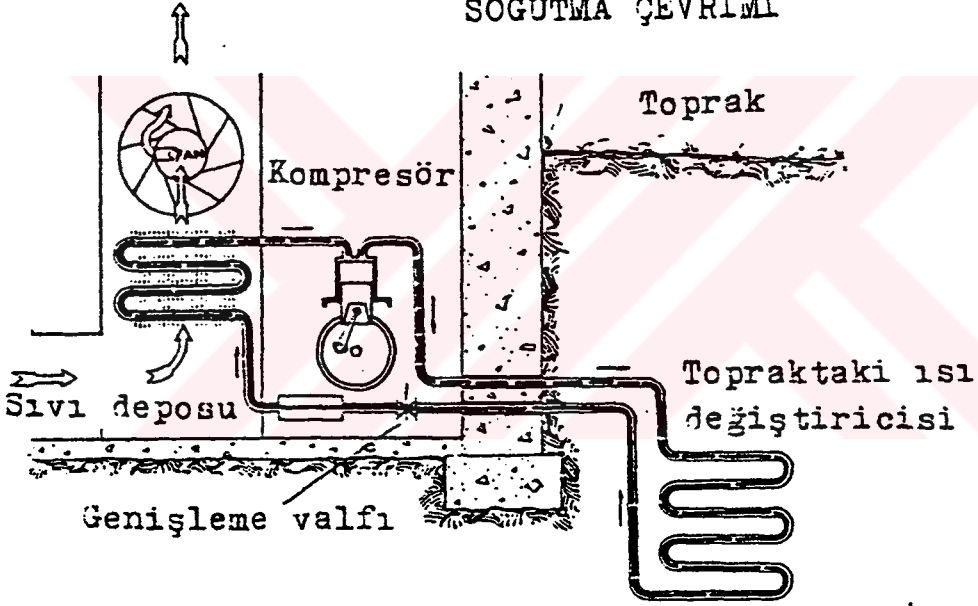
Isı kaynağı olarak güneş enerjisinden yararlanma konusunda çalışmalar devam etmektedir. Mevcut olduğu zamanlar güneş enerjisi diğer ısı kaynaklarından daha yüksek sıcaklıklarda ısı sağlar ; bu bakımdan ısı tesir katsayısı daha büyük olur. Ancak güneş enerjisi sürekli enerji verebilen bir kaynak değildir ; kışın ve geceleri ısı verememektedir.Buna rağmen güneş enerjisi ile birlikte yardımcı ısı kaynağı beraber ya da bina içerisine bir ısı deposu koymak suretiyle elverişli bir sistem kurulabilir. Bu bölümde anlatılan ısının çekildiği kaynaklar ve ısının verildiği ortamlar göz önüne alınarak ısı pompaları sınıflandırılabilir. Buna göre ısının çekildiği ortam hava, ısının verildiği ortam hava ise hava-hava, su ise hava-su, ısının çekildiği ortam su, ısının verildiği ortam hava ise su-hava, su ise su-su; ısının çekildiği ortam toprak, ısının verildiği ortam hava ise toprak-hava, su ise toprak-su ısı pompası tesisi sözkonusudur. Isı pompaları bilindiği üzere ısıtma amacıyla çalıştırıldıkları gibi soğutma amacıyla da çalıştırılabilirler.Bu durumda ısının çekildiği kaynak bina içindeki havadır ve ısının verilebileceği bir kaynak gereklidir. Güneş enerjisi hariç verilen bütün ısı kaynakları bu amaca uygundur.



ISITMA ÇEVİRİMİ



SOĞUTMA ÇEVİRİMİ



Şekil 2.5 Toprak kaynaklı ısıtma soğutma amaçlı ısı pompası tesisi

2.3. Isı Pompalarında Kullanılan Soğutucu Akışkanlar

2.3.1 .Soğutucu akışkanlar

Isının bir ortamdan alınıp başka bir ortama nakledilmesinde ara madde olarak kullanılan soğutucu akışkanlar ısı alışverişini genellikle sıvı halden buhar haline ve buhar halden sıvı haline dönüşerek sağlarlar. Soğutucu akışkanlar kimyasal bileşikler olup, tesisin özelliklerine göre muhtelif şartlara haiz bulunmaları istenir. Tabiatda NH_3 (amonyak), SO_2 (kükürt dioksit), Freon serileri, CO_2 (karbondioksit), CH_3Cl (metil klorür), $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ (etil klorür), C_2H_6 (etan),

$(CH_3)_3CH$ (izobütan) soğutucu akışkan olarak kullanılır. Soğutucu akışkanlardan istenilen özellikler:

- Buharlaşma gizli ısısı yüksek olmalı
- Zehirli olmamalı
- Korozyon tesiri olmamalı
- Kolay alev almamalı
- Kullanılan bütün sıcaklıklarda stabil olmalı
- Devre kaçaklarının kolayca bulunmasına imkan vermeli
- Malzemeye ve ara parçalara kimyasal tesirde bulunmamalı
- Sıvı haline getirilmesi (yoğuşması) için büyük basınca ihtiyaç göstermemeli
- Yağı masetmemeli
- Kullanma sıcaklığındaki buharlaşma basıncı, kaçakların az olması yönünden mümkün olduğu nisbette atmosfer basıncı civarında olmalı
- Ucuz olmalıdır

Bütün bu özelliklerin hepsini birden her şart altında yerine getirebilen bir soğutucu akışkan mevcut değildir. Fakat uygulamada duruma göre bu özelliklerden bazıları aranmayabilir.

2.3.2.Freon serisi soğutucu akışkanlar

Emniyet ve güvenilirlik yönünden iyi olan, ayrıca iyi bir ısıl özelliğe sahip olan soğutucu akışkan için 1920'lerde yapılan araştırmalar Florokarbon soğutucu akışkanlarının bulunmasını sağlamıştır. Çok kullanılan Freon serisi soğutucu akışkanların özellikleri aşağıda verilmiştir.

2.3.2.1.Freon 11(CCL_3F)

Yüksek soğutma gücüne sahiptir. Atmosfer basıncında kaynama noktası sıcaklığı 23,8 °C dir. Yoğuşma basıncı düşüktür. Bu bakımdan kompresörlerde tercih edilir.

2.3.2.2.Freon 12(CCL_2F_2)

Soğutma sanayiinde ve ısı pompası tesislerinde en çok kullanılan soğutucu akışkandır. Sıvı ve buhar halinde renksiz olup eter kokuludur. Zehirli, patlayıcı ve yanıcı olmaması nedeniyle tamamen emniyetli bir maddedir. Kurşun, magnezyum ve alaşımları, magnezyum ihtiva eden alüminyum alaşımları ile lastik ve yağ haricindeki malzemeye tesiri yoktur. Su ihtiva ederse sıcaklıkla korozyon tesiri artar. F 12 en ekstren çalışma şartlarında dahi stabil ve bozulmayan

özelliklerini kaybetmeyen bir maddedir. Ancak açık bir aleve veya aşırı sıcaklığa haiz bir ısıtıcı ile temas ettirilirse çözülür ve zehirli bileşiklere ayrışır. Kondenserde ısı transferi ve yoğuşma sıcaklıkları bakımından oldukça iyi bir durum gösterir. Buharlaştırma ısısının düşük olması sebebiyle sistemde dolaşması gerekli akışkan debisi fazladır. Küçük sistemlerde akış kontrolünün daha iyi yapılması yönünden tercih edilir. Büyük sistemlerde ise buhar yoğunluğunun fazlalığı ile birim soğutma için gerekli silindir hacmi F22 ve NH₃ çok farklı değildir. Birim soğutma için harcanan beygir gücü de takriben aynı seviyededir.

2.3.2.3.Freon 13(CCIF₃)

-60 C ve -100 C arasındaki çok düşük sıcaklıkların elde edilmesinde uygundur. Kimya endüstrisi ile hava tünellerinde 3 kademeli soğutma tesislerinden faydalanılmıştır. Çalışma basıncı diğer freon tiplerine nazaran yüksektir. F 13 yağ ile karışmaz.

2.3.2.4.Freon 21(CHCL₂F)

Klima tesislerinde tercih edilir. Korozyon sebebiyle su ihtiva etmemelidir. Yağ ile karışımı F12 gibidir. Türbo kompresörlere uygundur.

2.3.2.5.Freon 22(CHCIF₂)

Cam berraklığında, renksiz ve etere benzer bir kokusu vardır. Diğer freon serisi soğutucu akışkanlarda olduğu gibi emniyetle kullanılacak zehirsiz, yanmayan ve patlamayan bir akışkandır. Saf halde yağ ile karışık olduğu zaman malzemeye tesir eder. -60 C civarındaki düşük sıcaklıkların elde edilmesinde , derin soğutma uygulamalarına cevap vermek üzere geliştirilmiş bir soğutucu akışkandır, fakat küçük klima cihazlarında, ev tipi ve ticari tip soğutucularda, ısı pompası tesislerinde bilhassa daha kompakt kompresör gerektirmesi (F 12 ye nazaran takriben 0,60 katı) ve dolayısıyla yer kazancı sağlaması yönünden tercih edilir. Çalışma sıcaklıkları ve basınçları F 12'den daha yüksek seviyede fakat birim soğutma kapasitesi için gerekli tahrik gücü takriben aynıdır. Çıkış sıcaklıklarının oldukça yüksek olması sebebiyle , bunun aşırı seviyelere ulaşılmasına engel olmak için, bilhassa hermetik tip kompresörlerde, emişteki kızgınlık dercesi mümkün mertebe düşük tutulmalıdır.

2.3.2.6.Freon 114 (C₂Cl₂F₄)

Yüksek yoğuşma sıcaklıkları için uygundur. Yağlama yağı olarak yarı sentetik yağlar kullanılır. Zehirlilik durumu F 12 ile aynıdır.Turbo kompresörlerde kullanılmaktadır.

2.3.2.7.Freon 502 (Ağırlıkça %48,8 F22 ile %51,2 F115)

F22 ile F115'in karıştırılmasıyla elde edilen bir soğutucu akışkandır.Sıkışma sonu sıcaklıkları düşük olduğundan tesisatın ömrünü uzatır. Yağlama yağı olarak genellikle yarı sentetik yağlar kullanılır. Yüksek sıcaklıklarda muhtemel bozulma tehlikesine dikkat etmek gerekir. Soğutucu akışkan türlerinin çoğunluğu normal oda sıcaklıklarında ancak belirli basınç altında sıvı halde tutulabilmektedir. Bu nedenle, soğutucu akışkanlar basınca dayanıklı silindirler-tüpler içerisinde muhafaza edilmekte ve kullanılmaktadır.

2.3.3.Diğer Soğutucu Akışkanlar

2.3.3.1.Metilklorür (CH₃Cl)

Renksiz olup sıvı halde berraktır. Kokusu hoştur fakat zehirlidir. Alüminyum , magnezyum ve çinkoya tesir eder. Hasıl olan gazlar yanıcı ve patlayıcıdır. Su ayırıcılarında silikojel kullanılması uygundur. Metilklorür yağ ile temas edince yağlama özelliğini azaltır. Havada hacimce % 8-18 oranında bulunursa patlayıcı tesiri vardır. Ağırlıkça 15-30 g/m arasında hemen öldürücü olup 2-4 g/m arasında yarım saatte hayati tehlike doğurur. Zehirli olması, hava ile patlayıcı bir karışım oluşturması metilklorür tesislerde kullanımını engeller.

2.3.3.2.Kükürtdioksit (SO₂)

Su ile temas edince metallarda kuvvetli korozyon tesiri olan sülfirik asit meydana gelir. Bu sebeple 1 kg SO₂'de en fazla 50 mg suya müsaade edilir.Tesisatta bakır, pirinç, kızıl ve saf alüminyum kullanılabilir. SO₂ yağ ile az nisbette karışır, yanıcı değildir ve patlama tehlikesi yoktur. Havada ağırlıkça % 0,2 miktarında bulunması halinde hemen öldürücüdür. % 0,1 miktarı ise yarım saatte hayati tehlike doğurur. SO₂ küçük ve orta büyüklükteki tesislerde tercih edilir.

2.3.3.3 .Karbondioksit (CO₂)

Büyük soğutma, klima tesislerinde tercih edilir. Metaller ve metal olmayan malzemelere uygundur. Madeni yağlarla karışmaz ve yağlama özelliğini bozmaz. CO₂'nin yüksek çalışma basıncında çalışması aleyhte bir faktördür. Kritik sıcaklığı düşüktür (31,5 °C). CO₂ yanıcı olmadığı gibi hava ile de patlayıcı bir karışım teşkil etmez. Kaçaklar sabun köpüğü sürülerek anlaşılır.

2.3.3.4.Amonyak (NH₃)

Büyük soğutma tesisleri için uygun bir soğutucu akışkandır. Yüksek volümetrik soğutma gücü sebebiyle kompresör strok hacmi relatif olarak küçüktür. Çelik ve dökme demire tesir etmez. Bakır, bakır çinko alaşımlarına kuvvetli tesir eder, su içinde kolayca karıştığı için korozyon tesiri büyüktür. Çok zehirlidir. Yanıcı bir gaz olmamakla beraber hava ile karışınca yanıcı ve patlayıcı özellikte olur. Yağ ile karışmaz.

2.4.Yağlama Yağları

Yoğuşan buhar ile çalışan sıkıştırılmalı sistemlerde , hareket eden parçaların birbirleriyle temas ettiği yüzeylerdeki sürtünmeyi minimum seviyeye indirmek üzere yağlama yapılması gereklidir. İyi bir yağlama yapılmaması halinde, hem sürtünen yüzeylerde hızlı bir aşınma, eskime hem de mekanik kayıpların artmasıyla aşırı ısınma ve güç israfı meydana gelecektir. Yağlama yapılan yüzeyler genellikle soğutucu akışkan ile temas etme durumundadır ve yağ ile soğutucu akışkanın karışması, birbirlerini kimyasal ve görmeleri gereken işlem yönlerinden etkilemeleri söz konusu olmaktadır. Örneğin yağlama yağının evaporatör iç yüzeylerine sıvılaşarak ısı transferini azaltması, soğutucu akışkanın yağlama yağını yataklardan yıkayıp atması, basınç ve sıcaklık altında yağ ile soğutucu akışkanın kimyasal reaksiyonlara girerek asit ve diğer zararlı maddeler meydana getirmesi gibi olaylara rastlamak mümkündür.

Soğutma kompresörlerinde kullanılan yağlama yağlarından beklenen özellikler şunlardır:

- Yağ, sıkıştırılan soğutucu akışkanın basınç tarafından emme tarafına sızmasını önlemelidir.
- Soğutucu olarak yardımcı olmalıdır. Yataklardaki ısıyı almalı ve karterde biriken ısının dış cidarlara ve dolayısıyla çevreye iletilmesini sağlamalıdır.
- Kompresörün içindeki hareket eden parçaların meydana getirdiği gürültüyü kısmen de olsa yutmalıdır.
- Hermetik ve yarı hermetik kompresörlerde, motor sargıları yağ ile temas edeceğinden, yağın

elektrik geçirgenliği çok düşük seviyede olmalıdır.

- Ne kadar önlem alınırrsa alınsın, yağlama yağının bir kısmı kondenser ve evaporatöre taşınır. Önemli olan, yağın buralarda toplanıp kalmaması, süratle tekrar kompresör karterine dönmesidir. Bunu sağlamak için yağlama yağı düşük sıcaklık seviyelerinde yeterince akıcı olmalıdır.

- Yağ içinde tortu, reçine gibi yabancı maddeler bulunmamalıdır. Bunlar kapiler boru veya genişleme valfi yuvasını tıkayıp soğutucu akışkan geçişini engeller, evaporatör iç yüzeyine sıvaşıp ısı transferini azaltır.

- Bilhassa hermetik tip kompresörlere yağlama yağı bir defa konulur ve kompresörün ömrü boyunca yenilenmeden dayanması istenir.

- Yağlama yağının temasta bulunduğu; soğutucu akışkan, metal yüzeyler, motor sargılarının emayesi, izolesi ile kimyasal reaksiyonlara girip bozulmaması, bu maddeleri bozmaması ve kimyasal yönden stabil olması gerekir.

Bütün bu özellikleri birarada bulduran bir yağlama yağı mevcut değildir. Uygulamanın durumuna göre bazı özellikler diğerlerine tercih veya feda edilebilir. Örneğin , viskozitesi yüksek bir yağ kompresörde gaz basıncını muhafaza yönünden iyi netice verirken gerek sistemden kompresöre dönüş zorluğu gerekse evaporatör ısı transferini azaltıcı (iç yüzeye sıvılaşıarak) yönlerden istenmeyen durumlar ortaya çıkarır. Bu tür bir yağın sürtünmeyi azaltıcı etkisi daha azdır. Kompresörlerde kullanılan mineral yağlama yağlarını 4 ana grupta toplamak mümkündür:

1- Naftenik asıllı yağlar

2- Parafinik asıllı yağlar

3- Aromatikler

4- Hidrokarbon asıllı olmayan yağlar

Genellikle yukarıdaki molekül yapısı tek başına ve saf olarak bir yağda bulunmayıp iki grubun molekül yapısı beraberce görülür. Örneğin bir parafinik zincirin naftenik veya aromatik yapıyla birleştirilmesi gibi. Mineral yağlar F13, F22 ve F502 soğutucu akışkanlar ile zor karışır ve bu hem kompresöre yağın dönüşünü güçleştirir hem de evaporatörde ısı transferini azaltır. Buna çözüm getirmek üzere yapılan araştırmalar sentetik yağların bulunmasını sağlamıştır. Bulunan en tatmin edici soğutma yağı cinsi alkali-benzenler olmuştur. Bu yağlar, halokarbon türü soğutucu akışkanlarda iyi çözülmesi yanında yüksek sıcaklıklara ve oksidasyona karşı daha iyi dayanıklılık göstermektedir. Sentetik yağlar arasında, sentetik parafinler, poliglikoller, silikonlar, silikat esterleri sayılabilir.

Sentetik bir yağın kullanılmasında çok dikkatli olunmalı ve mutlaka evsafı bilinmelidir. Mineral

yağların kullanılmasında viskozite dengeliliği ve sıcaklık altında çözülme özellikleri yeterli sayılır. Ayrıca mineral yağların çoğunda katkı maddesi bulunmaz, oysa sentetik yağların hemen hepsi bir katkı maddesi konularak hazırlanır ve değişik iki sentetik yağın birbiriyle veya soğutucu akışkanla karıştırılması yağın tüm özelliklerini bozabilir. Bu nedenle, sentetik yağların bir kompresörde kullanılması için mutlaka kompresör imalatçısının tavsiyesine uyulmalıdır. Yağlama yağında en önde aranan özellik yağın akıcılığı ve sürtünmeyi azaltıcı özelliğidir. Bunu ise yağın viskozite sayısı belirler. Yağlama yağında aranan diğer özellikler özgül ağırlık, akma sıcaklığı, alev alma sıcaklığı, yağın soğutucu akışkanda erimesi (karışması) sayılabilir.

Kısmen de olsa bütün gazlar mineral yağların içinde erir, fakat bazı gazlar yüksek derecede erime gösterirler. Bu erimenin oranı gazın basıncı ile cinsine ve yağın sıcaklığı ile cinsine bağlıdır. Soğutucu akışkanın viskozitesi yağın viskozitesinden çok daha düşük seviyede olduğundan yağ ile karışması sonucu yağın viskozitesi azalır. Mineral yağlarda amonyak ve karbondioksit çok az erirler. Kompresör karterinde yağın aşırı şekilde köpürmesi istenmeyen bir özelliktir ve yağın cinsi ile ilgili olduğu kadar kompresöre sıvı soğutucu akışkan gelmesi ile artış gösterir. Aşırı köpürme, yağın yağlama özelliğini ters yönde etkilediği gibi hermetik kompresör motor sargılarındaki ve sürtünmeden meydana gelen ısının kompresörden uzaklaştırılmasını zorlaştırır.

2.5. Isı Pompası İçin Soğutucu Akışkan Seçimi

Herhangi bir soğutucu akışkanın bir tesiste kullanılması teknik yönden çok uygun olsa bile zehirli olması durumunda güvenlik yönünden tamamen yasaklanabilir. Mesela ısı pompası sistemleri yaşam mahallerini ısıtma-soğutma amacıyla kullanıldığından tehlikeli neticeler doğabilir. Bu bakımdan önceki bölümlerde soğutucu akışkanların özelliklerinden bahsedilirken Freon serisi akışkanların zehirsiz olması yönünden bu amaca uygun olduğu görülür.

Karbondioksit yüksek çalışma basıncında çalışması ve kritik sıcaklığının düşük olması nedeniyle ısı pompaları için tavsiye edilmez. Amonyak termodinamik özelliklerinin çok iyi olmasına ve ucuzluğuna rağmen zehirli olması nedeniyle kullanılmaz. Kükürtdioksit yanıcı ve patlayıcı olmamasına rağmen yine zehirlilik nedeniyle kullanılmamaktadır.

Zehirli olmamaları, yanıcı ve patlayıcı özellik göstermemeleri sebebiyle Freon serisi soğutucu akışkanlar ısı pompalarında güvenle kullanılacak bir soğutucu akışkan grubu oluştururlar. F13

haricindekilerinin kritik sıcaklığı ısı pompaları için elverişlidir. 0° C'daki emme basınçlarının atmosfer basıncından düşük olması ve kaynama noktası sıcaklıklarının oldukça yüksek olması nedenleriyle F11, F13, F21 ve F113 ısı pompaları için tercih edilmemektedir. Bu yüzden ısı pompalarında tercih edilen soğutucu akışkanlar F12, F22, F502 ve F114'tür. F12 yüksek ısı tesir katsayıları sağlamasına rağmen hacimsel ısıtma gücü F22'ninkinden üçte bir oranında düşüktür. Alçak sıkıştırma sonu basınçları için uygundur. F22 ise yüksek hacimsel ısıtma gücü sayesinde tesisatın daha küçük boyuna olmasına ve daha az akışkan kullanılmasına imkan verir. Ancak sıkıştırma sonu sıcaklık ve basınçları F12'ye nazaran yüksektir. Alçak basınç akışkanı olan F114 yüksek yoğuşma sıcaklıkları için uygundur. Isıtma tesir katsayısının yüksek olmasına rağmen hacimsel ısıtma gücü düşüktür. F502 ise ısıtma tesir katsayısı ve hacimsel ısıtma gücü bakımından F22'ye yakındır. Bu nedenle F22'ye nazaran daha düşük sıkıştırma sonu sıcaklıklarında kalmak gerektiğinde kullanılır. Yoğuşma basıncı F22'den fazladır. Bu özelliklerine göre ısı pompalarında en çok tercih edilen ve kullanılan soğutucu akışkanlar F12 ve F22 olmaktadır.

2.6. Isı Pompası Elemanları

2.6.1. Kompresörler

Kompresörler ; evaporatörde bulunan alçak basınç ve buhar halindeki soğutucu akışkanı emerek daha yüksek basınçta olan kondenser kısmına gönderen iş makineleridir. Kompresörler başlıca dört ana grupta toplanabilir:

- 1- Pistonlu kompresörler
- 2- Rotatif (dönel) kompresörler
- 3- Türbo (santrifüj) kompresörler
- 4- Hermetik kompresörler

Kompresörler genellikle elektrik motorları ile tahrik edilirler. Tahrik doğrudan doğruya veya gücün büyüklüğüne göre bir ya da daha fazla V kayışlı kayış kasnak mekanizması ile olmaktadır.

2.6.1.1. Pistonlu kompresörler

Bir silindir içinde gidip gelme hareketi yapan bir pistonla sıkıştırma işlemi yapan bu tip kompresörlerde tahrik motorun dönme hareketi bir krank-biyel sistemi ile doğrusal harekete çevrilir. Silindir durumuna göre yatay veya düşey olurlar. Yatık tipler çok yer işgal ettikleri, montajı pahalı ve yağlaması zor olduğu için tercih edilmezler. Ayrıca bunların devir sayılan da

düşüktür. Düşey tip kompresörler yatık olanlara nazaran daha kullanışlıdır. Aynı soğutma gücü için daha az yer kaplarlar ve daha hafiftirler.

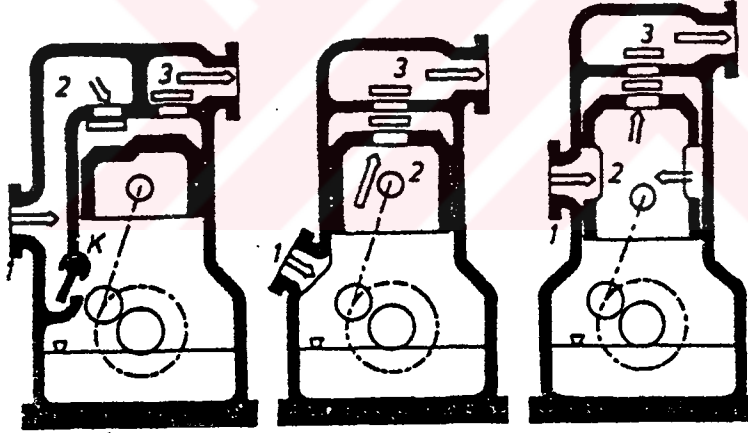
Pistonlu kompresörlerin uygulama şartları, birim soğutucu akışkan soğutma kapasitesine isabet eden silindir hacmi gereksinimi az olan ve basma basınç farkı oldukça fazla olan soğutucu akışkanlar için uygun düşmektedir. NH_3 , F12, F22 ve F502 bu soğutucu akışkanların en başta gelenlerindedir. Basma ve emme kısımlarındaki basınç oranı 5'in üstünde olduğu zaman kademeli pistonlu kompresörler yapılmaktadır. Bu kompresörler kademeli pistonlu veya çok silindirli olabilir. Silindirler sıra olduğu gibi V veya yıldız şeklinde de yerleştirilebilirler ve motorlardakine benzeyen biyel mekanizması kullanılır. Biyeler küçük kompresörlerde dövme çelik, büyük kompresörlerde ise dökme demirden yapılırlar. Şekil-2.6'da çeşitli kompresör tipleri görülmektedir.

Pistonlu kompresörler soğutucu akışkanın hareketine göre;

1- Doğru akımlı

2- Dönüşlü akımlı

olmak üzere sınıflandırmak mümkündür. Şekil-2.6'da A tipi dönüşlü, B ve C tipleri ise doğru akımlı kompresörleri göstermektedir.

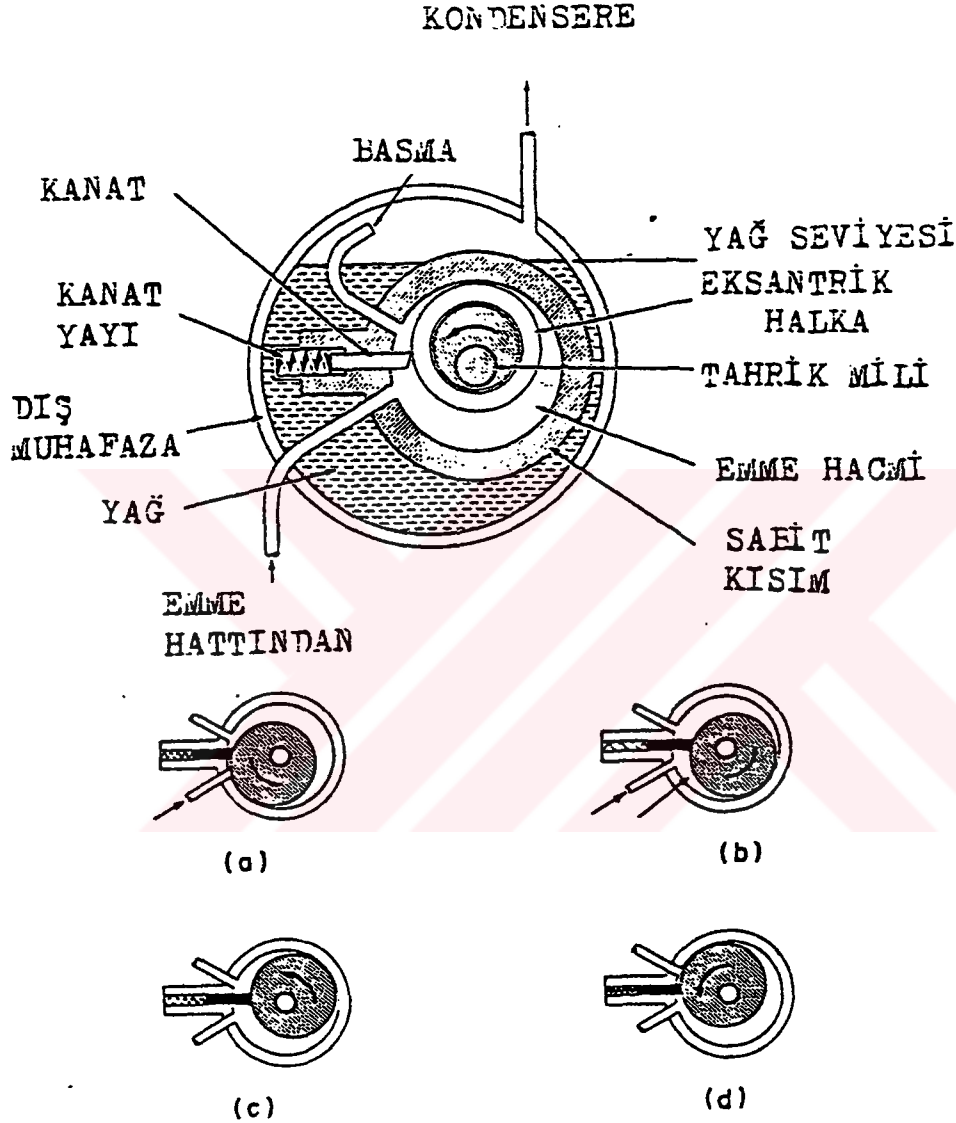


Şekil 2.6 Kompresör tipleri

2.6.1.2. Rotatif (Dönel) kompresörler

Rotatif kompresörler, pistonlu kompresörün gidip gelme hareketi yerine sıkıştırma işlemini yaparken dönel hareketi kullanırlar. Bu dönel hareketten yararlanma şekline göre dişli, tek veya çok paletli kompresörler sözkonusudur. Rotatif kompresörlerde krank mili bulunmaz ve yüksek devir sayılarına kullanılabilirler. Sessiz çalışmalarına ve az yer işgal etmelerine rağmen

imalattaki hassas işçilik ve yağlama zorluğu ile yüksek basınçlardaki kaçaklar aleyhte faktörlerdir. Daha ziyade küçük kapasiteli ve tam kapalı tip motor-kompresör dizaynına uygulanan tek paletli dönel kompresörlerde palet dış gövdeye yerleştirilmiştir ve dönel harekete katılmaz, sadece dönel rotorun eksantrik hareketini takip ederek doğrusal hareket yapar. Şekil-2.7'de tek paletli dönel bir kompresör ve çalışma prensibi görülmektedir.

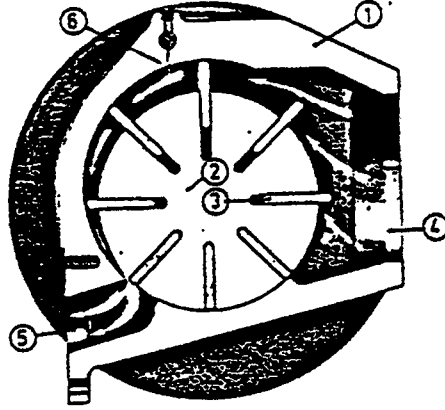


Şekil 2.7 Tek paletli rotatif kompresör

Çok paletli dönel kompresörler büyük kapasiteli kompresörlerdir. Bu dizayn şeklinde paletler de rotorla birlikte dönerek harekete katılırlar. Şekil-2.8.'de çok paletli dönel kompresör görülmektedir.

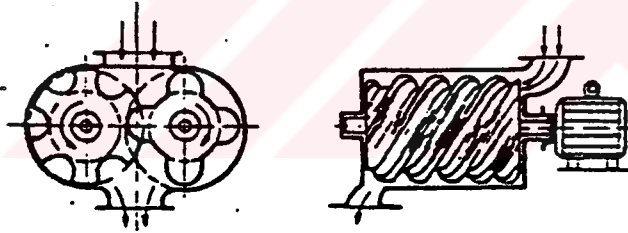
Dişli (vida tipi) kompresörler F12, F22, F502 ve amonyak gibi çok kullanılan yüksek yoğunlaşma

basıncılı akışkanlara uygulanabilirler. Düzgün (kesintisiz) soğutucu akışkan gaz akışı sağlamaları, emme ve basma sübaplarının bulunmayışı (arıza kaynağının ve basınç kayıplarının ortadan kalkması) ve diğer tip kompresörlerden daha hafif ve küçük boyutta olmaları dişli kompresörlerin avantajlarını oluşturur. Şekil 2.9’da vida tipi kompresör görülmektedir.



- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. Gövde-Stator | 4. Emiş Ağızı |
| 2. Rotor-Dönel Kısım | 5. Çıkış-Basma Ağızı |
| 3. Paletler | 6. Püskürtme Yağlama |

Şekil 2.8. Çok paletli dönel kompresör



Şekil 2.9 Dişli kompresör

2.6.2 .Turbo (Santrifüj) kompresörler

Türbo kompresörlerin, pistonlu, dönel paletli veya vida tipi kompresörlerden farkı pozitif sıkıştırma işlemi yerine santrifuj kuvvetlerden faydalanarak sıkıştırma işlemini yapmasıdır. Krank milleri ile sübapları bulunmayıp 3000 d/d'nın üzerindeki hızlarda çalışırlar. Türbo kompresörlerde emme tarafı ile basma tarafı arasındaki basınç farkını sağlamak için önce emilen soğutucu akışkan buharına bir hız (kinetik enerji) verilir ve sonra bu hız basınca (potansiyel enerji) dönüştürülür. Bu dönüştürme işlemi sırasında kayıplar olur ve basma tarafı basıncı yükseldikçe bunlar daha da artar. Bu nedenle, türbo kompresörlerde basma basıncının (yoğuşma basıncının) mümkün olduğu kadar emişten az bir farkla oluşması istenir. Bu yüzden yoğuşma basıncı düşük

olan soğutucu akışkanlar (F11 ve F113 gibi) türbo kompresörler için uygun olmaktadır. Ayrıca büyük molekül ağırlığı olan F11, F21 ve F114 gibi soğutucu akışkanlarda da türbo kompresörler uygundur.

2.6.3.Hermetik kompresörler

Hermetik kompresörler soğutucu akışkan olarak Freon serisi soğutucu akışkanları kullanırlar. Devir sayıları 3000 d/d'ya kadar yükselmiş olup uzun ömürlüdürler.

Hermetik kompresörleri;

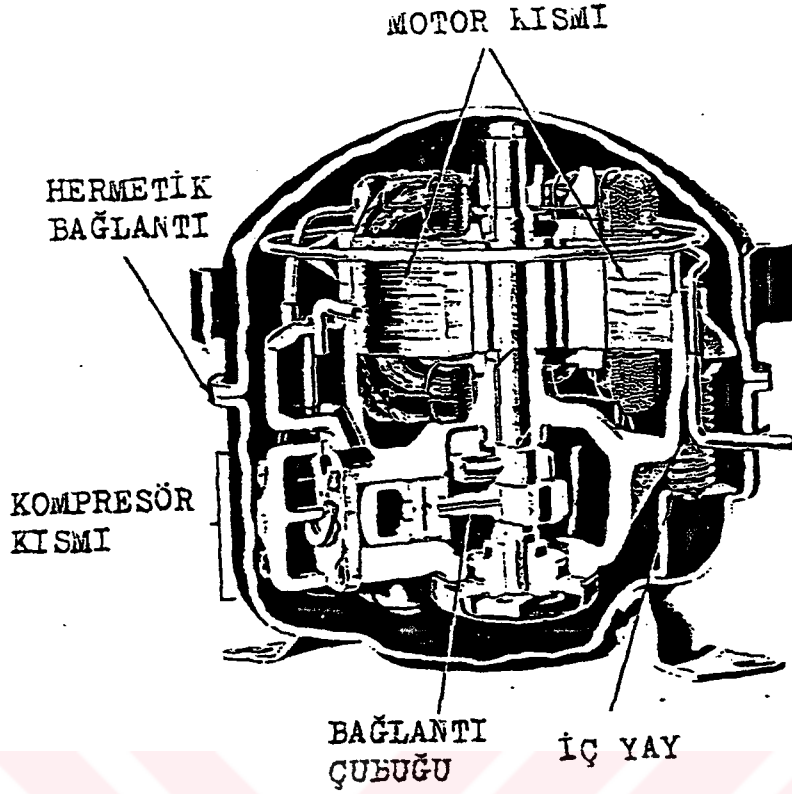
1- Tam hermetik kompresörler

2- Yarı hermetik kompresörler

olmak üzere iki gruba ayırmak mümkündür.

2.6.3.1 .Tam hermetik kompresörler

Tam hermetik kompresörlerde silindir, biyel, tahrik için kullanılan elektrik motoru ile yağ kısmı tamamen kapalı ve sızdırmazlığı tam olan çelik kap içinde bulunurlar. Kayış kasnak mekanizması yoktur ve elektrik motorunun sargısı silikon lak ile özel olarak yalıtılmıştır. Şekil-2.10'da tam kapalı hermetik bir kompresör görülmektedir.



Şekil 2.10 Tam kapalı hermetik bir kompresör

Sızdırmaz kabın dip tarafında bulunan yağ hem yağlama hem de motoru soğutma vazifesini görür. Ayrıca evaporatörden emilen soğuk durumdaki soğutucu akışkan buharı motoru soğutur ve silindir içinde sıkıştırıldıktan sonra basma borusuyla kondensere iletilir. Freon 12 kullanılan tam hermetik kompresörlerde 0,52 ila 6,3 m /h akışkan devreder. Küçük güçlü olanlarda kapiler boru, büyük güçlü olanlarda da genişleme valfi kullanılır. Tam hermetik kompresörler kapalı kap şeklinde olduğundan dış zorlamalara mukavimdir, soğutucu akışkan kayıpları az olur, gürültüsüz çalışır ve arıza halinde değiştirilmeleri kolaydır.

2.6.3.2.Yarı hermetik kompresörler

Tam hermetik kompresörlere nazaran daha büyük kapasitelerde tercih edilirler. Silindirlerin bulunduğu kısım ile tahrik için kullanılan elektrik motorunun bulunduğu kısım birbirlerine civatalar ile tesbit edilerek bir bütün gövde görünümü gösterir. Hafif metalden döküm olarak yapılan her iki kısım arıza halinde birbirinden ayrılırlar.

2.7. Isı Değiştiricileri

Isı pompalarının dizaynında ısı değiştiricilerinin seçimi büyük önem taşır. Genel olarak en çok kullanılan iki tip ısı değiştiricisi vardır. Bunlar kanatlı borulu ısı değiştiricileri ve boru demetli ısı değiştiricileridir. Hava-soğutucu akışkan ısı transferi durumunda kanatlı borulu, sıvı-soğutucu akışkan ısı transferi durumunda ise boru demetli ısı değiştiricileri çok kullanılır. Evaporatörler, genişleme valfinde ya da kapiler boruda basıncı düşürülmüş olan soğutucu akışkanın çevreden ısı çekerek buharlaştığı kısımdır. Soğutucu akışkanın cinsine bağlı olarak muhtelif malzemeden yapılırlar. Genellikle çelik veya bakır boru kullanılır. Korozyona mukavemeti arttırmak için dış yüzeyler bakır boru halinde kalaylanır , çelik boru halinde galvanize edilir. Örnek olarak amonyaklı tesislerde çelik ve Freon 12'li tesislerde de bakır veya alüminyum boru kullanılır. Isı çekilen akışkan olarak hava kullanılması durumunda düz veya kanatlı borular kullanılır. Düz borularda ısı geçiş yüzeyini arttırmak için kanatlar ilave edilmekle beraber, kanat boyutlarının verim yönünden kısıtlandığı ve direnç faktörünün de önemli rol oynadığı unutulmamalıdır.

Kondenserler, kompresörden kızgın buhar olarak basılan soğutucu akışkanın kızgınlığının alındığı, yoğuştuğu ve aşırı soğutma halinde aşırı soğutulduğu ısı değiştiricileridir. Kondenserlerde evaporatörlerde alınan ısı ile kompresör yoluyla sisteme verilen ısı alınmaktadır. Bir ısı pompası için ısı değiştiricilerinin boyutlandırılması çok önemlidir. Fakat ısı değiştiricilerinin dizaynının ve bunlardaki ısı transferi çok karışık olduğundan pratikte hassas hesapların yapılması imkansızdır. Kondenserdeki ısı transferi olayında soğutucu akışkan tarafı karmaşıktır çünkü soğutucu akışkan kızgın buhar , yoğuşma ve aşırı soğutulmuş sıvı hallerinde bulunmaktadır. Ayrıca hava soğutmalı kondenserde hava içindeki neminde etkisi vardır. Hava kaynaklı evaporatörün soğutucu akışkan tarafında buharlaşma ve aşırı kızdırmaya ilaveten yağlama yağının evaporatör etkinliğini azaltması problemleri vardır. Bir miktar soğutucu akışkan daima yağlama yağında erir ve bu durumda buharlaşma işlemini değerlendirmek güçleşir , çünkü verilmiş soğutucu akışkan diyagramları artık geçerli değildir. Ayrıca hava içindeki su buharının evaporatör yüzeyi üzerinde yoğuşması ve donması işlemleri normal olarak havadan ve su buharından olan duyulur ısı transferine eklenmektedir. Görüldüğü gibi evaporatörlerin hesabı çok karmaşık olup pratikte aşağıdaki basit ifadeden faydalanılabilir.

$$Q = K.F.\Delta T \quad (2.3)$$

Bu eşitliklerden görüleceği üzere ısı geçişini arttırabilmek için ya sıcaklık farkı ya da efektif ısı transfer yüzeyi arttırılmalıdır. Hava kaynaklı evaporatörlerde havayı fan kullanarak evaporatör

yüzeyinden daha hızlı geçirmek suretiyle ısı geçişi arttırılabilir.

2.8.Basınç Ayarlayıcılar (Genişleme Valfleri, Kapiler Borular)

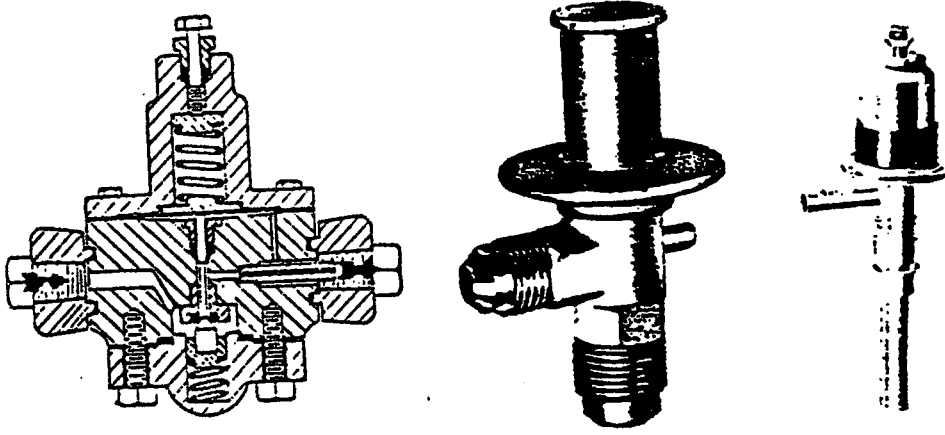
Genişleme valfleri, soğutucu akışkanın basıncını arzu edilen evaporatör basıncına düşürmeye yarayan elemanlardır. Basınç ayarlayıcı olarak kapiler borulardan faydalanılabildiği gibi evaporatör için lüzumlu soğutucu akışkan miktarını da ayarlayan el ayar valfi, otomatik genişleme valfi , termik genişleme valfi ile alçak ve yüksek basınç şamandıralı tipleri de mevcuttur.

2.8.1.El ayar valfi

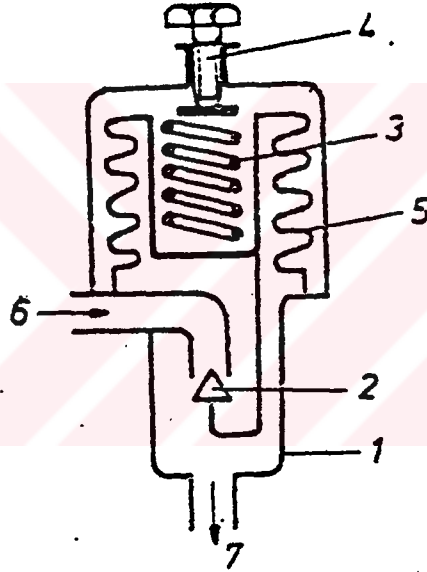
Takriben 10 devirde tamamen açılırlar ve en açık olduğu halde kesit alanı valf giriş kesitinin % 20-25'i kadardır. Valf ait olduğu evaporatörde lüzumlu soğutucu akışkan geçecek şekilde ayarlanmalıdır. Elle yapılan çıkış basıncı ayarını devamlı olarak muhafaza eder. Evaporasyon sıcaklığı, böylece basınç kontrolü suretiyle muhafaza edilmeye çalışılır. Evaporatör yüklerinin değişimlerine bağlı olarak değişen kızgınlık değerini belirli bir seviyede tutmak veya sıvının emişe yürümesini önlemek bu tip valflerde mümkün değildir. Şekil 2.11'de el ayar valfi görülmektedir.

2.8.2.2.Otomatik genişleme valfi

Otomatik genişleme valfi Şekil 2.12'de şematik olarak gösterilmiştir. Evaporatördeki basınç değişimi 5 nolu bükümlü esnek boruya (veya bir membran olabilir) tesiri ile valfin 2 nolu iğnesinin oynamasını temin eder. İğnenin açılma miktarı ise esnek boruya temas eden 3 nolu yayın üstündeki 4 nolu ayar vidasının sıkıştırılması ile ayar edilir. Valfin giriş tarafında ayrıca bir filtre bulunur. Otomatik genişleme valfi sadece ayar edilen belirli bir basıncı sabit tuttuğu için avantajlı değildir.Mesela evaporatörde alınan ısının küçük olması halinde buharlaşma sıcaklığı ile basıncı azaldığı için valf açık kalır ve kompresör tarafından yağ buhar emilir. Aksi halde ise kompresör oldukça sıcak çalışır.



Şekil 2.11. El ayar valfi



Şekil 2.12. Otomatik genişleme valfi :1 Gövde ,2 İğne,3Yay,4 Ayar vidası,5 Bükümlü esnek boru
6 Akışkan girişi , 7 Akışkan çıkışı

2.8.3.Termik genişleme valfi

Termik genişleme valfleri evaporatöre sıvı soğutucu akışkan akışını kontrol eden, evaporatörde buharlaşan miktar kadar sıvı soğutucu akışkanı hassas ölçüde tekrar evaporatöre sevk eden bir cihazdır.Sıcaklığa karşı hassas olan uç (kuyruk) evaporatörün sonuna iyice temas edecek şekilde tesbit edilir. Böylece evaporatör ile uç arasında iyi bir ısı iletkenliği sağlanmış olur. Termik ucun

içindeki basınç, ucun, dolayısıyla evaporatörün sıcaklığına bağlıdır. Böylece evaporatöre gönderilecek sıvı soğutucu akışkan miktarı, evaporatörden çıkan soğutucu akışkanın sıcaklığının ölçülmesiyle saptanır. Evaporatör çıkışına tesbit edilen hassas uç bir kapiler boru yardımıyla diyaframın üst tarafına irtibatlandırılmıştır. Kapiler boru içinde genellikle soğutucu akışkan özelliğinde sıvı akışkan bulunur. Diyafram iğnenin hareketine tesir etmek suretiyle evaporatöre geçen sıvı soğutucu akışkan miktarını kontrol eder. Bu suretle evaporatöre sıvı soğutucu akışkanın ölçülü bir şekilde gönderilmesi ve dolayısıyla kompresöre sıvı soğutucu akışkan gelerek hasar yapmasının önlenmesi sağlanmış olur. Termik genişleme valfi soğutucu akışkanın evaporatörü terkederken belirli ve emniyetli bir kızgınlık değerini muhafaza etmesini sağlar.

Bir termik genişleme valfinin ayar işlemini yapan mekanizmasını etkileyen üç basınç mevcuttur.

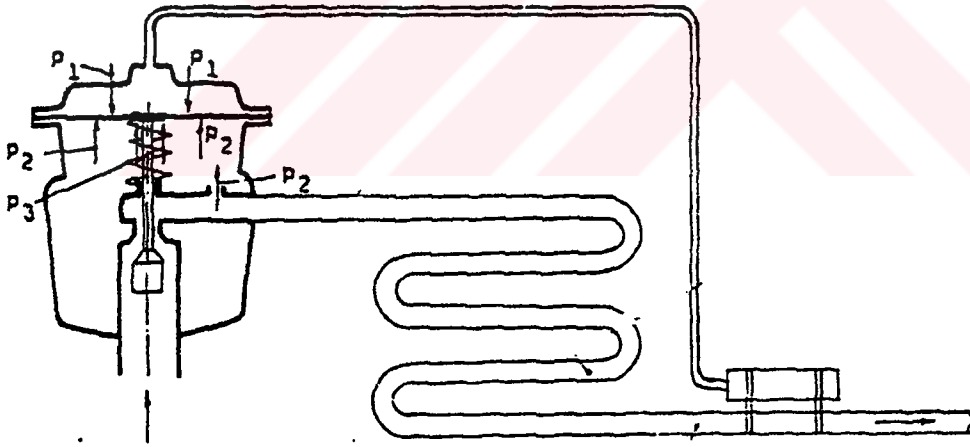
1-Hassas uç ve kapiler boru vasıtasıyla diyaframın üst tarafına iletilen P1 basıncı

2-Evaporatördeki basınç P2

3-Kızgınlık yayının eşdeğer basıncı P3

Termik genişleme valfleri genel olarak iç ve dış dengelemeli olmak üzere iki değişik konstrüksiyona sahiptirler. Şekil 2.13'de iç dengelemeli termik genişleme valfi gösterilmiştir.

Şekil 2.13. İç dengelemeli termik genişleme valfi



Bu tip valflerin çalışması sırasında üç çalışma rejimi ortaya çıkabilir;

a-Kuvvetlerin dengede olması

b-Kızgınlık değerinde artma olması

c-Kızgınlık değerinde azalma olması

P1 basıncı evaporatörden çıkan soğutucu akışkanın doymuş buhar basıncı olup bu basınç valf iğnesini açmaya çalışmaktadır. Bu açıcı kuvvete karşı koyacak olan ve diyaframın alt tarafında bulunan, yani valf iğnesini kapatmaya çalışan iki ayrı kuvvet mevcuttur. Bunlar evaporatör

basıncı P2 ile kızgınlık ayar yayının meydana getirdiği P3 basıncıdır.

2.8.4.Şamandıralı ayar valfi

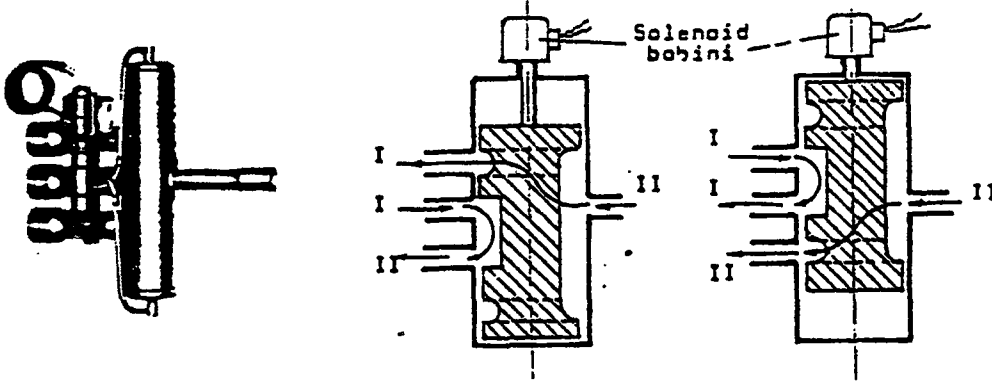
Alçak basınçlı ve yüksek basınçlı olmak üzere iki tipi mevcuttur.Şayet şamandıra kondenserden gelen kısımda ise yüksek basınçlıdır, evaporatörde yani alçak basınç kısmında ise alçak basınçlıdır ve evaporatörde sıvı seviyesini sabit tutar.

2.8.5.Kapiler borular

Soğutucu akışkanın basıncını evaporatör basıncına düşürmede kapiler (kılcal) borudan yararlanılabilir.Bunlar küçük kapasiteli sistemlerde sıvı haldeki soğutucu akışkanın yüksek basınç tarafından alçak basınç tarafına ölçülü bir şekilde geçişini kontrol etmede pratik ve ekonomik çözüm sağlarlar. Kılcal borunun çalışma prensibi, belirli bir basınç farkında kılcal borudan geçen sıvı debisinin buhar debisinden fazla olmasıdır. Normal çalışma durumunda, soğutucu akışkan kılcal borunun ilk bölümlerinde tamamen sıvıdır ve sonraki kısımlarda kısmen buhar fazına geçer. Eğer sistemin debisi herhangi bir sebeple artarsa kondenser buharın tamamını yoğuşturamaz ve bir miktar buhar kılcal boruya girer.Bu durumda kılcal borunun yukarıda belirtilen özelliğinden dolayı direnç artar, geçiş zorlaşır. Böylece debi azalır ve normal çalışma durumuna gelir. Sistemin debisi azalırsa sıvı haldeki soğutucu akışkan kılcalın girişinde birikir ve aşırı soğuma artar. Bu durumda soğutucu akışkan kılcal borunun daha uzun bir boyunda sıvı fazda bulunur. Gene kılcal borunun özelliğinden debi artar ve normal çalışma durumuna gelir.Kılcal borunun, emiş ve basma tarafı basınçlarını sistem durduktan kısa bir süre sonra dengelemesi özelliği, kompresör kalkışının yüksüz olmasını ve dolayısıyla alçak tork karakteristikli elektrik motoru kullanılabilmesini mümkün kılar ve bu ekonomik yönden önemlidir. Kapiler boruların mekanik hareketli kısımlarının bulunmaması arıza yapmamaları bakımından avatajlıdır. Ancak soğutucu akışkan içinde bulunabilecek artıkların kılcal borunun dar kesitini tıkamaması için, kılcal borudan evvel kondenser çıkışına filtre kurutucusu konulur. Kılcal borunun diğer bir avantajı soğutucu akışkanın her iki tarafından geçebilmesidir. Kılcal borular basit ve ucuzluklarına rağmen termik genişleme valfleri kadar geniş bir çalışma aralığına sahip değildir.

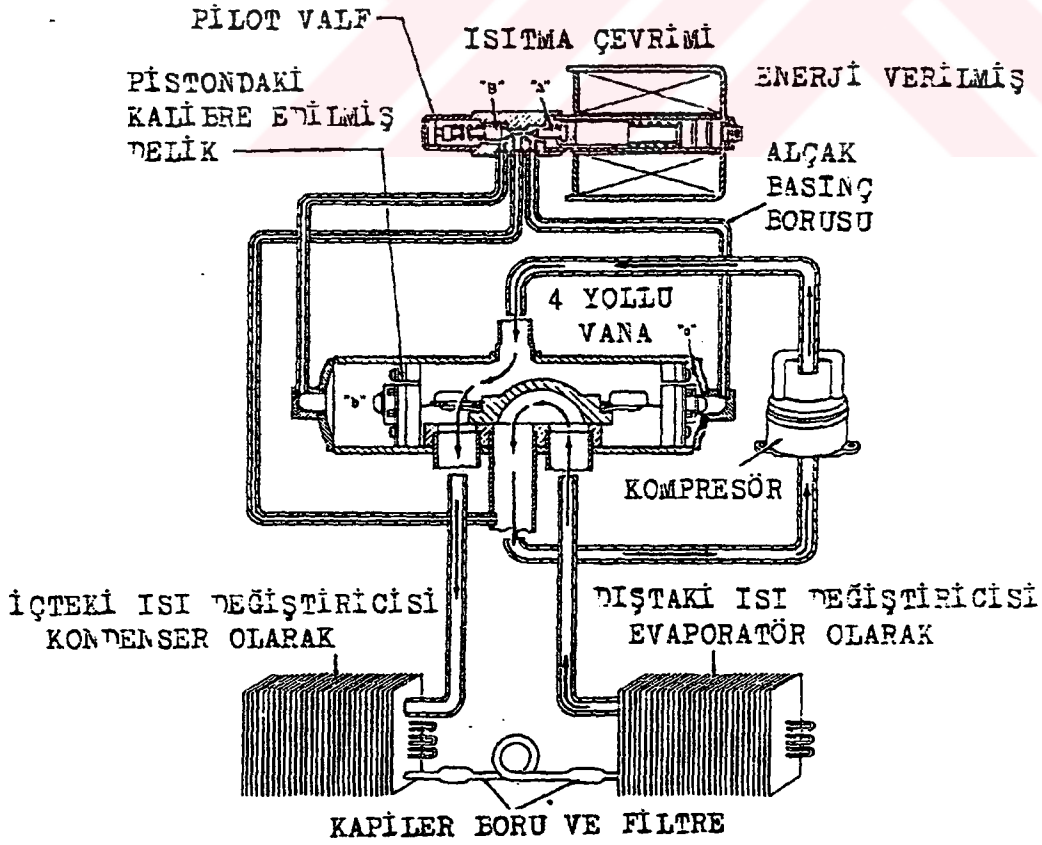
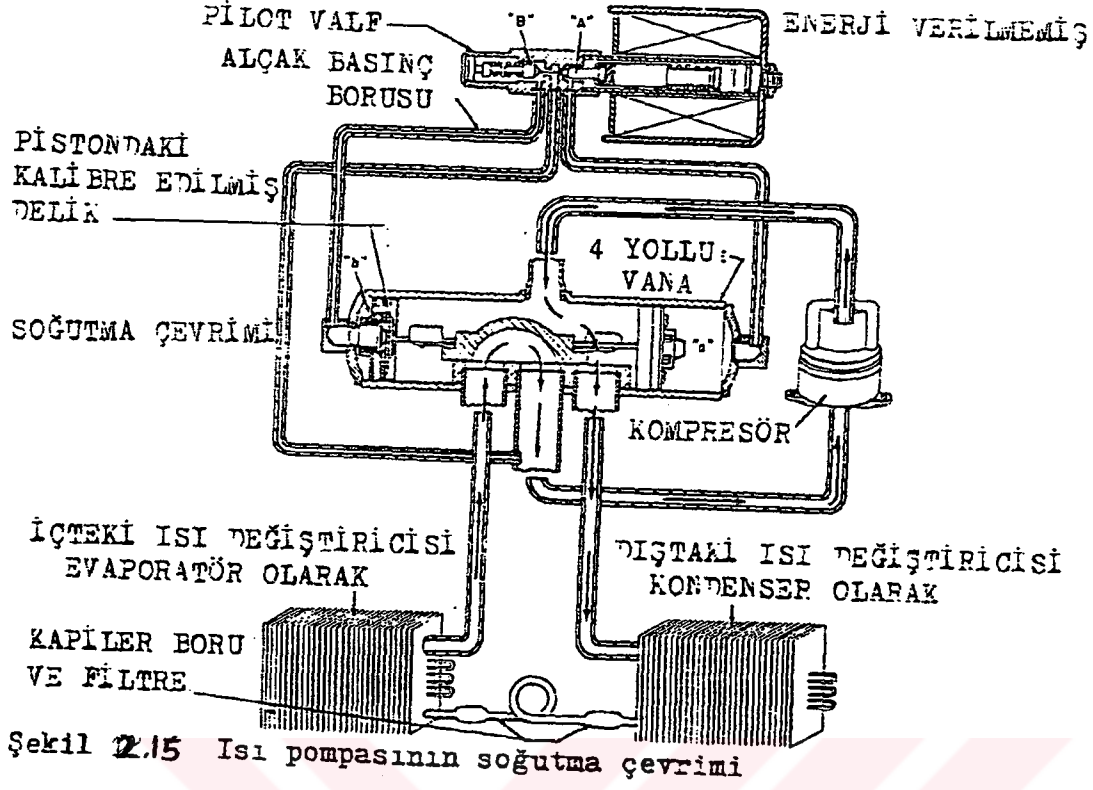
2.8.6.Dört yollu vana

Dört yollu vana akışı ters çevirme valfi olarak tanımlanır ve ısıtma-soğutma amaçlı ısı pompalarında kullanılır.Bu valflerde bir müşterek giriş ve üç çıkış bağlantısı vardır.Dört yollu vana ve çalışma şekli Şekil 2.14'da gösterilmiştir. Şekil 2.15 ve Şekil 2.16'de sırasıyla ısı pompasının soğutma ve ısıtma çevrimleri ve bunu gerçekleştiren dört yollu vana valf görülmektedir.



Şekil 2.14. Dört yollu vana

Dört yollu vanada giriş ve çıkış ağzlarını iki ayrı durumda konumlandıran bir piston bulunur. Bu pistonun hareketi , dolayısıyla ısıtma çevriminden soğutma çevrimine veya tersi şu şekilde sağlanmaktadır. Piston soğutucu akışkanın basıncıyla hareket eder.Kompresörün basma hattı ana vananın girişine bağlıdır.Basınç vananın sürgüsünün iki pistonu arasında uygulanır. Her pistonun gazın geçişine izin veren küçük bir delik vardır. Soğutma durumunda sağ pistonun deliğinden geçen gazlar pilot vananın A sürgüsü tarafından durdurulur. Basınç bu pistonun arkasında (a ile gösterilen yerde) basma basıncına eşit oluncaya kadar artar. Sol pistonun deliğinden geçen gazlar pilot yana aracılığıyla emme hattına iletilirler. Böylece pistonun sağ tarafına basma basıncı, sol tarafın emme basıncı etkimektedir. Bu basınç farkının etkisi altında piston sola hareket eder ve soğutma devresine karşılık gelen delikleri birbirine bağlar. Isıtma devresine geçmek için pilot vananın bobini uyarılır (enerji verilir) ve böylece vana sürgüsü sola çekilir. Bu defa sol pistonun deliğinden geçen gazlar pilot vananın B sürgüsü tarafından durdurulur.Olay tersine oluşur ve dört yollu vananın pistonu sağa hareket ederek ısıtma devresine karşılık gelen delikleri birbirine bağlar.



2.9.Kumanda Kontrol Cihazları ve Diğer Yardımcı Elemanlar

Sistemi sıcaklık, basınç, geçen akışkan miktarı gibi yönlerden istenilen sınırlar arasında işletmeye sokan veya işletmeden çıkaran kumanda kontrol cihazları ile devrenin özellik ve işletme şartlarına göre aşağıda anlatılan eleman ve cihazlar kullanılmaktadır.

2.9.1 .Termostat

Isıtılan veya soğutulan hacmin sıcaklıklarının belirli değerler arasında kalmasını temin gayesiyle kullanılan kumanda kontrol cihazlarıdır. Termik genişleme valfinden olduğu gibi, termostatın hassas olan ucu (kuyruk) sıcaklığı kontrol edilecek yere tesbit edilir. Ayar edilen sıcaklığa göre elektrik devresi (kontakt) açılıp kapanarak kompresörü tahrik eden elektrik motoruna kumanda edilir.

2.9.2.Presostat

Presostatlar, evaporatör basıncına göre devreye kumanda eden kontrol cihazlarıdır. Presostatlarda da termostatlarda olduğu gibi bir elektrik ikaz devresi söz konusudur. Presostatları yüksek basınç presostatı ve normal basınç presostatı olarak ikiye ayırmak mümkündür. Normal basınç presostatı kompresörün emme kısmına monte edilir ve devreyi basınç düşüncü açar, basınç yükselince kapatır. Yüksek basınç presostatı ise kompresör ile kondenser arasına konur. Kondenserin basıncı yükselince elektrik devresi açılır (kontakt atar) ve kompresör çalışmaz.

2.9.3 .Manometre

Basınç ölçen bir cihazdır. Yüksek basınç ve alçak basınç (vakum) manometreleri olmak üzere iki cins manometre vardır. Alçak basınç manometresi atmosfer altı ve üstündeki basınçları (birleşik manometre), yüksek basınç manometresi ise yalnız atmosfer üstü basınçları gösterir.

2.9.4.Çek valf

Boru içinde akan akışkanların tek yönde akmalarını temin ederler. Akışkanın herhangi bir sebeple aksi yönde akması halinde kesiti kapatarak akışı durdurur.

2.9.5.Yağ ayırıcılar

Soğutucu akışkana kompresör çıkışında karışan yağ sistemi kirlettiği, kontrol ile ayar cihazlarını bozduğu ve kondenserle evaporatörde ısı geçişini güçleştirdiği için yağ ayırıcıların önemi büyüktür. Yağ ayırıcılar, sürüklenen yağın kompresör çıkışında hemen ayrılması ve ayrılan yağın tekrar kompresörün yağ karterine dönmesi olmak üzere iki ödevi yerine getirirler. Yağın sürüklenerek kondenser ile evaporatörün iç yüzeylerinde ince bir tabaka meydana getirmeleri sonucunda ısı transferini güçleştirdiğinden kondenser basıncı yükselir ve evaporatör basıncı düşer. Kondenser basıncının yükselmesi ile evaporatör basıncının düşmesi ise kompresör tahrik gücünün artmasına sebep olur.

2.9.6.Sıvı depoları

Sıvı fazdaki soğutucu akışkanın kondenserde toplanarak kondenserin işe yarar yüzeyini küçültmeme ve onarımlar sırasında soğutucu akışkanın bir kaptan toplanması yönlerinden lüzumludur. Sıvı depolarının hacmi tesisteki bütün soğutucu akışkanı alacak şekilde olmalıdır.

2.9.7.Filtre kurutucular

Soğutucu akışkanın cinsine göre soğutucu akışkanın içine belirli bir miktardan fazla su karışmamalıdır. Soğutucu akışkanın içinde müsaade edilen miktardan fazla su bulunması halinde hassas ayar ve kontrol cihazlarının küçük kesitlerinde buz tutmaları sebebiyle daralmalar olur ve devre ideal olarak çalışmaz. Bu sebeple devreye nemli su asla girmemeli , girerse de sistemden atılmalıdır. Sistemde kalan veya çalışma esnasında sonradan giren nem filtre kurutucu diye tanınan elemanlarla tutulmaktadır.Kurutucular içinde silica gel gibi nem emici maddeler bulunur. Bir filtre kurutucudan su nemi tutmak, asiti tutmak ve talaş, kaynak çapağı, tortu vs. gibi pislikleri tutmak görevleri beklenir.Filtre kurutucular basınç ayarlayıcılardan hemen önce konur.

2.9.8.Gözetleme camı

Sistemdeki sıvı soğutucu akışkanın akışını görmek ve soğutucu akışkan şarjı hakkında bilgi almak amacıyla sisteme gözetleme camı takılır. Gözetleme camı genellikle filtre kurutucudan hemen sonra ve basınç ayarlayıcılardan önce konur.(Ashrae , 1996)

3.ISI KAYNAK VE ÇUKURLARI, DEPOLAMA SİSTEMLERİ

Isı pompasının ısıtma ve soğutma temini gibi ikili bir fonksiyonu olması sebebiyle ısı kaynağı ve ısı çukuru seçimi, birinci derecede önemlidir. Özel bir uygulama için pratik ortamın seçimi ve kullanımı bölgesel coğrafya, iklim şartları, ilk yatırım masrafları gibi pek çok faktörden etkilenir. Isı pompası çevrimi için, herhangi bir düşük sıcaklık seviyesi pratik olarak kullanılabilir; fakat sistemlerin çoğu dış ortam havasını veya kuyu suyunu kaynak olarak kullanır. Diğer mümkün olan ortamlar yer, güneş ve endüstriyel proseslerin atık ısılarıdır.

3.1.Hava

Dış ortam havası, ısı pompası için bol, ucuz ve her yerde kolaylıkla bulunur ısı kaynağı ve çukurudur ve dünyanın hemen hemen her yerinde yaygın olarak kullanımı hızla artmaktadır. Hava daha çok evlerdeki tesisatlarda kullanılmakla birlikte ticari ve endüstriyel uygulamalar için seçimi hızla yaygınlaşmaktadır.

Pek çok yörede dış ortam hava sıcaklıklarında geniş ölçüde düzensiz değişim görülür. Eğer dış ortam havası şartlarındaki boru kangalları yüzey sıcaklığı 0 °C veya daha düşük olursa, buzlanma olur ve buzların periyodik olarak eritilmesi gerekir. Eğer buz birikimine izin verilirse bu buzlanma, eninde sonunda ısı transferine engel olacaktır. Düşük ortam sıcaklıklarında, bir hava kaynaklı ısı pompasının kapasite yetersizliği, uygun sistem tasarımı ve kışın sık sık görülmeyen, kısa süren soğuk yardımcı rezistans ısıtıcıların kullanımı ile, ısının korunması için bütün koruma yöntemlerinin uygulanması ile ortadan kaldırılabilir.

3.2. Su

Kuyular, göller, nehirler ve endüstriyel proseslerden sağlanan, direkt kullanım için sıcaklığı çok düşük olan su, yeterli ısı kaynağı-çukuru olabilir:

1- Aşırı derecede korozif yapılı olmaması sebebi ile kimyasal olarak uygundur ve geniş kapsamlı birtakım işlemlere ya da pahalı metallerin kullanımına ihtiyaç yoktur. Ne yazık ki, pek çok yerde suyun zahmetsiz bir şekilde güvenilir miktarlarda bulunması giderek güçleşmektedir.

2-Kullanıldıktan sonra atılması problemi vardır. Bazı hallerde suyun tekrar kuyuya dönmesi zorunludur. Fazla miktarlarda suya ihtiyacı olan ısı pompaları için bunlar engelleyici rol oynar.

3-Verilen bir bölgede yeterli miktarlarda bulunabilmesindeki belirsizlik, kuyuların açılması ile bakım masrafları ,ev ve küçük ticari tesisatlar için sık sık engelleyici olmaktadır.

3.3.Yer

Yer, ısı pompalarının ilk uygulama yıllarında pratik ve güvenilir bir ısı kaynak-çukuru olarak düşünülmemekle birlikte,1940'larda bile labaratuvar ve araştırma sahası olarak kullanılan tesisatlara yer verilmiştir. Günümüzde ise toprakta depolanan ısı enerjisi ile genellikle birbirinden ayrı ve az katlı, kent dışı konutların ısıtılması söz konusudur. Daha geniş çaplı uygulamalarda ise, jeotermal kökenli kaynakların kullanımı gerekmektedir.

3.4.Güneş

Güneş enerjisinin, birincil kaynak veya diğer kaynaklarla birlikte bir ısı kaynağı olarak kullanımı önemli ölçüde ilgi görmektedir. Güneş kolektörlerinin konfor amaçlı ısıtma için, direkt kullanımı konusunda pek çok başarılı örnek vardır. Bu kolektörler, genellikle tek, çift veya üç düzlemsel levhalıdır.

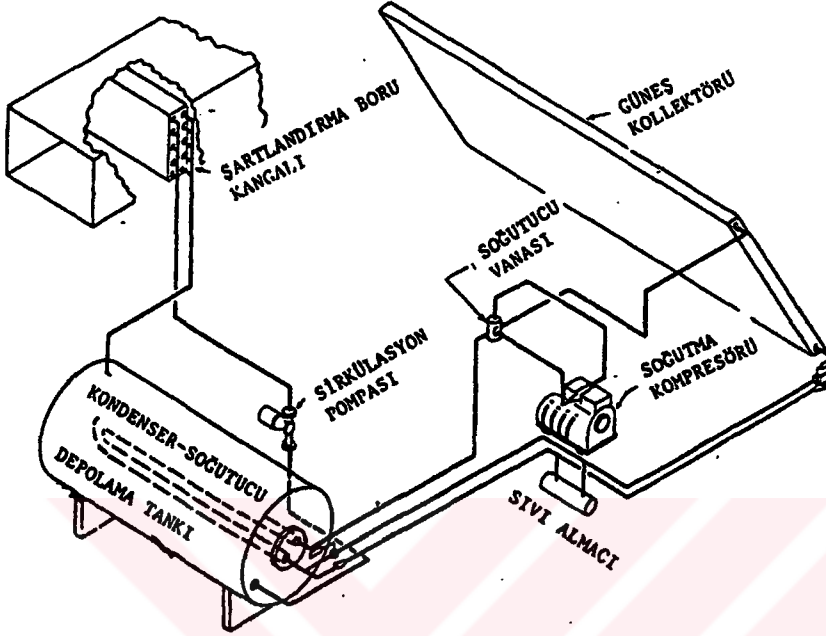
Isı pompası ile, güneş kolektörlerinin direkt kullanımı ile yüz yüze gelinen bazı elverişsiz durumların üstesinden gelinebilir. Isı pompaları için güneş enerjisinin bir ısı kaynağı olarak kullanımındaki araştırma ve geliştirme uygulamaları, direkt veya direkt olmayan tiplerin her ikisi ile ilgilidir. Direkt sistemde, soğutucu boruları düzlemsel levha tipindeki güneş kolektörüne bağlanmıştır. Diğer sistemde ise, ara akışkan niteliğindeki hava veya su güneş kolektörü boyunca dolaşır. Örneğin bir kolektör güneş enerjisinin bir anlamda dış ortam hava ön ısıtıcısı gibi hizmet edecek şekilde bir hava-hava ısı pompası çevrimine eklenebilir. Güneş enerjisini kullanmanın diğer yolları, onu tek başına bir ısı kaynağı olarak kullanmak veya hava ile paralel olarak kullanmaktır. Güneş enerjisini ısı kaynağı olarak kullanan pratik ve verimli bir ısı pompası sisteminin, güneş ışınımının yetersiz olduğu periyotlar sırasında kullanılmak üzere ısı depoları ya da paralel çalışabileceği başka bir ısı kaynağı daha olmalıdır.

Güneş enerjisini bir ısı kaynağı olarak kullanan bir ısı pompası sistemi Şekil 3.1'de görülmektedir. Isıtma çevrimi esnasında, kompresör, yüksek basınç ve sıcaklıktaki soğutucuyu kondenser-soğutucuya bırakır. Burada soğutucu,yoğuşma gizli ısını, depolama tankındaki suya bırakarak sıvılaşır. Sıvı soğutucu, güneş kolektöründe güneş ışınımından ihtiyacı olan buharlaşma gizli ısını alarak düşük sıcaklıkta ve basınçta gaza dönüşür. Güneş kolektörünün yüzey sıcaklığı 16 ° C veya biraz daha düşük sıcaklıkta olabilir.

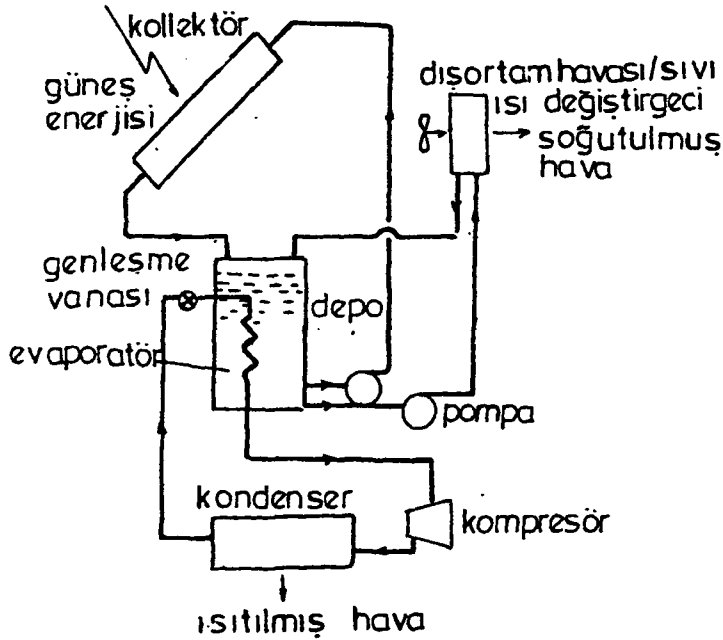
Şekil 3.2. de de ısı pompası evaporatörünün doğrudan doğruya depo ortamına daldırıldığı güneş

ısı kaynak çukurlu bir başka sistem görülmektedir.

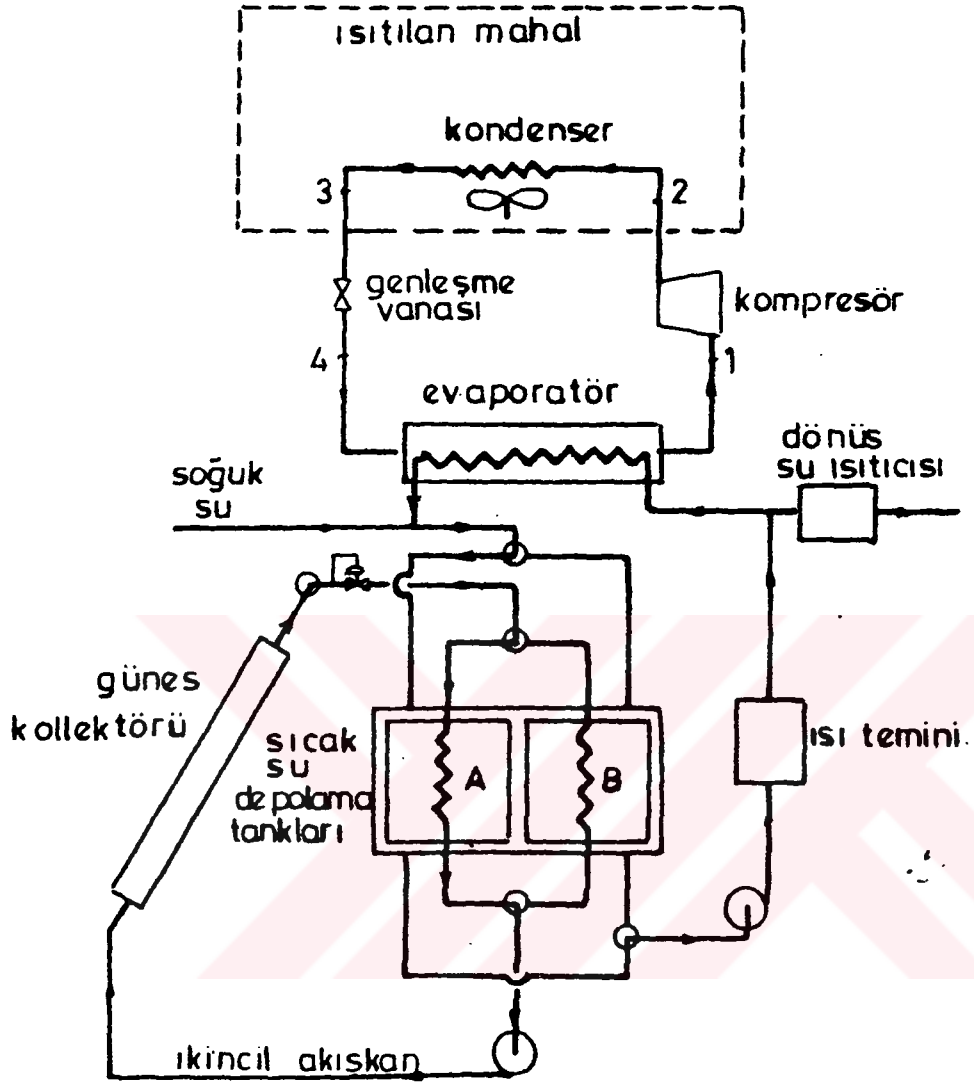
Kış ısıtması için, bir ısı kaynağı olarak kullanılan güneş enerjisi, kolaylıkla yaz soğutması için bir ısı çukuru olarak hizmet edebilecek hale getirilebilir. Şekil 3.3 ve 3.4'te depolama sistemli, mahal ısıtma ve mahal soğutma sistemleri için güneş kollektörünün kullanımı görülmektedir.



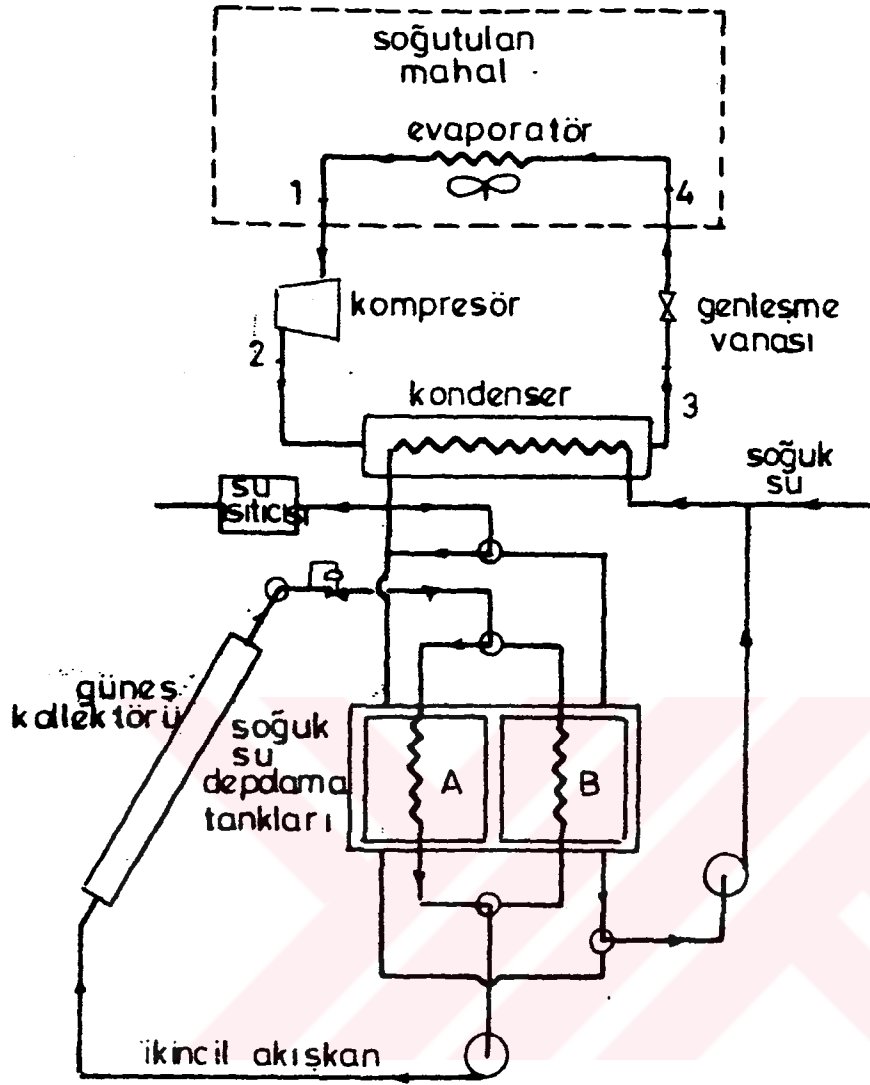
Şekil 3.1. Bir yıl boyunca hava şartlandırması amacıyla kullanılan güneş ısı kaynak-çukurlu ısı pompası



Şekil 3.2 Depolama tankına daldırılmış evaporatörlü güneş ısı kaynak çukurlu ısı pompası

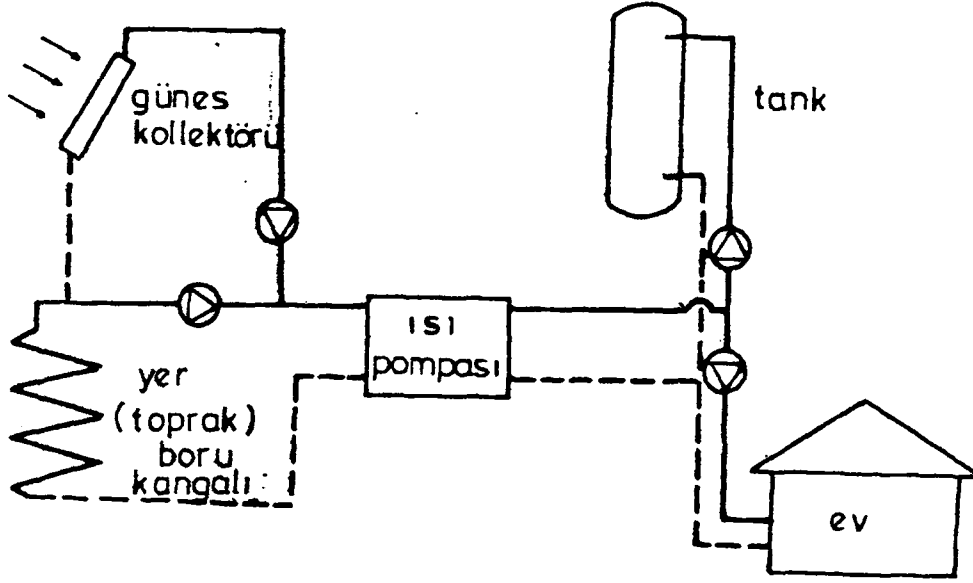


Şekil 3.3 Isıtma depolu ,güneş yardımcı mahal ve su ısıtma ısı pompası sistemi



Şekil 3.4. Isıtma depolu, güneş yardımcı mahal soğutma ve su ön ısıtma ısı pompası sistemi

Ev ısıtması için güneş enerjisi, yer, birincil ısı kaynak ve çukuru olarak kullanıldığında bile yardımcı bir kaynak olarak kullanılabilir. Buna ilişkin bir uygulama Şekil 3.5’de gösterilmektedir.

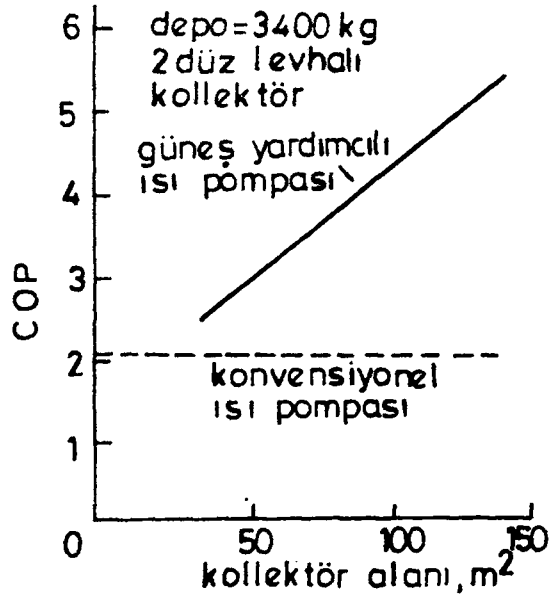


Şekil 3.5. Isı kaynağı ve çukuru yer olan ısı pompasında güneş kolektörünün yardımcı kaynak olarak kullanılması

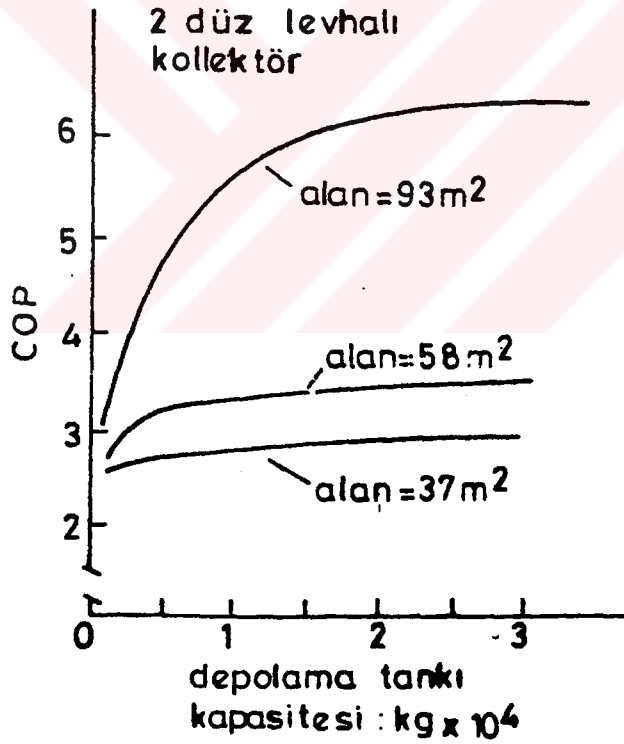
3.5. Depolama

Çok düşük dış ortam sıcaklıkları sırasında, ısı pompasının veya rezistans tipli ısıtıcıların en büyük elektrik talebi, değişmez bir şekilde, gündüz diğer elektrikli donanımların pik talebi ile aynı zamanda olmaktadır. Kritik yüklenme periyotlarındaki talebin karşılanması için çoğu kez bir depolama tankından gelen ısı, sisteme yardım etmek için ya da esas sistemin yerine kullanılabilir. Depolama tankı yumuşak havalarda (ısı pompası kapasitesinin fazla geldiği zamanlarda) ve/veya elektrik kullanımının üretim kapasitesinin altında olduğu pik olmayan periyotlarda tekrar ısı yüklenebilir.

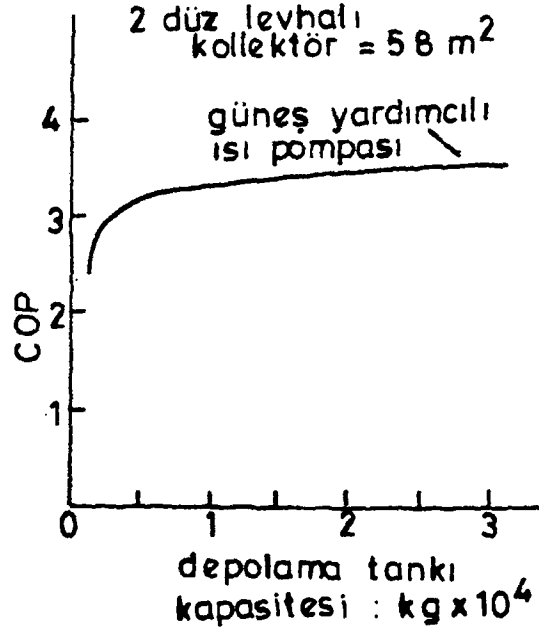
Şekil 3.6, 3.7 ve 3.8 güneş enerjisinin ısı kaynağı çukuru olarak kullanıldığı ısı pompası sisteminde depolama kapasitesinin COP üzerindeki etkisini göstermektedir.



Şekil 3.6. Güneş kolektörü alanının, ısı depolu bir ısı pompasının COP üzerindeki etkisi

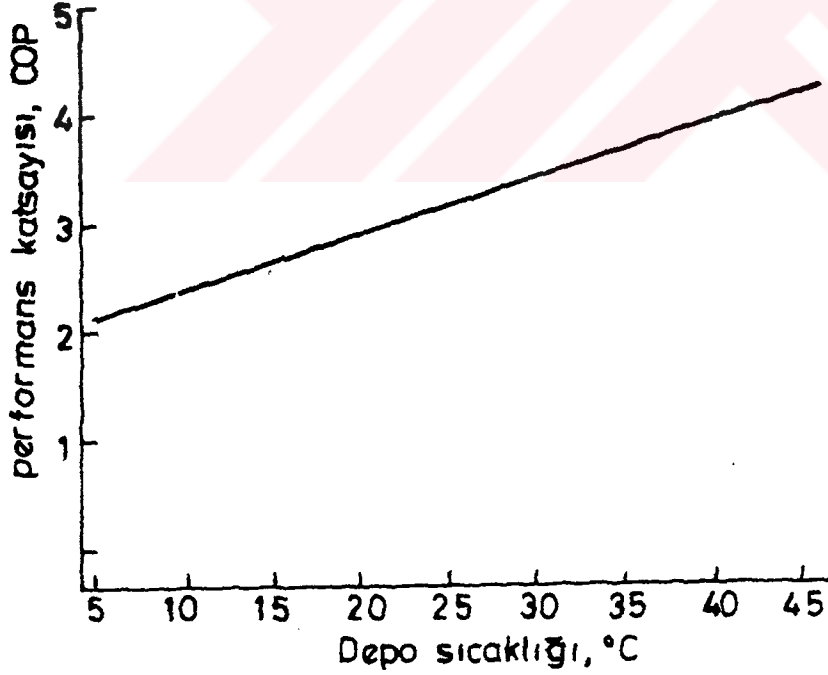


Şekil 3.7. Depo hacminin ısı pompasının COP üzerindeki etkisi



Şekil 3.8. Depo hacmi ve güneş kolektörü alanının ısı pompası COP üzerindeki kombine etkisi

Depolama sıcaklığının ısı pompası performans katsayısı üzerindeki etkisi de Şekil 3.9'da görülmektedir.



Şekil 3.9. Tipik bir ısı pompasında ısı deposu sıcaklığının COP etkisi

Güneş enerjisi, pik yükleri karşılayabilmek amacı ile kullanılan ek ısı depolayıcılar için varolan pek çok yoldan yalnızca biridir. Bunun yanında pek çok farklı depolama malzeme ve yöntemleri

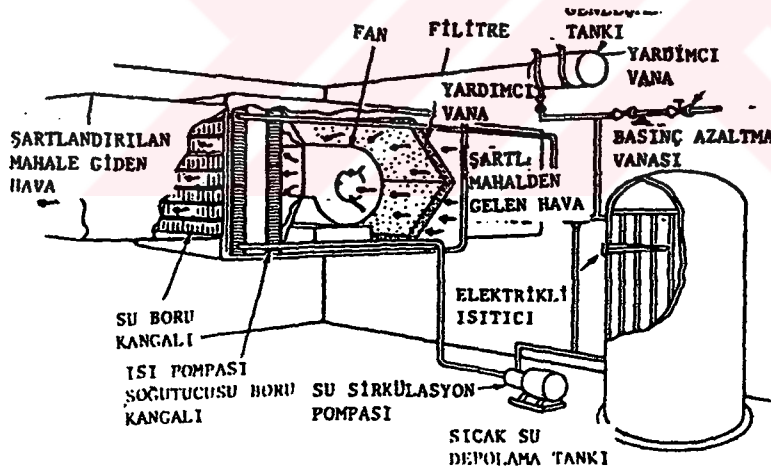
kullanılabilir. Bu depolama malzemeleri, genellikle ya gizli ısı, ya da duyulur ısı özelliklerine göre sınıflandırılır. Bir gizli ısı prosesinde, ısı eklenmesi veya çıkarılması, katı halden sıvı hale ve gaz haline geçiş şeklinde hal değişimlerine sebep olur. Duyulur ısıtma proseslerinde ise cismin sıcaklığında artma veya azalma gözlenir. Duyulur ısıtma proseslerinde kullanılan malzemelere örnekler : su (donma ve kaynama noktaları arasında),tuğla, ufalanmış ve pres edilmiş kaya, demir cevheri ve diğer bu tür yüksek yoğunluklu malzemelerdir.

1-Gizli Isı Depolama

Bazı malzemeler katı halden sıvı hale gelirken ısı soğurma kapasitesine sahiptirler. Buzun su haline gelmesi, düşük sıcaklıklı depo ortamı potansiyeline güzel bir ornektir. Uygun ve yeterli ısı depolama malzemesi, birim hacim başına nispeten yüksek bir gizli ısı değerine sahip olmalıdır ve ısı soğurma ile bırakma işlemleri önceden saptanabilen limitlerde oluşmalıdır.

2-Duyulur Isı Depolama

Su, son yıllarda diğer depolama malzemelerinden daha yaygın olarak kullanılmıştır. Depolama tankının geniş yer ihtiyacı problemi, pratik bir şekilde çözümlendiği takdirde su, ilk yatırım masraflarının düşük olması sebebi ile özellikle küçük tesisatlar için kullanılmaya devam etmektedir. Elektrikli ısıtma sistemi ile bağlantılı bir su deposunun şeması Şekil 3.10'da görülmektedir.

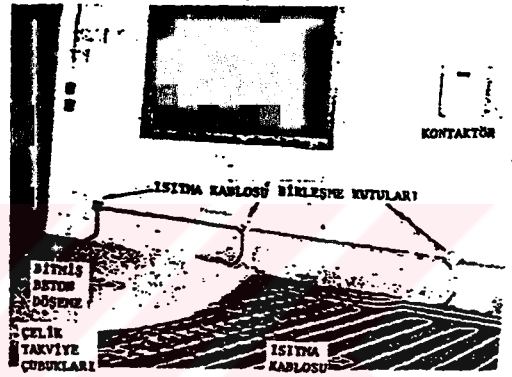
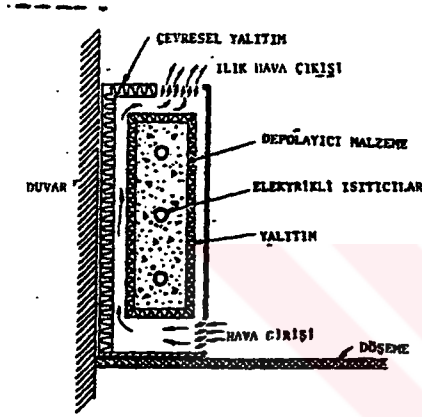


Şekil 3.10.Elektrikli ısıtmanın ısı pompasına yardımcı sistem olarak kullanılması

Uygulamanın bu tipi diğer ısı pompaları veya doğrudan doğruya elektrikli ısıtma sistemleri ile kullanılabilir. Isı pompaları ile birlikte çalıştığında düşük basınçlı depolama sistemindeki su, pik olmayan diğer periyotlarda veya geceleri rezistanslı ısıtıcılar vasıtasıyla ısıtılabilir. Bu tasarımda, ısı pompası, birbirine uygun talep ve elektrik güç üretimi sistemi için en makul yük faktörünü elde edebilecek şekilde, temel yükü karşılayacak ve depo tarafından desteklenecektir.

Yüksek yoğunluklu malzeme, depolama amacıyla kullanıldığında suya göre birim hacim başına önemli ölçüde fazla depolama kapasitesi ve geniş sıcaklık sağlama avantajına sahiptir.

Bu tip malzemelere örnek olarak beton blok (Şekil 3.11'de görüldüğü gibi), çeşitli Avrupa memleketlerinde yaygın olarak kullanılan dökme demir gibi yüksek yoğunluklu metal üniteleri verilebilir. Bu üniteler, genellikle tek bir oda için tasarımılandırılırlar. Direkt elektrikli ısıtma elemanları pik olmayan periyotlarda, bu depolama malzemesinin sıcaklığını yaklaşık 200-300 °C'a kadar yükseltir. Bu depolanmış ısı, çoğunlukla, bir oda termostatu ile kontrol edilen otomatik olarak çalışan damperler vasıtasıyla odaya bırakılır.



Şekil 3.11. Pik olmayan periyotlarda depolama amacıyla beton blokun kullanımı.

Şekil 3.12. Beton döşemenin duyuşur ısı depolama ortamı olarak kullanılması

İçinden hava geçen ufalanmış ve pres edilmiş kaya, ABD'nin farklı bölümlerinde kullanılan, yüksek yoğunluklu depolama malzemelerine başka bir örnektir.

Depolama ortamı olarak, beton döşemenin kullanımı da mümkündür. Bu tip depolama sisteminin pek çok tasarım ve uygulama avantajı vardır. düzenli sıcaklık dağılımının sağlanması, hava akımının en aza indirilmesi gibi. Döşeme sıcaklığının, ılık dış ortam sıcaklıklarında 20-25 °C, aşırı soğuk havalar beklendiğinde ise 27-30 °C civarında olması istenir. Denemelerle betonda depolanan ısının, 8-10 saat boyunca, yüzey sıcaklığında aşırı bir düşme olmaksızın ve herhangi bir yüklemeye söz konusu olmadan, oldukça uygun sıcaklıkları koruyabileceği görülmüştür.

Elektrikli ısıtma kabloları veya çıplak metal çubuklar, betonu ısıtmada, elektrik iletkeni olarak

kullanılabilir. Elektrikli ısıtma kabloları ya doğrudan doğruya betona gömülür veya döşeme ile örtülen ev bölmelerindeki özel tasarım şekilleri ile kapatılır. Normal inşaat malzemelerinden kimyasal olarak etkilenmeyen bir ceket ile ayrılmış direkt gömülü kablo ilk yatırım ve tesisat kolaylığı avantajlarına sahiptir. Isıtma kablosu sisteminin doğrudan doğruya betona gömülmüş şekli, Şekil 3.12’de gösterilmiştir. Isıtma kabloları beton zemin üstüne dikkatlice yerleştirilir, daha sonra takviye çubukları yerleştirilir ve son olarak da örtme betonu ile döşeme tamamlanır. Isıtma kablosu yerine çıplak metal tel veya çubuklarda kullanılabilir. Bu tip tesisatlar cazip ilk yatırım imkanlarına sahiptirler, çünkü gömülmüş çubuklar hem ısıtma sistemi, hem de normal beton takviye çubukları olarak hizmet ederler.

3.6. Temel Tasarımlar

Mahal ısıtılması ve soğutulması için dört temel ısı pompası tasarımı kullanılabilir;

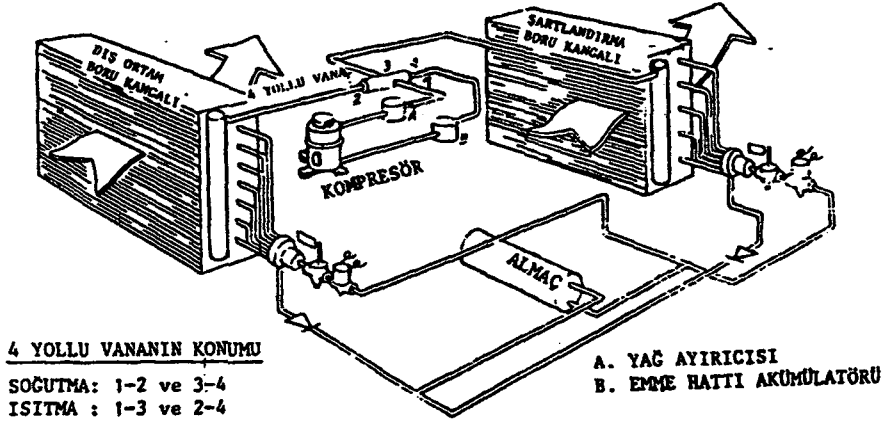
- 1-Hava ısı kaynağı ve çukuru; hava ısıtma ve soğutma ortamı
- 2-Hava ısı kaynağı ve çukuru; su ısıtma ve soğutma ortamı
- 3-Su ısı kaynağı ve çukuru; hava ısıtma ve soğutma ortamı
- 4-Isı kaynağı ve çukuru; su ısıtma ve soğutma ortamı

Bu temel tasarımların her biri, istenen soğutma ve ısıtma etkisini, soğutucunun yönünü değiştirerek veya soğutucu devresini olduğu gibi koruyup, ısı kaynak-çukur ortamlarının yerlerinin değiştirilmesi ile sağlar. Üçüncü bir seçenek de sistem tasarımları, orta bir transfer akışkanını içermesidir. Bu durumda orta transfer akışkanının yönü, ısıtma veya soğutma temin edecek şekilde değiştirilir ve hem soğutucu hem de kaynak-çukur devreleri aynen kalır.

3.6.1.Hava, ısı kaynak-çukuru; Hava, ısıtma ve soğutma ortamı

(Sabit hava devreli-Ters çevrilen soğutucu akışlı)

Şekil 3.13’de gösterilen sistem, havayı ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanan, hava ısı kaynak-çukurlu olup özellikle 25 ton civarında veya daha az soğutma yüküne sahip konut tipi ve nispeten küçük ticari tesisler olmak üzere her yerde ve her zaman kullanma olanağına sahip olan bir tasarım şeklidir.



Şekil 3.13. Havayı ısıtma ve soğutma ortamı olarak kulananan hava ısı kaynak-çukurlu (sabit hava devreli-ters çevrilen soğutucu akışlı) ısı pompası sistemi

Bu tasarımda ısıtma ve soğutma, soğutucu akışının yönünü değiştirmekle elde edilir. Soğutma çevrimi sırasında, dört yollu vananın konumu 1-2 ve 3-4 yollarına uygun şekildedir. Kompresör, sıkıştırılmış sıcak soğutucu gazı dört yollu vananın 1-2 yolu ile dış ortam boru kangallarına bırakır. Burada soğutucu buharı yoğuşun gizli ısınıyı dış ortam havasına vererek yoğuşur. Sıvı soğutucu, dış hava ortamı kangallarından, çek vanadan geçerek sıvı almacına ve sonra da kısılma vanasından geçerek şartlandırma boru kangallarına gelir. Burada sıvı soğutucu, şartlandırılacak ortamdan atılmak istenen ısıyı (soğutucunun buharlaşma ısınıyı) soğurarak gaz haline gelir. Soğutucu gaz şartlandırma kangallarından gelir, dört yollu vananın 3-4 yolundan geçerek çevrimi tamamlamak üzere kompresöre döner.

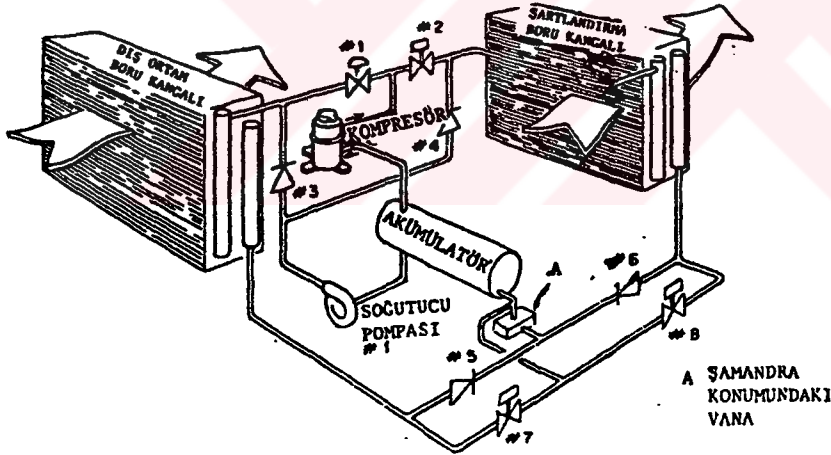
Isıtma çevriminde ise, dört yollu vananın konumu 1-3 ve 2-4 yolları açık olacak şekildedir. Kompresörden çıkan sıkıştırılmış soğutucu gazı dört yollu vananın 1-3 yolundan geçer ve şartlandırma boru kangallarına gelir. Soğutucu gaz burada kondensasyon gizli ısınıyı şartlandırılacak ortama bırakarak yoğuşur. Şartlandırma boru kangallarından gelen sıvı soğutucu çek vanadan, sıvı almacından ve kısılma vanasından geçerek dış ortam boru kangallarına gelir. Burada sıvı soğutucu, dış ortam havasından buharlaşma ısınıyı soğurarak gaz haline gelir. Ve yine dört yollu vananın bu defa 2-4 yolundan geçerek çevrimi tekrarlamak üzere kompresöre döner.

3.6.2.Hava, ısı kaynak çukuru; Hava, ısıtma ve soğutma ortamı

(Sabit hava devreli-Cebri besleme sirkülasyonu ters çevrilen. soğutucu akışlı)

Şekil 3.14'de gösterilen bu çevrim, cebri besleme sirkülasyonunun kullanımı dışında Şekil 3.13 ile ilgili olarak açıklananlara benzer. Bu yolla, dış ortam ve şartlandırma kangallarındaki bazı kontrol donanımı ile termostatik genişleme vanalarına ihtiyaç ortadan kalkar. Çevrimde soğutucu devre, biri kompresörü diğeri ise soğutucu pompasını içeren iki ayrı devreye bölünmüştür.

Soğutma için, devrelerden birinde kompresör sıkıştırılmış sıcak gazı, arka basınç regülatörü (1) yolu ile soğutucu gizli ısısının dış ortam havasına verilir soğutucunun yoğunlaştığı dış ortam boru kangallarına bırakır. Dış ortam boru kangallarından gelen sıvı soğutucu, çek vana 5'den geçerek, şamandıra şeklindeki yüksek basınç regülatörüne gelip, düşük basınçlı sıvı gaz olarak akümülatöre girer. Gaz buradan kompresöre geri döner. Diğer devrede ise soğutucu pompası (1), soğuk sıvı soğutucuyu, akümülatörün dip kısmından, dört yollu vanadan geçecek şekilde sıvının bir kısmının buharlaştığı şartlandırma boru kangalına pompalar. Daha sonra da soğutucu, otomatik vana 8'den geçerek akümülatöre döner.



Şekil 3.14. Havayı ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanan hava ısı kaynak-çukurlu (sabit hava devreli cebri besleme sirkülasyonlu ters çevrilen soğutucu

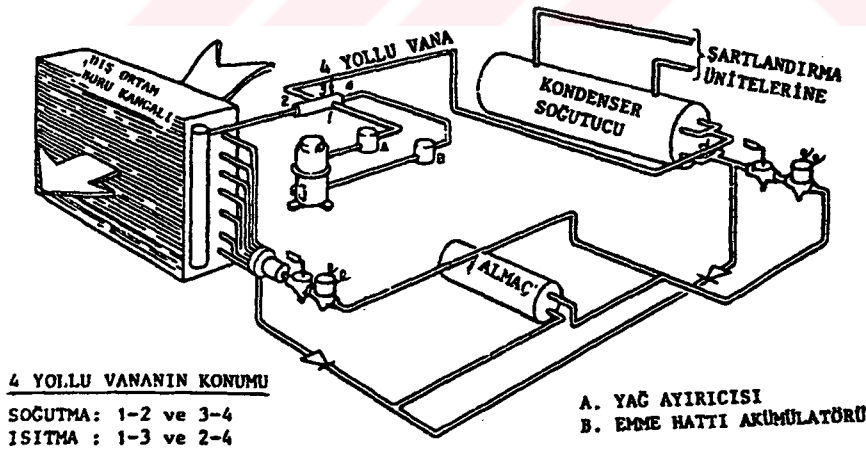
Isıtma çevrimi için, devrelerin birinde kompresör sıcak sıkıştırılmış gazı, selenoid vana 2'den geçecek şekilde, şartlandırma kangallarına boşaltır. Soğutucu burada, yoğunlaşım gizli ısısını şartlandırılan mahale giden havaya vererek yoğunlaşır. Sıvı soğutucu buradan çek vana 6'dan geçerek yüksek basınç şamandırasına akar ve düşük basınçlı sıvı-gaz karışımı olarak akümülatöre girer. Soğutucu gaz daha sonra akümülatöre döner. İkinci devrede ise, soğutucu pompası (1),

soğuk sıvı soğutucuyu, akümülatörün dip kısmından emer ve çek vana 3'den geçecek şekilde, soğutucunun buharlaşma ısısını dış ortam havasından soğurarak kısmen buharlaştığı dış ortam boru kangallarına pompalar. Dış ortam boru kangallarından gelen soğutucu gaz, otomatik 2 vanasından geçerek akümülatöre geri döner.

3.6.3.Hava, ısı kaynak-çukuru; Su, ısıtma ve soğutma ortamı

(Sabit hava ve su devreli-Ters çevrilen soğutucu akışı)

Şekil 3.15 , suyu ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanan hava ısı kaynak çukurlu bir tasarım şeklinin tipik akış diyagramını göstermektedir. Isıtma ve soğutma, soğutucu akışkanın yönünü değiştirmekle elde edilmektedir. İki ayrı sabit devre kullanılır: dış ortam hava boru kangalı devresi, kondenser-soğutucudan geçen bir sıvı devresi. Bu çevrimin donanım düzenlemesi ve çalışması Şekil 3.15'de verildiği gibidir. Yalnızca, burada hava şartlandırma boru kangalı yerine bir kondenser-soğutucu yer almaktadır. Soğutma çevrimi için, soğutucu, kompresörden çıkıp dört yollu vanaya oradan 1-2 yolu ile dış ortam boru kangalına, çek vanaya, sıvı almacına, genişleme vanasına,kondenser soğutucuya ve tekrar dört yollu vanaya gelir. Dört yollu vananın 3-4 yolundan geçerek kompresöre döner. Kondenser-soğutucuda dolaşan su, soğutucunun sıvı halden gaz haline geçmesi ile soğutulur.

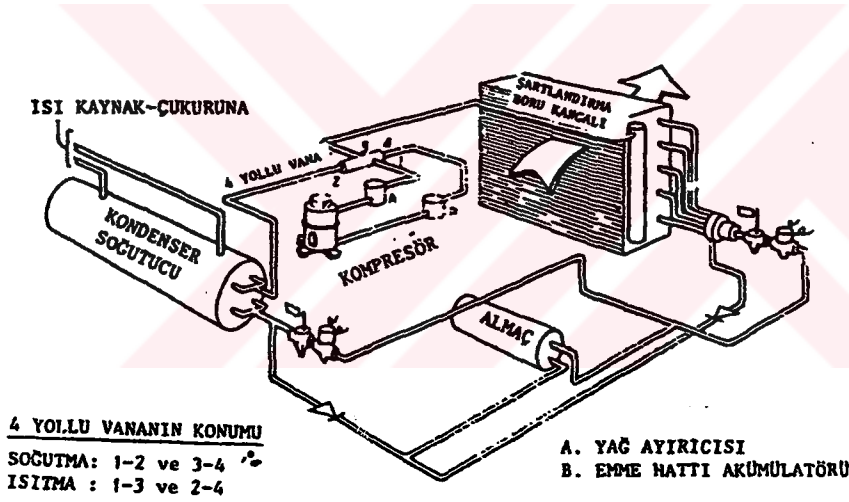


Şekil 3.15.Havayı ısı kaynak ve çukuru, suyu ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanan (sabit hava ve su devreli ters çevrilen soğutucu akışlı) ısı pompası sistemi

Isıtma çevrimi sırasında ise kompresörden çıkan sıkışmış sıcak soğutucu gaz 1-3 yolu ile dört yollu vana , kondenser-soğutucuda, çek vanadan, almaçdan, genişleme vanası ve dış ortam boru kangallarından, 2-4 yolu ile yollu vanadan geçer ve kompresöre geri döner. Soğutucu akışkan, gaz halinden sıvı haline geçişte bıraktığı ısı ile kondenser-soğutucudan gezen suyu ısıtır. Soğutucu, sıvı halden alçak basınçlı gaz haline dönüşürken ihtiyacı olan buharlaşma gizli ısını dış ortam boru kangalı üzerinden geçen havadan alır.

3.6.4.Su, ısı kaynak-çukuru; hava, ısıtma ve soğutma ortamı (Sabit hava ve su devreli-Ters çevrilen soğutucu akışlı)

Şekil 3.16,havayı ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanan , su ısı kaynak-çukurlu sistemin tipik akış diyagramını göstermektedir. Bu çevrimde, ısıtma ve soğutma, soğutucu akışkanın yönünün değiştirilmesi ile elde edilmektedir. Kondenser soğutucudan geçen su devresi ile şartlandırma boru kangalından geçen hava devresinden meydana gelen iki ayrı sabit devre kullanılır.



Şekil 3.16. Havayı ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanan su ısı kaynak-çukurlu (sabit hava ve su devreli ters çevrilen soğutucu akışlı) ısı pompası sistemi

Soğutma çevrimi sırasında dört yollu vananın konumu 1-2 ve 3-4 şeklindedir. Soğutucu, kompresörden çıktıktan sonra dört yollu vananın 1-2 yolu ile kondenser soğutucuya oradan da çek vana, sıvı almaç, genişleme vanası, şartlandırma boru kangalına gelerek dört yollu vananın 3-4 yolundan geçip çevrimi tekrarlamak üzere tekrar kompresöre döner. Soğutucu gaz, kondenser-soğutucuda yoğunlaşma gizli ısını suya vererek sıvılaşır; şartlandırma boru kangalından da (havadan) buharlaşma ısını çekerek tekrar gaz haline gelir.

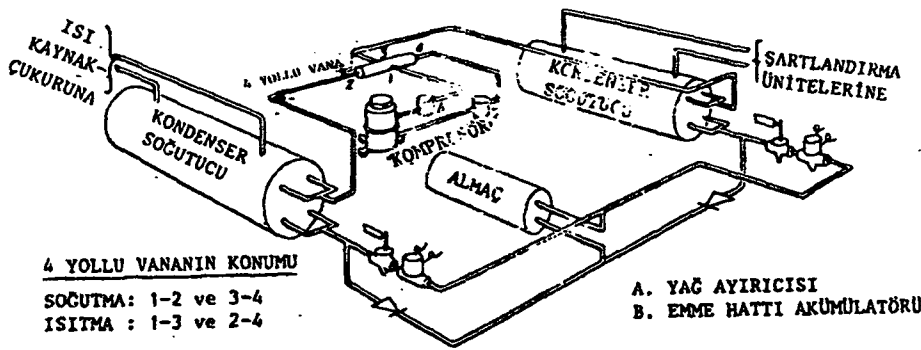
Isıtma çevrimi sırasında, dört yollu vana 1-3 ve 2-4 konumundadır. Soğutucu, kompresörden çıktıktan sonra dört yollu vananın 1-3 yolu ile şartlandırma boru kangalına gelir ve çek vana, sıvı almacı, genleşme vanası, kondenser-soğutucu ve dört yollu vananın 2-4 yolundan geçerek çevrimi tamamlamak üzere kompresöre geri döner. Soğutma çevriminin tersine, kompresörden gelen sıkıştırılmış sıcak gaz, şartlandırma boru kangalında yoğunlaşım gizli ısısını şartlandırılacak mahale bırakılmak üzere havaya vererek sıvı hale gelir; kondenser-soğutucu ise, kuyu suyundan buharlaşma ısısını soğurarak tekrar gaz haline gelir.

Eğer vantilasyon havasının bir ön soğutma veya ön ısıtması söz konusu ise, hem ısıtma ve hem de soğutma çevrimleri sırasında kuyu suyunun bir pompa aracılığı ile bir ön şartlandırma boru kangalından geçecek şekilde pompalanması sağlanır, bu su daha sonra da kondenser-soğutucudan geçerek atılır.

3.6.5.Su, ısı kaynak-çukuru; Su, ısıtma ve soğutma ortamı (Sabit su devreli-Ters çevrilen soğutucu akışlı)

Şekil 3.17, suyu ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanan, ısı kaynak-çukurlu bir sistemin tipik akış diyagramını göstermektedir. Isıtma ve soğutma, soğutucu akışının yönünün değiştirilmesi ile sağlanır. İki bağımsız ve sabit su devresi kullanılır. Bir devre, ısı kaynak çukuru, kondenser-soğutucu ve suyun atılması şeklindedir. İkinci devre ise kapalı bir devre halinde, başka bir kondenser-soğutucu ve şartlandırma ünitelerinden oluşmuştur.

Sistemin akış durumu, bir dış ortam boru kangalının yerini bir kondenser-soğutucunun almasının dışında Şekil 3.15’de verilene benzerdir. Böyle bir dolaylı sistem ile, ya bir merkezi tesis kanalı ile ısıtma veya soğutma, ya da bağımsız tek ünitelerle ısıtma ve soğutma sağlanır.



Şekil 3.17.Suyun ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanıldığı su ısı kaynak-çukurlu (sabit su devreli- ters çevrilen soğutucu akışlı) ısı pompası sistemi

3.6.6.Hava, ısı kaynak-çukuru;

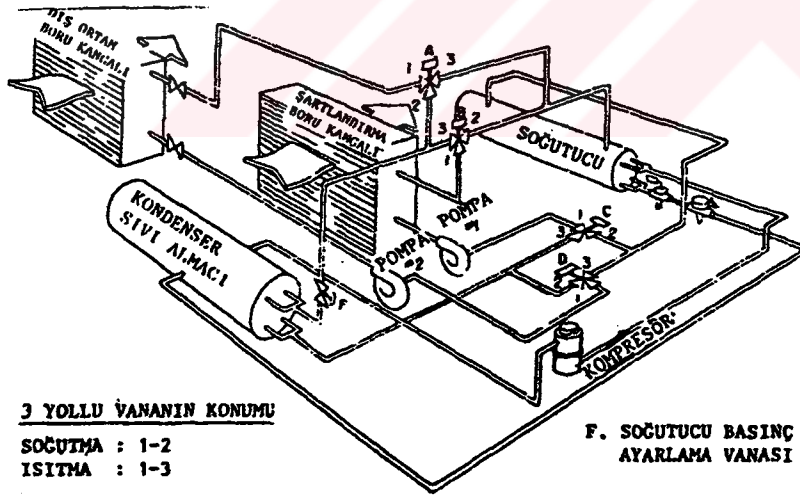
Bir ara akışkan, ısıtma ve soğutma ortamı

(Sabit soğutucu devreli-Ters çevrilen su akışlı)

Şekil 3.18, bir ara akışkanı yüzeyler arasında ısı transfer ortamı olarak kullanan hava ısı kaynak-çukurlu bir tasarımın tipik akış diyagramını göstermektedir. Isıtma ve soğutma, sabit soğutucu devresinin korunması sırasında akışkanın yönünün değiştirilmesi ile elde edilir.

Soğutma çevrimi sırasında, üç yollu vananın konumu 1-2 şeklindedir. Pompa iki ılık akışkanı dış ortam boru kangalı, A vanası, kondenser-sıvı almacı ve D vanasından geçecek şekilde pompalar. Pompa bir ise, soğutucu sıvıyı şartlandırma boru kangalında, B vanasından, soğutucudan, C vanasından geçecek şekilde pompalar. Sıvı akışkan, daha sonra çevrimi tekrarlamak üzere bir pompasına döner.

Isıtma çevrimi sırasında, üç yollu vana 1-3 konumundadır. Pompa iki soğuk akışkanı, dış ortam boru kangalından, A vanası, soğutucu ve D vanasından geçecek şekilde pompalar ve soğutucu tekrar iki pompasına döner. Pompa bir ise ılık suyu, şartlandırma boru kangalı, B vanası, kondenser-sıvı almacı ve C vanasından geçecek şekilde pompalar.



Şekil 3.18. Bir ara akışkanı ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanan hava ısı kaynak-çukurlu (sabit soğutucu devreli-ters çevrilen su akışlı) ısı pompası sistemi

Hava-sıvı tasarımında, kompresör, sıcak sıkıştırılmış gazı, sıvı haline geleceğın kondenser-sıvı almacına bırakır, burada gaz, yoğunlaşım gizli ısını verir, böylece dolaşım akışkanının sıcaklığı yükselir. Kondenserden sonra, sıvı soğutucu genişleme vanasından geçip dolaşım akışkanının

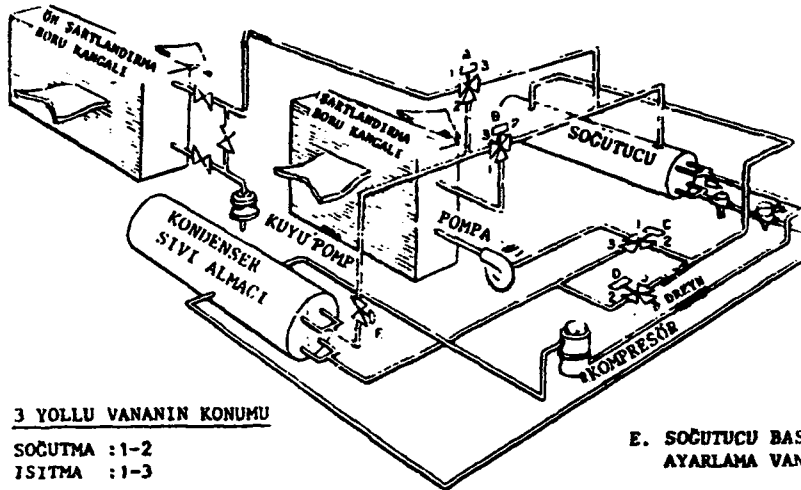
sıcaklığının azalması ile buharlaşma ısısını soğurarak gaz haline geldiği soğutucuya gelir. Sonra da çevrimi tekrarlamak üzere tekrar kompresöre döner. Bu tasarımda kullanılan akışkan, alışlagelmiş antrifiriz eriyiklerden herhangi biri olabilir. Önemli olan yüksek özgül ısıya sahip olan ve kimyasal olarak donanım parçalarına karşı ilgisiz olan sıvının seçilmesidir.

3.6.7. Su, ısı kaynak çukuru;

Su, ısıtma ve soğutma ortamı (Sabit soğutucu devreli-Ters çevrilen su akışı)

Şekil 3.19, suyu ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanan, su ısı kaynak-çukurlu bir tasarım için tipik akış diyagramını göstermektedir. Isıtma ve soğutma, sabit soğutucu devresinin korunması sırasında su akışının yönünün değiştirilmesi ile elde edilir.

Soğutma çevrimi sırasında üç yollu yana 1-2 konumundadır. Kuyu pompası, suyu ön şartlandırma boru kangalından geçecek ve vantilasyon havasını ön soğutacak şekilde pompalar. Isı çukuru durumundaki su, daha sonra A vanasından geçerek soğutucu akışkandan yoğunlaşma ısısının soğurduğu kondenser-sıvı almacısına gelir. Kondenser sıvı almacısından gelen su D vanasından geçer ve dışarı atılır. Pompa bir soğutma suyunu, ısının şartlandırılacak mahale gidecek olan havadan soğurduğu şartlandırma boru kangalına pompalar. Buradan gelen su B vanasından geçerek sıcaklığının soğutucu tarafından azaltıldığı soğutucu ısı değiştirgecine gelir. Soğutucudan çıkan soğuk su C vanasından geçerek çevrimi tekrarlamak üzere pompaya döner.



Şekil 3.19. Suyun ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanıldığı su ısı kaynak-çukuru (sabit soğutucu devreli-ters çevrilen su akışı) ısı pompası sistemi

Isıtma çevrimi sırasında üç yollu vananın konumu 1-3 şeklindedir. Kuyu pompası suyu, vantilasyon havasını ön ısıtmak amacıyla ön şartlandırma boru kangalından geçecek şekilde pompalar. Isı kaynağı su, daha sonra A vanasından geçerek soğutucuya gelir. Burada ısı, soğutucu tarafından soğutulur. Soğutucudan gelen su atılmak üzere D vanasından geçer. Bir pompası ılık suyu, ısısını şartlandırılacak mahale gönderilecek olan havaya bıraktığı şartlandırma boru kangalından geçecek şekilde pompalar şartlandırma boru kangalından gelen su B vanasından geçerek soğutucu gazdan yoğunlaşım ısısının soğurulduğu kondenser-sıvı almacına gelir. Kondenser-sıvı almacından gelen su çevrimi tekrarlamak üzere C vanasından geçer ve bir pompasına gelir.

Su-su tasarımında su hem ısı kaynak-çukuru olarak ve hem de kondenser-soğutucudan ısı transfer etmek için kullanılır. Soğutucu akımı daima aynı yöndedir: kompresörden kondensere. Burada soğutucu, yoğunlaşım gizli ısısını dolaşım suyuna vererek sıvı haline gelir. Kondenserdan gelen akışkan genişleme vanasından geçerek soğutucuya gelir. Soğutucuda, sıvı soğutucu akışkan dolaşım suyunun sıcaklığını azaltarak buharlaşma ısısını soğurur ve gaz haline gelir. Soğutucudan gelen düşük sıcaklıklı soğutucu gaz kompresöre döner. Kondenser sıvı almacına su giriş hattındaki soğutucu basıncını ayarlama vanası E, daha önceden belirlenmiş soğutucu yoğunlaşım basıncını koruyacak şekilde su debisini ayarlar.

3.6.8. Isı kaynağı boru kangallarında buz oluşumu ve oluşan buzun giderilmesi (Defrost İşlemi)

Donma, bir hava ısı kaynaklı ısı pompasının ısı soğurma yüzeyinde, düşük sıcaklıklı ve nemli havanın uzun zaman devamlı olarak teması halinde meydana gelir. Bu buz toplanması, havanın 0°C veya daha düşük sıcaklıklı bir yüzey ile teması sonucu çığ noktasının altına kadar soğuması, nemin yoğunlaşması ve donmasının bir sonucudur.

Ağır buz çözme işlemi, soğutma sisteminin verimliliğini ters olarak etkiler. Boru kangal yüzeyinin 1 cm² si başına 1 veya 1,5 gr'a kadar buz birikimi soğutucu yüzeyi ile hava arasındaki ısı transferini ciddi bir şekilde zayıflatmaz. Ancak, bu noktadan sonra, iyi bir transferi korumak ve böylece düşük emme basınçlarında çalışmasını önlemek için, yüzey periyodik olarak defrost edilmelidir.

Defrost çevrimi boyunca dış ortam fanları, atmosfere ısı kaybını minimuma indirmek için çalıştırılmamalıdır.

1- Defrost çevriminin frekansı

Defrost frekansı, dış ortam sıcaklığı, bağıl nemi, boru kangalları tasarımı ve çalışma şartlarını içeren pek çok sayıda faktörden etkilenir. Örneğin, $-6,5^{\circ}\text{C}$ ve % 60 bağıl nemde (-12°C Çiğ noktasıdır.) sık sık defrost istenmez. Şekil 3.20, bir ısı pompası ünitesi için çeşitli-kuru termometre sıcaklığı ve çiğ noktalarında, 24 saatlik bir periyot içerisinde gerekli defrost çevrimlerinin ortalama olarak sayısı gösterilmektedir.

2- Defrost Çevrimleri

- Sıcak gaz defrostu, soğurma yüzeylerinin bütün tiplerine uygulanabilir. Bu yöntemde, normal olarak kondensere veya ısıtma yüzeyine boşaltılan kompresör çıkışındaki ısı, dış soğutma boru kangallarına gidecek şekilde yönlendirilir. Bu durumda dış ortam boru kangalları kondenser, şartlandırılmış ortam boru kangalları evaporatör haline gelir

-Su defrostu, 10°C 'ın üzerindeki sıcaklıkta, kimyasal olarak uygun olan suyun bolca temin edilebildiği bölgelerde dış ortam boru kangallarında defrost işleminin kolay ve basit bir yolu, su püskürtmektir. Su püskürtme yönteminin esas avantajı çabuk etki etmesi ve düşük ilk yatırım masraflarıdır. Dezavantajı ise, şehir suyu kullanılıyor ise ve kanalizasyon vergisi varsa yüksek işletme masraflarıdır.

-Elektrik defrostu, dış ortam boru kangallarının elektrik yolu ile defrost işlemine tabi tutulması için çeşitli yollar vardır. Bir yöntem, doğrudan doğruya boru kangalı üzerine bitişik olan enfraruj elemanlar kümesinin yerleştirilmesidir. Bir diğer yöntem ise kangal yüzeyi kanatlarında, kapalı elektrik ısıtıcı tüplerin kullanımınıdır.

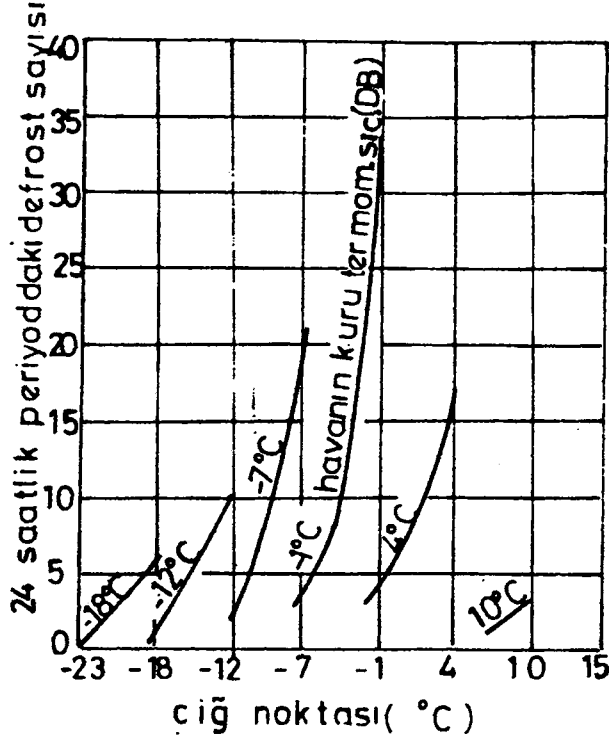
-Katı ve sıvı soğurucular (katı absorbentler ve sıvı absorbentler), buz oluşumunu geciktirmenin bir yolu da dış ortam boru kangallarından geçmeden önce havanın nemini alabilecek soğurucuların kullanılmasıdır.

3-Defrost İşlemi Kontrolleri

Kontrol düzenleri, hava kaynaklı ısı pompasının defrost edilme ihtiyacının anlaşılmasında ve defrost çevriminin başlatılıp bitirilmesinde kullanılır. Defrost çevriminin süresi, defrost yöntemine bağlı olarak çoğunlukla 3-6 dakika arasında değişir.

3a-Soğutucu akışkan-hava sıcaklık değişimi;

Buz oluşumu ile emme sıcaklığının düşmesinden yararlanır. Bu yöntem defrost çevrimi başlatılmasında kullanılır. Boru kangalında uygulanan defrost işlemi, dış ortam boru kangalını terkeden sıvının sıcaklığının 10°C - $15,5^{\circ}\text{C}$ değerine veya daha üst bir sıcaklığa yükselmesi ile tamamlanmış olur.



Şekil 3.20. Kuru termometre sıcaklığı ile çığ noktasına bağlı olarak defrost çevrimi sayısı

3b-Boru kangalı boyunca hava basıncındaki değişim;

Buz oluşumu aynı zamanda ısı soğurulan yüzey boyunca hava akımına karşı, direnci de artıracaktır. Böylelikle bir hava basınç değişimi düğmesi vasıtasıyla daha önceden tayin edilen bir değerde defrost çevrimi başlayabilecektir.

3c-Zamanlayıcı kullanımı;

Bu yöntem, dış ortam hava sıcaklığı $4,5^{\circ}\text{C}$ 'in altına düştüğü zaman daha önceden belirlenmiş periyotlarda, uygun bir zamanlayıcı vasıtasıyla defrost çevrimini harekete geçirir. Bu çevrim, yüzeylerdeki buz oluşumunun genellikle üniform olduğu ve dolayısıyla belirli zaman aralıklarında yeterli bir şekilde defrost edilebileceği tahminine dayanır. (Katırcı , 1984)

4.YER KAYNAKLI ISI POMPALARI

Yer Kaynaklı Isı Pompaları (YKİPları), ülkemizde göreceli olarak yeni uygulama bulmuş ve yurt dışından ithal edilen ısı pompaları, tüketicilerin kullanımına sunulmuştur. Bununla beraber, bu konudaki bilgi; gerek tüketici gerekse de bu tesisleri kuran firmalar bazında, istenilen düzeye henüz ulaşmamıştır. Bu çalışmayı yapmanın ana amacı; YKİPlarının, ülkemizde yaygınlaşmasına ivme kazandırmaktır. Bu çerçevede; yurt dışında ve ülkemizde bu konuda yapılan çalışmalar açıklanacak, alışlagelmiş ısıtma ve soğutma sistemlerine göre yarar ve sakıncaları belirtilecek, tasarımıyla ilgili metodoloji ile kısmen ekonomik analiz değerleri verilecek ve YKİPlarının ülkemizde gelişmesine yönelik önerilerde bulunulacaktır. Başka bir deyişle, bu konuda çalışma yapmak isteyenlere, geniş kapsamlı bir literatür listesi (YKİPları imalatçıları, tasarımına ilişkin el kitapları ve benzerleri) sunulacak, böylelikle YKİPlarının ülkemizde gelişmesine katkı sağlamaya çalışılacaktır.

Güneş, bizim en büyük enerji kaynağımızdır. Fuel oil, gaz, kömür, bio enerji ve rüzgarın hepsi, güneş enerjisinden türer. Güneş enerjisinin yayılma ve kararsız yapısı nedeniyle, doğrudan tutulması pahalı ve güçtür. Ama, bu yapının temiz, gider bakımından etkin bir çözüm sağladığı da göz ardı edilmemelidir. Yer, masif (iri) bir yapıya sahip olduğu için, yeryüzüne ulaşan güneş enerjisinin hemen hemen yarısı jeokütlede yutulur ve depolanır. Toprak; ısıtma sezonunda dış havadan daha yüksek sıcaklıkta bir kaynak ve yazın soğutma için, havadan daha düşük bir sıcaklık sağlayarak, tüm yıl göreceli olarak sabit sıcaklıkta kalır. (Mcneil,1995)

Isı pompaları için, Geo-Heat Center tarafından 1988 yılında yayınlanan bültenin kapağında, "Ortaya Çıkan Dev Isı Pompalar, (Emerging Giant Heat Pumps)" benzetmesi yapılmış, bir bakıma bu konunun önemi vurgulanmaya çalışılmıştır. (Lund,1988) Bu çerçevede; ısı pompaları, jeotermal su veya toprak sıcaklıklarının önemsizce normalin üstünde, genel olarak 10 - 32 °C, olduğu yerlerde kullanılır. Alışlagelmiş jeotermal ısıtma (ve soğutma) sistemleri bu sıcaklıklarda verimli değildir. Bu sıcaklıklardaki ısı pompaları, hacim ısıtması ve soğutması ile evsel su ısıtması sağlayabilir. İki temel ısı pompası sistemi vardır (Lund,1989): (i) Hava kaynaklı ve (ii) su veya toprak kaynaklı Jeotermal ısı pompaları olarak da söylenen, su ve toprak kaynaklı ısı pompalarının (bu çalışmada, yer kaynaklı ısı pompaları olarak adlandırılan), hava kaynaklı ısı pompalarına göre şu yararları vardır:

- 1-Yaklaşık yıllık % 33 daha az enerji tüketirler.
- 2-Havadan daha fazla kararlı enerji kaynağıdır.

3-Aşırı yüksek veya düşük dış hava sıcaklıkları süresince ilave ısı gerektirmezler.

4-Daha az soğutucu akışkan kullanırlar.

5-Tasarımı ve böylece bakımı daha basittir. Ana sakıncası ise; ilk yatırımın daha yüksek olmasıdır (hava kaynaklı ünitelerden % 33 dolayında daha pahalı). Bu, toprak ısı değiştiricisinin gömülmesi veya enerji kaynağı için bir kuyunun sağlanması için gerekli olan ilave harcama nedeniyledir. Bununla beraber, kurulur kurulmaz, net tasarruflar sağlayarak, yıllık gider sistemin ömrü boyunca daha az olur. Bu tasarruflar, etki katsayısının, hava kaynaklı ısı pompaları için 2 ile kıyaslandığı zaman, YKIPları için yuvarlak olarak 3 olmasından kaynaklanmaktadır .

YKIPlarının işletilmesi deneyimleri üzerine, birçok çalışma mevcuttur . Hugnes ve Diğ.(1985); New York şehrinin dışında konutlara yönelik toprak kaynaklı ısı pompalarının teknik ve ekonomik potansiyelini değerlendirmek amacıyla, çok aşamalı bir demostrasyon projesinden elde edilen sonuçları verdi. Bu çerçevede, ısıtma/soğutma performansı ve entegre edilen sıcak kullanma suyu, 1982-84 yılları süresince gözlemlendi. Franck ve Berntsson(1985) ; 10 - 40 m derinliğe kadar düşey borular kullanarak, toprakta mevsimsel depolama ile güneş destekli ısı pompaları alanında İsveç'te yürütülen büyük bir araştırma programı doğrultusunda, iki deneysel tesisten elde edilen bazı ana sonuçları sundu. Kavanaugh(1990) ; ısı kaynağı ve ısı kuyusu olarak nehir suyunun kullanıldığı su/hava ısı pompalarının işletilmesini inceledi. Ayrıca, ısı pompasının seçimi, pompalama sistemleri, boru hattı yerleşimi ve nehir boyut-derinlik karakteristikleri ile ilgili önerilerde bulundu. Sulatisky ve van der Kamp(1991) ; Kanada' da (Saskatchewan) konutlara yönelik olarak beş toprak kaynaklı ısı pompasını değeendirdi. Beş - sekiz yıl arasında işletilen ısı pompası sistemleri, iki yılı aşkın bir peniyot boyunca performans bakımından izlendi. Kavanaugh; güney iklimlerinde düşey toprak kaynaklı ısı pompalarının kabul edilebilirliğini ve işletme karakteristiklerini belirlemek üzere çalışmalarda bulundu. Alabama'daki 150 m'lik bir konutta kurulan ısı pompasının soğutma ve ısıtma performansı ele alındı. Meloy(1992) ; Cowlitz İlçesi Adliye Sarayı'nın, indirek kuyu suyu soğutması olan kuyu kaynaklı ısı pompası sistemine dönüştürülmesi üzerine çalıştı ve dönüşüm esnasında karşılaşılan sorunları belirtti. Sistem kurulduğu ilk yıl, % 22 dolayında enerji tüketiminde azalma sağladı. Rafferty(1992); yeraltı suyu sıcaklığı 22 °C olan 360 ton (11266 kW)'luk ve yeraltı suyu sıcaklığı 13 °C olan 156 ton (549 kW)'luk, iki farklı yeraltı su kaynaklı ısı pompası sisteminden elde edilen deneyimler; açıkladı. Tasarımı, işletme akışı ve iyileştirilmelerini irdeledi. Ayrıca, yeraltı su kimyası, iyi kuyu tasarımı ile kontrol, ısı pompası kapasite kontrolü ve devreye almanın önemli hususlar olduğunu belirtti. Hatten(1992); Amerika'da yeraltı sulu ısı pompasının ilk ticari montajı olan Portland/Oregon'daki bir binadan (bugün the Commonwealth Building olarak bilinmektedir) elde edilen deneyimleri açıkladı. Sistemin geçmişinin değerlendirilmesiyle, önemli işletme ve bakım

konularını belirtti.

4.1. Temel Tanım ve Kavramlar

YKIP' larının tasarımına geçmeden önce, olası karmaşıklığı önlemek amacıyla, iki önemli konuyu ele almada büyük yarar vardır: (i) Farklı YKIPları terimleri, (ii) Etkinlik ve verim tanımları

4.1.1. Farklı yer kaynaklı ısı pompaları terimleri

Toprak kaynaklı ısı pompası; toprak, yeraltı suyu ve yüzey suyunu, ısı kaynağı ve ısı kuyusu olarak kullanan değişik sistemlerin hepsini kapsamak üzere kullanılan bir terimdir. (Kavanaugh, 1997) Bunun yanı sıra sık sık jeotermal ısı pompası ifadesi de kullanılır.

Çizelge 4.1. YKIPlarının farklı isimleri

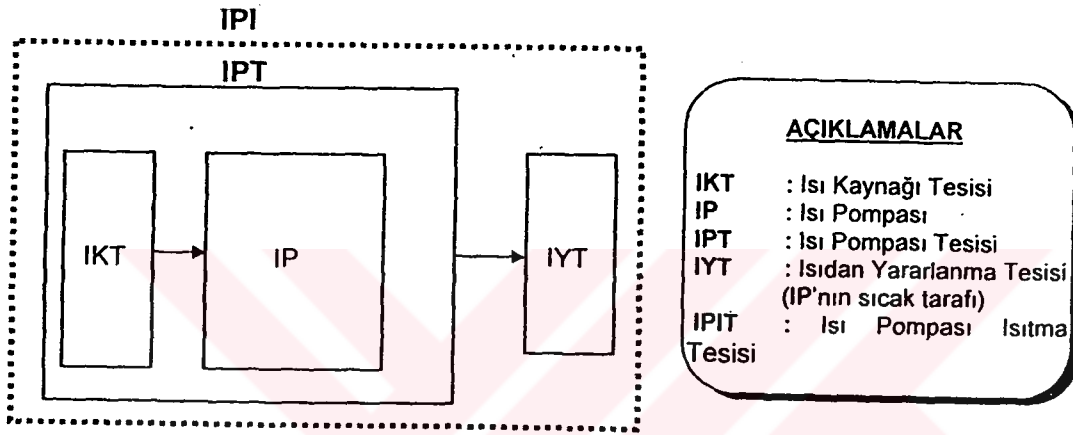
İNGİLİZCE	TURKÇE
Earth energy heat pumping systems	Yer enerjili ısı pompalama sistemleri
Surface water heat pump systems	Yüzey sulu ısı pompası sistemleri
Earth energy systems	Yer enerjili sistemler
Ground-source systems	Toprak kaynaklı sistemler
Groundwater heat pumps (GWHPs)	Yeraltı sulu ısı pompaları
Earth-coupled heat pumps (ECHPs)	Yer bağlantılı ısı pompaları
Well-source heat pump system	Kuyu kaynaklı ısı pompası sistemi
Ground-source heat pumps (GSHPs)	Toprak kaynaklı ısı pompaları
Geothermal heat pumps (GHPs)	Jeotermal ısı pompaları
Ground-coupled heat pumps (GCHPs)	Toprak bağlantılı ısı pompaları
Ground-water source heat pumps	Toprak-su kaynaklı ısı pompaları
Well water heat pumps	Kuyu suyu ısı pompaları
Solar energy heat pumps	Güneş enerjili ısı pompaları
GeoExchange systems	Jeo dönüşüm sistemleri
GeoSource heatpumps	Jeo kaynaklı ısı pompaları

Çizelge 4.1' de gösterildiği gibi, çok farklı isimlerle bilinen bu ısı pompaları, mevcut çalışma boyunca "Yer kaynaklı Isı Pompaları" olarak anılacaktır. Bununla beraber, bazı isimler, özel uygulamayı daha belirgin açıklamak için kullanılır.

4.2. Isı Pompaları ve Isı Pompası Tesislerinin Adlandırılması

Isı pompaları tesisleri, ısı kaynağının ve ısıdan yararlanma tesisinin türüne göre, DİN 8900' de sınıflandırılmıştır.(Eickenhorst,1982) Şekil 4.1' de gösterilen ısı pompası veya ısı pompası tesisinin adlandırılmasında, ilk yerde soğuk taraftaki ısı taşıyıcısı ve ikinci yerde ise, sıcak taraftaki ısı taşıyıcısı kullanılır (Çizelge 4. 2).

a-Hava/Su-Isı Pompası Isı kaynağı olarak havanın kullanıldığı ve ısı pompasının sıcak tarafında suyun dolaştırıldığı bir cihaz söz konusudur. Bu suyla, örneğin; döşemeden ısıtma sistemine ısı verilir.



Şekil 4.1. Isı pompalarının ve ısı pompası tesislerinin adlandırılması

b-Toprak-Su Kaynaklı Isı Pompaları

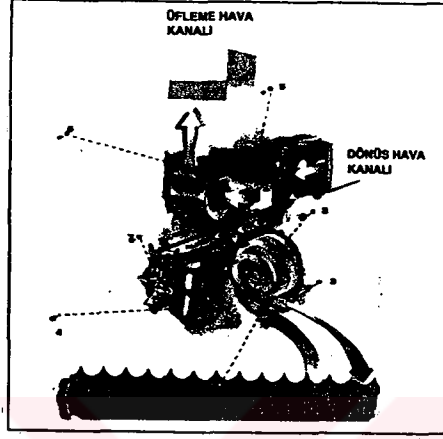
Toprak-su kaynaklı ısı pompaları (TSKIP), toprağın veya yeraltı suyunun yaz ve kış aylarında hemen hemen sabit denebilecek sıcaklıktaki (7 ila 22 °C arasında değişebilen) enerjisinden faydalanmak suretiyle kışın ısıtma, yazın ise soğutma amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Yazın mahalden alınan ısı, bir ısı pompası yardımıyla toprağa veya yeraltı suyuna aktarılırken, kışın mahalli ısıtmak için gerekli ısıyı yine aynı cihaz vasıtasıyla topraktan veya yeraltı suyundan çekebilmek mümkündür.

Şekil 4.2'de tipik bir jeotermal kaynaklı ısı pompası (TSKIP) Sisteminin nasıl çalıştığı gösterilerek, sistemin elemanları aşağıda açıklanmıştır.

(1)'de yeraltı suyu (genellikle 7 ila 22 °C arasında) TSKIP sına pompalanmaktadır.

(2) nolu gazdan suya ısı değiştiricisinde soğutkan (genellikle R-22) pompalanan yeraltı suyu ile yazın yoğunlaştırılmakta, kışın ise buharlaştırılmaktadır. Isı değiştiricisinde yeraltı suyu (ısıtma durumunda) yaklaşık 5 ila 8 °C arasında soğutulmakta, (soğutma durumunda ise) yine 5 ila 8 °C

arasında ısıtılarak geri pompalanmaktadır (3). Kompresör (4) gaz halindeki soğutkanı sıkıştırarak basıncını arttırmaktadır. Gazdan havaya ısı değiştircisinde (5) mahalden dönüş havası yazın soğutulurak, kışın ise ısıtılarak üfleme kanal sistemine (6) nolu fan yardımıyla üflenmektedir. (7) nolu dört yollu vana (reversing valf) soğutkanın akış yönün değiştirerek (5) nolu ısı değiştircisinde yazın soğutma, kışın ise ısıtma yapılmasını düzenlemektedir. Isı değiştircilerinin girişinde soğutkanı yüksek basınçlı sıvı fazından alçak basınçlı gaz fazına geçirmek suretiyle soğutmayı sağlayan genleşme (veya kısılma) elemanı şekilde gösterilmemiştir. (Ghpc ,1999)



Şekil.4.2.Jeotermal kaynaklı ısı pompası

Görüldüğü üzere, bu sistemin daha aşına olduğumuz Hava Kaynaklı Isı Pompası (HKIP) sisteminden tek farkı (3) nolu ısı değiştircisinin soğutkandan havaya değil soğutkandan suya tipinde bir ısı değiştircisi olmasıdır. Böylelikle, TSKIP' larında soğutkanın yoğuşturulması (yazın), veya buharlaştırılması (kışın) hava yerine su ile yapılmaktadır. Çevrimin diğer aşamalarında TSKIP ile HKIP arasında hiç bir fark olmamaktadır.

Toprak-Su Kaynaklı Isı Pompası (TSKIP) Sisteminin Avantajları

TSKIP Sisteminin diğer ısıtma/soğutma sistemlerine göre avantajları aşağıda belirtilmiştir.

1-Temizlik-Çevre kirliliği yaratmaz.Fosil yakıtlı ısıtma sistemleri ile kıyaslandığında, TSKIP sistemlerinin çevre kirliliği yaratan karbonmonoksit, karbondioksit ve NOx emisyonu olmadığı için çevre temizliğine olumlu etkisi vardır. Elbette, HKIP sistemleri de TSKIP gibi çevre kirliliği yaratmazlar.

2-Yüksek Verim-Düşük İşletme Maliyeti

TSKIP'nın ısıtma/soğutma verimleri, HKIP' larına göre daha yüksektir. COP olarak bilinen Performans Katsayısı, yani bir kW elektrik enerjisi tüketimiyle elde edilen ısıtma/soğutma gücü, HKIP'larında 2.8 ila 3.0 arasında değişirken, TSKIP sistemlerinde 4.0 ila 5.0 arasında

değişmektedir. Elbette tasarım aşamasında, gerçek venm hesabı için proje dizayn şartları ve cihaz imalatçısı tarafından verilen performans tabloları baz alınarak mukayese yapılmalıdır.

3- Üstün Konfor Kalitesi-Isıtmada Süreklilik

HKIP'ları mahalli ısıtmak için gerekli enerjiyi dış havadan sağladığı için, performansları dış hava sıcaklığına bağlıdır. HKIP'larının sağladığı ısıtma gücü ihtiyaçla ters orantılıdır. Yani dış hava sıcaklığı azaldıkça mahali ısıtmak için daha fazla ısıtma kapasitesine ihtiyaç duyulurken, HKIP'sının sağlayabildiği ısıtma gücü azalmaktadır. Ayrıca, dış hava sıcaklığının +5 °C ın altına düştüğü coğrafi bölgelerde, HKIP'sının dış ısı değiştirici yüzeyi buzla kaplanmakta ve oluşan buzu çözmeye yarayan defrost mekanizmasının aktive olduğu periyotlarda mahale soğuk hava üflenmektedir. Bu da mahal sıcaklığının dalgalanmasına neden olduğu için ortamın konfor şartları zaman zaman bozulabilmektedir.

Oysa, TSKIP'lan kışın ortamı ısıtmak için sağladıkları ısıtma enerjisini toprağın veya yeraltı suyunun hemen hemen sabit denebilecek stabil sıcaklığından aldıkları için, bu sistemlerde HKIP olduğu gibi soğuk üfleme (cold blow effect) ile buz çözme (defrost cycle) olayları yaşanmamaktadır. Dolayısıyla HKIP'larına göre daha konforlu bir ısıtma sağlamaktadırlar.

Yeraltı suyu en stabil sıcaklık karakterine sahiptir. Bununla birlikte toprak da (yerin 1.5m altındaki derinlikte bile) daha kararlı bir karakter sergilerken havanın sıcaklık değişimi en kararsız karakteri göstermektedir. Elbette toprağın daha derinine inildiğinde sıcaklık kararlılığı artacaktır.

4-Uygulama Esnekliği-Çok Çeşitli Tipte ve Modelde Cihaz Üretimi

TSKIP sistemleri imalatçılar tarafından birçok değişik tip ve model olarak üretilmektedirler.

Bunlardan bazıları aşağıda sıralanmıştır.

- Kanallı tip paket TSKIP ları
- Çatı tipi TSKIP ları
- Kanallı tip Split TSKIP ları
- Yer-Tavan tipi montaja uygun konsol tip TSKIP ları
- Sudan Suya TSKIP (Fan coil sistemleri için)
- Kullanım sıcak suyunu da üretebilen TSKIP'lan (Desuperheaters)

Bu alternatifler sayesinde TSKIP larından birçok projede yararlanma şansı bulunabilmektedir.

TSKIP'larının projelerde kullanım şansını artıran bir diğer özelliği de ısıtma konumundan soğutma konumuna geçme işlemi her an otomatik veya el kontrolü ile yapılabildiği için dört borulu fan coil sistemlerinin sunduğu konfor avantajına benzer bir uygulama yapmak mümkün olmaktadır.

Ayrıca kapasite bakımından da TSKIP ları geniş bir aralıkta imal edilebilmektedirler. 7.000 BTU/h ila 400.000 BTU/h arasındaki kapasitelerde ürün bulabilmek mümkündür.(Infiniti ,2000)

Toprak-Su Kaynaklı Sistemlerin Çeşitleri

TSKIP larında toprağın veya yeraltı suyunun enerjisinden yararlanmak için iki yöntem kullanılmaktadır.

- a. Açık Sistemler (open loop)
- b. Kapalı Sistemler (closed loop)

a.Açık Sistemler

Kuyu, artezyen, göl, nehir gibi açık bir su kaynağından elde edilen suyun, bir hidrofor sistemi ile TSKIP sına pompalanması suretiyle suyun sahip olduğu enerjiden doğrudan faydalanmak esasıyla çalışan sistemlerdir. Su kaynaklarına yakın ve suyun korozif özelliğini fazla olmadığı durumlarda rahatlıkla kullanılmaktadırlar. Sudan doğrudan yararlanıldığı için verimleri kapalı sistemlere göre daha yüksektir. Ayrıca kapalı devrelerde olduğu gibi ilave bir yeraltı ısı değiştiricisi gerektirmediği için ilk yatırım maliyeti daha az olmaktadır. Ancak suyun korozif etkilerini ve ısı değiştiricilerinin kirlenme riski azaltmak için cihaz girişlerinde özel filtreler ve korozyona daha dayanıklı tip özel alaşımlı (cupronikel) ısı değiştiricilerine gereksinim vardır. (Şekil 4.3,4.4)

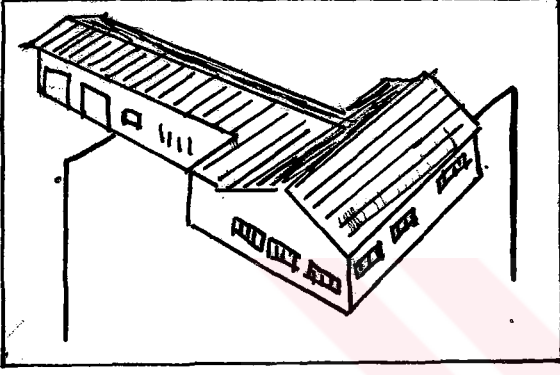
b.Kapalı Sistemler

Açık su kaynağının mevcut olmadığı yerlerde genellikle polipropilen borulardan yapılan boru demeti (yer altı ısı değiştiricisi) toprağa yatay ve dikey olarak (Şekil ...görüldüğü gibi) daldırılarak toprağın veya yer altı suyunun enerjisinden faydalanılmaktadır.Yatay uygulama genellikle arazinin büyük olduğu projelerde uygulanmakta olup, ısı değiştiricisi boruların toprağın 1.5 ila 2 metre altına döşenerek üsu nün yine toprakla doldurulması suretiyle oluşturulmaktadır.

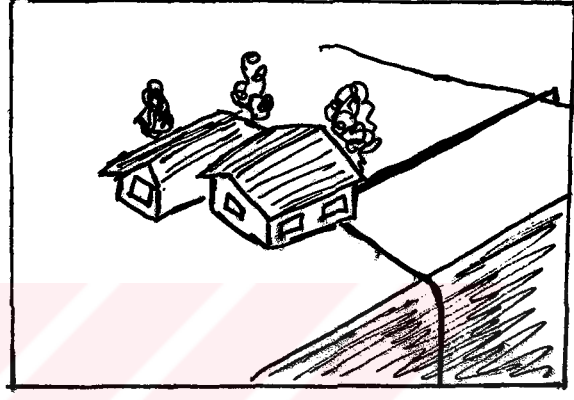
Dikey uygulamalarda ise, yer altı ısı değiştiricisi, arazinin geniş olmadığı projelerde genellikle 100 ila 150 mm çapında yaklaşık 80 ila 100 m derinlikte açılan kuyular içerisine daldırılan boru demeti ile oluşturulmaktadır.

Kapalı sistemlerde genellikle boru içerisinde antifrizli su karışımı geçirilerek donmaya karşı önlem alınmaktadır.

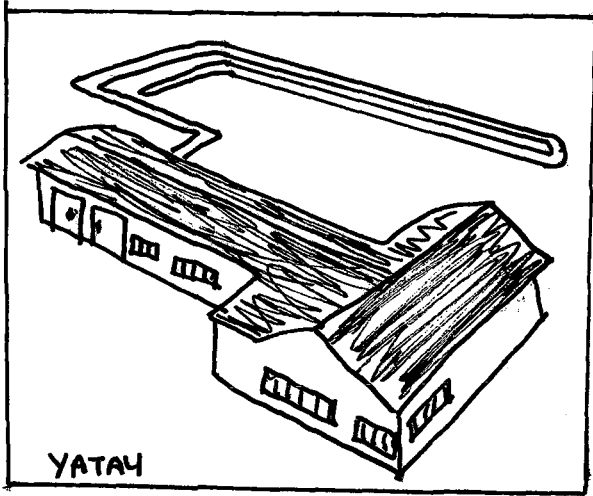
Kapalı devrelerin ilk yatırım maliyeti açık devrelere göre daha yüksek olmakla beraber, JKIP sınırı içindeki soğutkandan suya tipindeki ısı değiştiricisinin kirlenme ve korozyona uğrama süresi çok daha uzun olmakta, bu da bakım ve onarım masraflarının azalmasına neden olmaktadır.(Şekil 4.5,4.6,4.7,4.8,4.9,4.10)



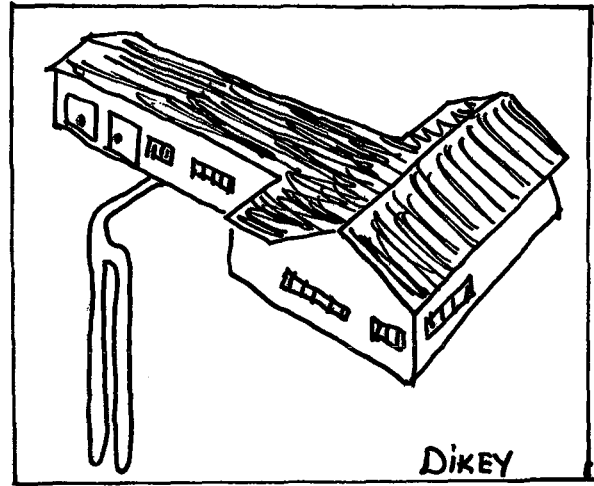
Şekil 4.3 Yer altı kaynağından emme basma sistemi



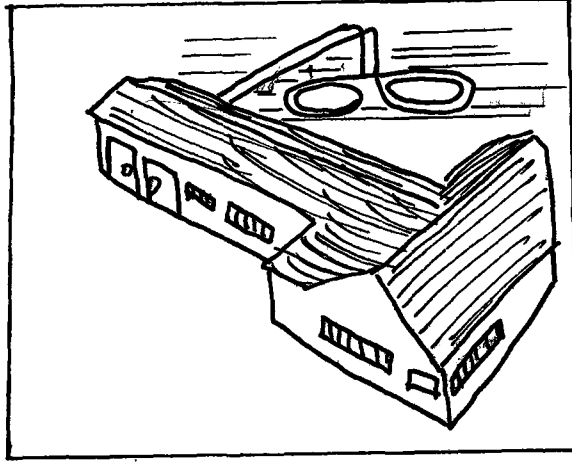
Şekil 4.4 Deniz, göl v.s.'den emme basma sistemi



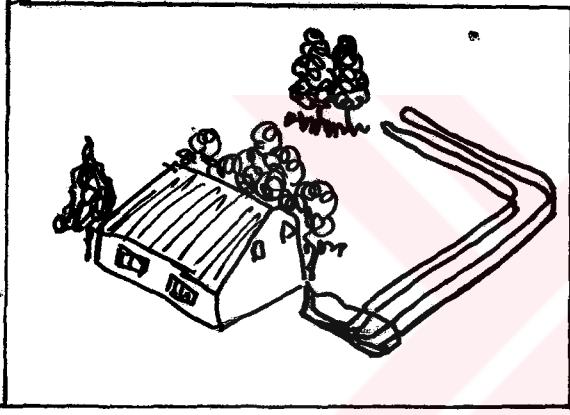
Şekil 4.5 Toprak altına tek kat serme



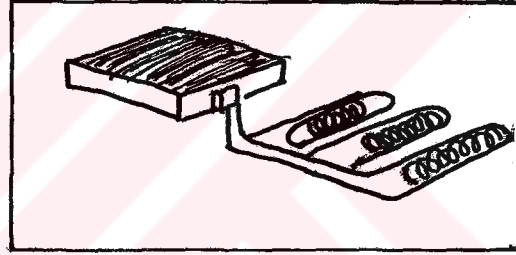
Şekil 4.6 Toprak altına sondaj



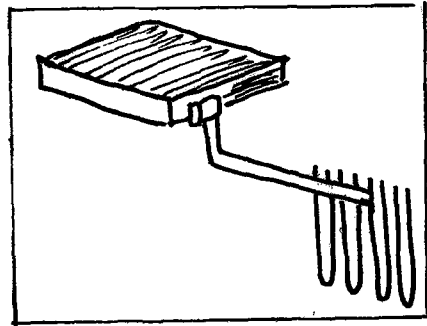
Şekil 4.7 Deniz , göl v.s altına serme



Şekil 4.8 Toprak altına çok kat serme



Şekil 4.9 Toprak altına spiral serme



Şekil 4.10 toprak altına paralel sondaj

Çizelge 4. 2. Isı pompalarının ve ısı pompası tesislerinin adlandırılması

ISI TAŞIYICISI			ADLANDIRMA	
Isı Kaynağı	Soğuk Taraf	Sıcak Taraf	Isı Pompası	Isı Pompası Tesisi
Toprak	Salamura	Hava	Salamura/Hava	Toprak/Hava
Toprak	Salamura	Su	Salamura/Su	Toprak/Hava
Güneş	Salamura	Hava	Salamura/Hava	Güneş /Hava
Güneş	Salamura	Su	Salamura/Su	Güneş /Su
Su	Su	Su	Su/Su	Su/Su
Su	Su	Hava	Su/Hava	Su/Hava
Hava	Hava	Su	Hava/Su	Hava/Su
Hava	Hava	Hava	Hava/Hava	Hava/Hava

4.3.Yer Kaynaklı Isı Pompalarının Yararları ve Sakıncaları

YKIPları, alışlagelmiş ısıtma ve soğutma yöntemlerine seçenek oluşturma, yerel hava kalitesine katkı sağlama, enerji temin sorunlarını çözmeye yardımcı olma, enerji giderlerini azaltma, tasarım esnekliği sağlama gibi bir dizi yararları vardır. Bunun yanı sıra; ilk yatırımının daha yüksek olması, performansının; toprak ısı değiştiricisine ve ekipmana bağlı olması gibi sakıncaları da vardır Aşağıda, bunlar belirtilecektir. (Bose,1993)

4.3.1. Yararları

a)Yüksek Etkinlik ve Kararlı Kapasite

YKIPları uygun şekilde tasarlandığı zaman, çevrimlerdeki sıvı sıcaklığı, ekipmanın; alışlagelmiş hava kaynaklı ısı pompaları ve fosil yakıtlı düzeneklerden daha fazla yüksek bir etki katsayısıyla ve ekonomik olarak işletilmesini sağlar Soğuk su, sıcak hava yerine ekipmanın kondenserine beslenir, böylece kompresör daha düşük güç ihtiyacı gerektirerek, düşük soğutucu akışkan basınç farklarında işletilir. Isıtma modunda, dış havadan daha fazla sıcak olan sıvılar, evaporatördeki (buharlaştırıcıdaki) soğutucu akışkana ısı verirler Bu ise; daha yüksek kapasite ve hava sıcaklığı sağlar. Çevrim sıcaklıkları, dış hava sıcaklıklarıyla çok az değişir. Bu yüzden kapasitesi kararlıdır. YKIPları, aynı zamanda, daha büyük yapılarda yaygın olarak kullanılan merkezi ve değişken-hava debili sistemlere kıyasla, çok daha küçük fan ve pompa enerjisi gerekli kılar.

b)Konfor ve hava kalitesi

YKİPları, gizli soğutma kapasitesini içermeden, yüksek etki katsayısı sağlarlar. “Yüksek etki katsayısının, kompresörün basma basıncının emme basıncına oranının azaltılmasıyla elde edildiğini” tekrar hatırlatmakta büyük yarar vardır. Dış hava sıcaklığı, basma basıncının daha düşük limitini gösterdiği için, bazı imalatçılar etkinliği yükseltmek için emme basıncını artırırlar. Bu, konfor ve iç hava kalitesi sorunlarını bir bütün haline getiren, zayıf nem almaya yol açar. Bu sorunlar, özellikle, yüksek dış hava gerektiren halk ve ofis binalarında artış gösterir. YKİPlarında sık sık, birçok uygulamada belirgin olan ayrı nem alma veya gizli ısı geri kazanım ekipmanı olmadan, nemlendirme sorunlarıyla etkin bir şekilde uğraşılır. YKİPları ayrı zamanda, ısıtma modunda sıcak, konforlu hava verir.

c) Basit kontroller ve ekipman

Karmaşık kontroller, konforu ve kısmi yükteki etkinliği sağlamak için gerekli değildir. YKİPsı sistemin giderini düşürmek için, pahalı ve özel cihazların kullanılmaması önerilir. Her zonda, optimum konforu sağlamak için yerel olarak kontrol edilebilen ayrı bir ısı pompası vardır. Hava debisi, sabit hacimde olup, merkezi kontrol sadece su pompasındaki isteğe bağlı değişken hızlı sürücüdür. Günümüzde, gider açısından en etkin ve verimli ekipman, yüksek verimli kompresörleri, alışlagelmiş havalı serpantinleri, düşük sıcaklık yaklaşımı olan sulu serpantinleri, termostatik genişleme valfleri ve yüksek verimli fanları/motorları olan su/hava ısı pompalarıdır.

d)Düşük bakım gideri

YKİPları, dış ünite olmadan kurulabilirler. Böylece, korozyon ve hava etkisiyle oluşan değişiklikler, olağan sorunlar değildir. Tüm ısı pompası ekipmanı, iç ünite şeklindedir. Ekipman, alışlagelmiş ekipmanla ortaya çıkan yüksek veya düşük soğutucu akışkan basınçlarıyla asla karşı karşıya kalınmaz. Çoğu sistemde, yüksek bakımlı soğutma kulelerinden kaçınılabilir.

e) Hiçbir ilave ısıtma ihtiyacı gerektirmemesi:

YKİPlarının kapasitesi her zaman, ticari ve kuruluşa ait yapılarda zon ısıtma ihtiyacını aşar. Isıtma modu, dönüşüm vanasıyla (termostatla) kolayca gerçekleştirilebilir. Isıtma etkinliği ve ekonomisi, alışlagelmiş ekipmandan üstündür.

f) Düşük giderli su ısıtması

Çoğu ticari yapılarda (hatta soğuk iklimlerde) soğutma sistemiyle yutulan iç yüklerden ortaya çıkan atık ısı söz konusudur. Bu atık ısı, su ısıtma ihtiyaçlarını karşılamak için, YKIPlarıyla kolayca pompalanabilir. Bu; seçilen ısı pompalarındaki ısı geri kazanım serpantinleriyle veya bu amaçla kullanılan su/su ısı pompalarıyla yapılabilir. Gideri çok düşük olan ısıtma yöntemine ilaveten, ısı geri kazanımıyla, toprak ısı değiştiricisi için gerekli olan boyut azaltılabilir. Çünkü; ısının çoğu, kritik soğutma modunda toprak ısı değiştiricisine girmeden önce çekilir.

g) Hiçbir dış ünite ekipmanı gerektirmemesi

Çoğu YKIPlarında, göze hoş görünmeyen dış ünite gerekli değildir. Böylece, diğer kullanımlar için boş hacim sağlanır ve alışlagelmiş dış üniteyle oluşabilecek emniyet sorunları ile olası zararlar ortadan kaldırılır. Bu özellikle, okul uygulamalarında büyük önem taşır. Çünkü; çocukların dış üniteye girişini kısıtlamak için özel önlemlerin alınması gereklidir. Servis bakımından iç üniteli ısı pompalarına, genellikle kolayca ulaşılabilir.

h) Paket şeklinde soğutucu ekipman

Su/hava ve su/su ısı pompalarının, kendi içinde bulunan soğutma sistemleri vardır. Bu; soğutucu akışkanın uygun olmayan saha doldurması veya bağlantıları nedeniyle, soğutucu akışkanın sızma ve arıza yapma olasılığını azaltır. Bu paket üniteler, aynı zamanda, alışlagelmiş ekipmanın soğutucu akışkan ihtiyacının sadece % 20 - % 70' ini gerektirirler.

i) Çevre dostu

EPA raporuna göre, YKIPları; “analiz edilen tüm teknolojilerin en düşük CO₂ emisyonları ve en düşük toplam çevre giderleri” olarak tanıtılmaktadır. İyi tasarlanan ve kurulan YKIPlarının etkinliğinin artması, gerekli olan enerji miktarını azaltır. Böylece, bundan kaynaklanan kirleticiler ve diğer emisyonlar azaltılır.

j) Tasarım esnekliği

YKIPları önemli ölçüde esneklik sağlarlar. Çünkü; değişik boyut ve yerleşim şekillerinde tasarlanabilir. Isı pompaları, çatı arası boşluğa veya küçük mekanik adalara konulabilir. Yapıda

oturanların veya zon yükleri değişince, ilave bir ekipman veya daha büyük ısı pompaları eklenebilir .

k)Düşük talep karakteristikleri

Yurt dışında, soğutmada ticari yapılarda kullanılan ekipman türlerine göre, kW/ton olarak talep azaltmaları söz konusudur.

1)Mükemmel ömür gideri

YKİPlarının ilk yatırımı yüksek olmasına rağmen, bir yapım-kullanım ömrü gider hesabı (life-cycle cost) yapıldığı zaman, YKİPlarını belirgin olarak öncü kılan üç karakteristik ortaya çıkar: (i) Enerji ve talep giderlerinin düşük olması, (ii) Bakım giderinin düşüklüğü ve (iii) Ekipman ömrünün uzatılması

m)İlerleme için çarpıcı potansiyel

Tasarımcılar ve ekipman imalatçıları, daha çok YKİP'nin performansının yararı üzerinde odaklanmıştır. Oysa, standart ekipman etkinliği, imalat giderlerinde önemli artışlar olmadan çarpıcı bir şekilde iyileştirilebilir. Sıcak su üretimi, soğutma ekipmanı entegrasyonu ve ısı depolama kullanımı, tam olarak araştırılmayan konulardır.

4.3.2.Sakıncaları

a)İlk Yatırım giderinin daha yüksek olması

Konaklama : Yatırım gideri, daima standart merkezi ekipmanın giderinin iki katıdır.

Ticari : Çatı üstü tek zonlu, sabit hava hacimliden % 20 - % 40 daha yüksektir.

•Multizonlu veya merkezi iki borulu soğutulmuş sulu sistemden % 0 - % 20 daha yüksektir.

•Dört borulu olandan % 0 - % 20 daha düşüktür.

b)Performansın, toprak ısı değiştiricisine ve ekipmana bağlı olması

Birçok kişi, sistem “jeotermal” olduğu için, daha iyi olması gerektiğini farz ediyor. Deneyimi olmayan kişiler ise, gideri yüksek ekipman olarak tanımlıyor ve toprak ısı değiştiricisinin tasarımı

ile montaj kalitesi nasıl olursa olsun, yüksek performansta işletilmesini bekliyor. Toprak ısı değiştiricisi giderleri aşırı görüldüğü zaman bilinen başka bir uygulamaya göre, düşük kaliteli ısı pompaları ve adi su dolaşımı sistemler olarak belirtiliyor.

c) Nitelikli (Ehliyetli) tasarımcıların sayısının sınırlı olması

HVAC tasarımcıları, daralan konstrüksiyon bütçeleri, artan standart istemleri ve giderek çoğalan yasal sorumluluk arasında sıkışmış durumdadır. Genellikle yapmak istedikleri son şey, “yeni” bir şeyi denemektir.

d) Nitelikli müteahhitlerin sayısının sınırlı olması

Uzman toprak ısı değiştiricisi müteahhidi olmak için gerekli olan ekipman ve zamana yapılan yatırım önemlidir.

e) HVAC ekipmanı satıcı karının az olması

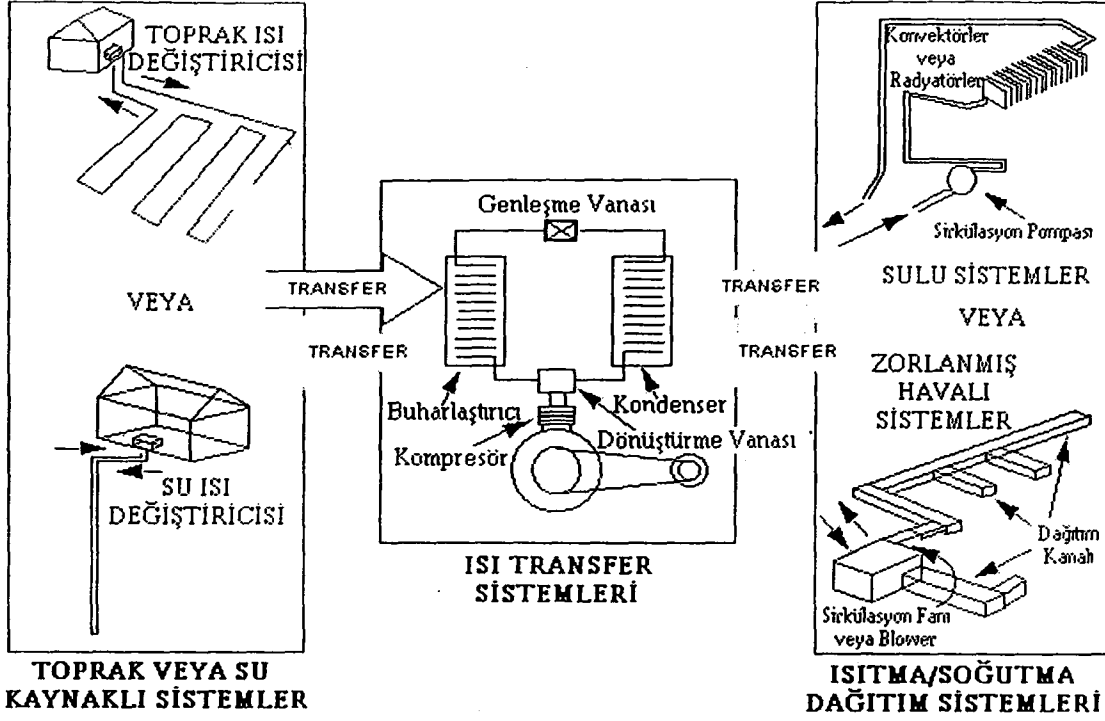
TKİPlarının satıcılar bakımından çekiciliği düşüktür. Bununla beraber, YKİPlarının basitliği, bu konuda çalışan mühendisi daha fazla bağımsız kılmaktadır. Böylece, ekipman satıcıları için iş başına toplam kar daha az olup, alışıl gelmiş ekipmanı satmak genellikle daha fazla yararlıdır. Ayrıca, Çizelge 4.3’ de; toprak ısı değiştiricisinin tipine göre, YKİPlarının yararları ve sakıncaları verilmektedir. (Afcesa, 1999)

Çizelge 4.3. YKIPlarının ısı değiştiricisi tipine göre yararları ve sakıncaları

SİSTEMLER	YARARLARI	SAKINCALARI
Yatay Toprak Isı Değiştiricili Isı Pompası	<ul style="list-style-type: none"> •Enerji tüketimi düşük •İşletme giderleri orta •Performansı hava/hava sistemlerden daha iyi 	<ul style="list-style-type: none"> •Kuru toprak, sudan daha az ısı kaynağı/ısı kuyusu •İlk yatırımı yüksek •Kaçakları bulmak ve onarmak zor •Pompalama giderleri • Çok fazla açık alan gerektirmesi
Düşey Toprak Isı Değiştiricili Isı Pompası	<ul style="list-style-type: none"> •Enerji tüketimi düşük •İşletme giderleri ortak • Performansı hava/hava sistemlerden daha iyi 	<ul style="list-style-type: none"> •kuru toprak, sudan daha az ısı kaynağı/ısı kuyusu •İlk yatırımı yüksek •Kaçakları bulmak ve onarmak zor •Pompalama giderleri •Derin kuyular çukur kazmaktan çok daha pahalı
Yüzey Suyuna Daldırılmış Isı Pompası	<ul style="list-style-type: none"> •Enerji verimli •İşletme giderleri orta •İlave ısı gerekemeyebilir. • Isı kaynağı/kuyusıcaklıkları göreceli olarak sabit •Hava kaynaklı ısı olduğu gibi, defrost çevrimi gerektirmez 	<ul style="list-style-type: none"> •Uygun su yerleri (göl, havuz gibi) sınırlı •Sistemin tıkanması, kirlenme, kabuklanma veya korozyon •Akıntı veya dalga etkisi, cihaza pompasında zarar verebilir. •İlk yatırımı yüksek •Pompalama gideri

4.4.Yer Kaynaklı Isı Pompasının Çalışma Şekli

YKIPları, iklimlendirme; ısıtma, soğutma ve nem kontrolü sağlar. Bunun yanı sıra, ya ilave ısıtma vererek ya da alışıla gelmiş su ısıtıcılarının yerine geçerek, sıcak su üretilebilir. YKIPları, ocaklarda olduğu gibi, kimyasal enerjiyi ısı enerjisine çevirmeden öte, ısının taşınmasıyla işler.



Şekil 4. 11. Yer kaynaklı ısı pompasının şematik gösterimi

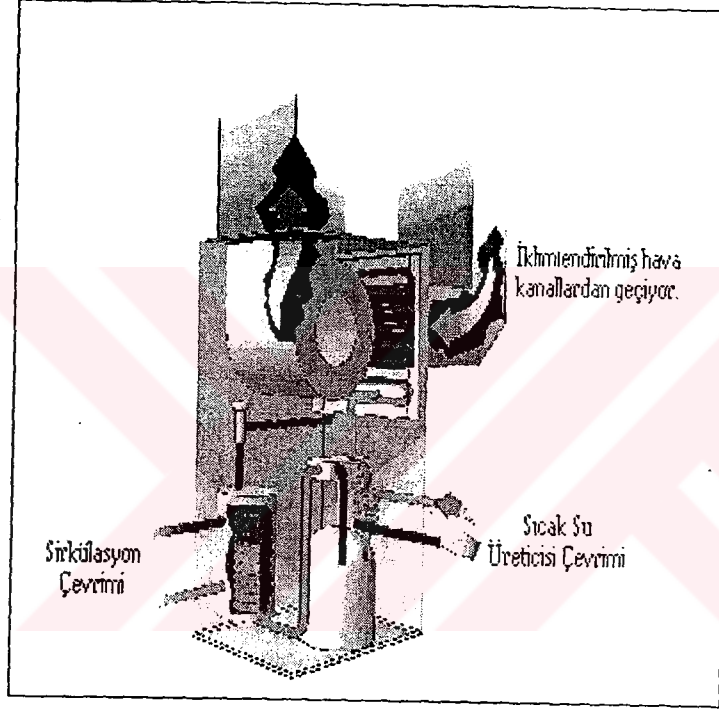
Bu sistemlerde (ısı pompası ısıtma/soğutma tesisi); üç ana alt sistem veya kısım vardır (i) Bina ile yer bağlantısı içinde dolaşan akışkanı taşımak için bir ısı pompası, (ii) Akışkan ile yer arasındaki ısıyı transfer etmek için bir yer bağlantısı (toprak/su ısı değiştiricisi/ısı kaynağı tesisi) ve (iii) Binayı ısıtmak veya soğutmak için gerekli olan alt sistem (ısıdan yararlanma tesisi). Aynı zamanda, bu sistemlerde binanın sıcak su ısıtıcısını desteklemek için bir düzenek (desuperheater, kızgın buhar soğutucusu) veya binanın sıcak su ihtiyaçlarının hepsini karşılamak için bir sıcak su üreticisi kullanılır.

Isıtma modunda, ısı YKIPsıyla, toprak veya su ısı değiştiricisine (TSIDne) bağlanan devrede dolaşan akışkandan çekilir ve genellikle, hava kanalı sistemiyle, eve ya da binaya dağıtılır. Binadan çıkan daha soğuk hava, YKIPsına tekrar yollanır. Burada, TSIDne giden akışkanı soğutur. Daha sonra, akışkan, TSID içinden geçerken, tekrar ısınır.

Soğutma modunda ise, proses ters olarak gerçekleştirilir. TSIDnden gelen göreceli olarak soğuk akışkan, binadan ısıyı yutar ve bu ısıyı, toprağa transfer eder.

a) Yer kaynaklı ısı pompası

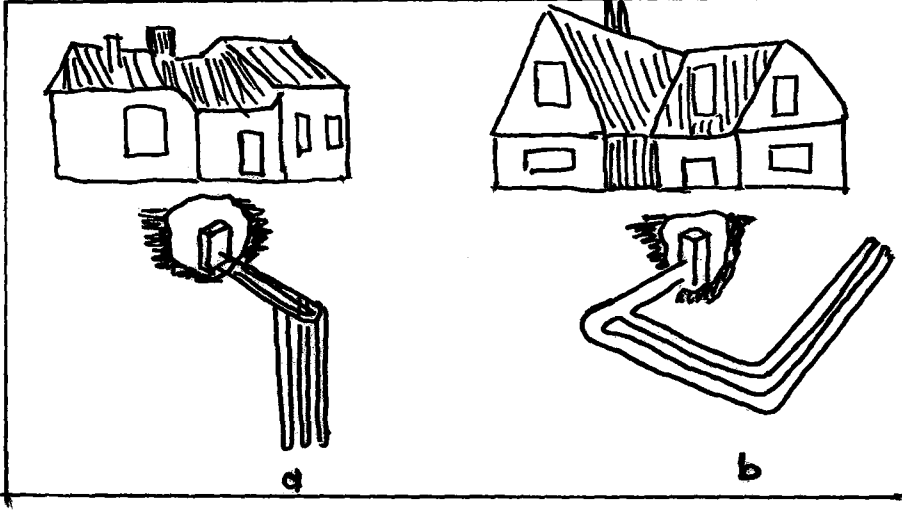
Şekil 4.11' de gösterildiği gibi YKİPsı tek bir kabine içinde paketlenmiş olup, kompresör, soğutucu akışkan ısı değiştiricisini ve kontrol elemanlarını içerir. Aynı zamanda, hava kanalı kullanılarak ısıyı dağıtım sistemlerinde; hava yonlendiricileri fan, filtre, soğutucu akışkan/hava ısı değiştiricisi ve iklimlendirme sistemi için kondens boşaltma sistemi bulunur Evlerdeki YKİPları, genellikle bodrum katına, tavan arasına veya küçük odalara konur Ticari uygulamalarda, asma tavan üstüne asılabilir veya ayrı bir konsola da konulabilir.



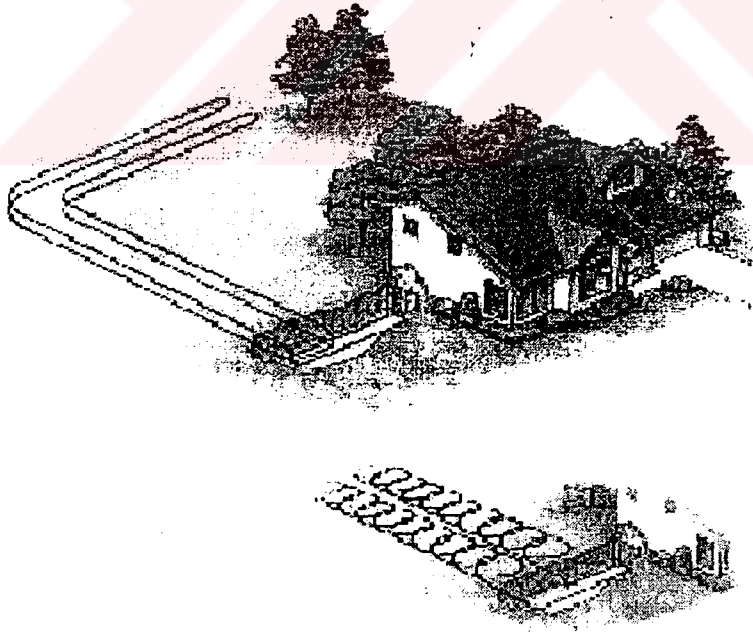
Şekil 4. 12. Bir YKİPsı kesit görünüşü

b) Toprak veya su ısı değiştiricisi (Isı kaynağı tesisi)

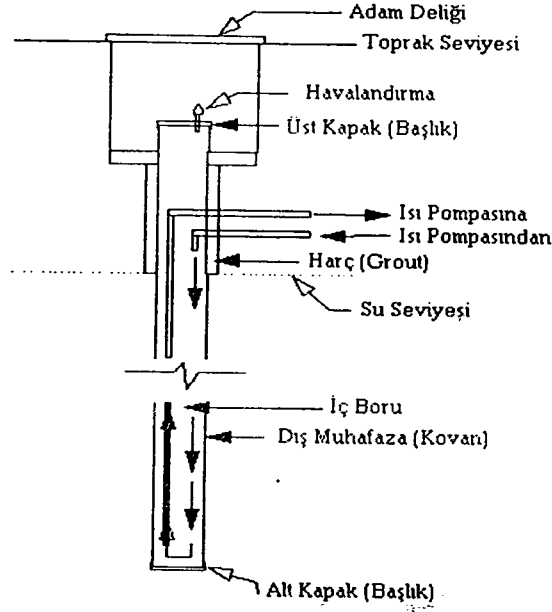
Bu ısı değiştiricisi, toprağa gömülmüş veya herhangi bir su kaynağına (kuyu, göl, gibi) daldırılmış borulardan oluşur. Bu sistemlerde, ya yatay olarak yada düşey olarak (Şekil 4.12,4.13,4.14,4.15 ve4.16) gömülmüş/daldırılmış polietilen boru serpantini kullanılır.



Şekil 4.13. Kapalı çevrimli sistem: (a) Düşey ve (b) Yatay

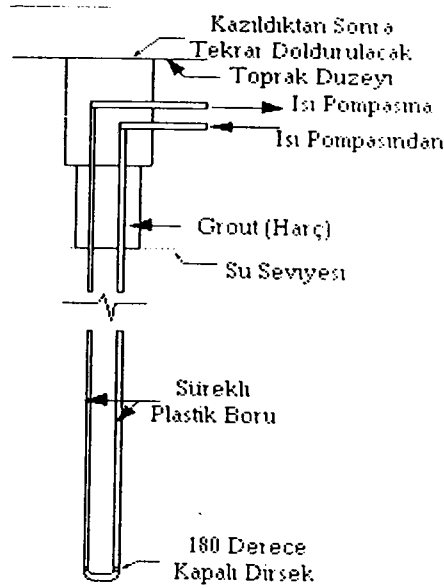


Şekil 4.14. Yatay toprak ısı değiştiricisinin bazı uygulama örnekleri



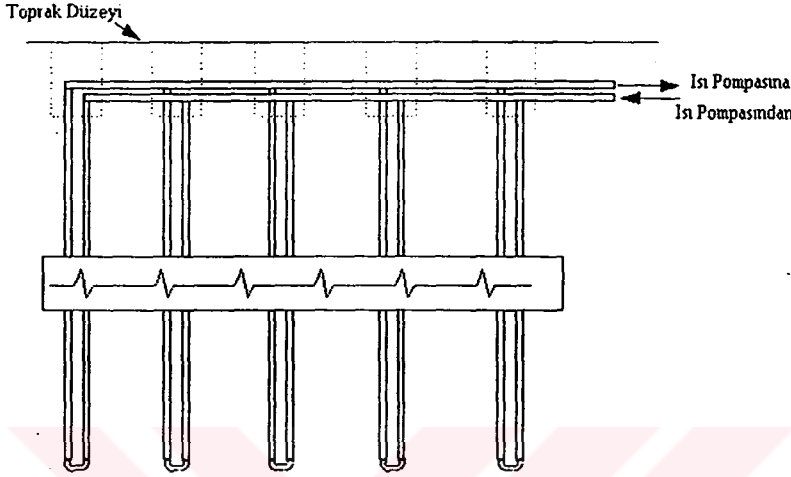
Şekil 4.15. Düşey toprak ısı değiştiricisi kesit resmi (kapalı-dış muhafazalı)

Yerden (toprak veya su) geçerken ısıtılan veya soğutulan alkol/antifriz esaslı bir su eriyiği, borular içinden geçer. Direk genişmeli sistemler denilen, bazı sistemlerde, ısı pompasının soğutucu akışkanı, toprak veya su ısı değiştiricisinin içinden geçer. Böylece, su eriyiği, ilave pompa ve ısı değiştiricisi ihtiyacı gerekmez. Bu direk genişmeli sistemlerde, bakırdan yapılmış serpantinler kullanılır ve hiçbir ısı değiştiricisi olmadığı için, daha fazla verimlidir. (Afcesa,1999)



Şekil 4.16. Düşey toprak ısı değiştiricisi kesit resmi (Kapalı çevrim)

Düsey toprak veya su ısı değiştirici (TSID) sisteminin paralel birçok düsey serpantinlerden oluşturulması mümkündür (şekil 4. 17). Bu yerleşimde, daha küçük çapta borular kullanılır ve tek bir düsey sistem gibi daha derin olarak konulmazlar veya yatay bir sistem gibi daha fazla alan gerektirir.



şekil 4.17. Düsey toprak ısı değiştiricilerinin paralel bağlanması

c)Dağıtım sistemi (Isıdan yararlanma tesisi)

Birçok evsel YKİP'sı sisteminde, sıcak veya soğuk havayı dağıtmak ve nem kontrolü sağlamak için, alışıla gelmiş hava dağıtım kanalları kullanılır. Birkaç sistemde, bir veya daha fazla fan-coil unitesi, radyatörler veya döşemededen ısıtma sistemi söz konusudur. Uygun şekilde tasarlanmış, kurulmuş ve sızdırmaz hava kanalları, sistemin veriminin sağlanması için önemlidir. Kanallar yalıtılmalıdır ve mümkün olduğu yerde, yapının ısı zarfı (iklimlendirilen hacmin) içinde olmalıdır.

Okullar ve ofisler gibi büyük ticari yapılardaki sistemlerde sık sık farklı yerleşim kullanılır. Çoklu ısı pompaları (belki her bir sınıf veya ofis için bir adet), yapının içindeki bir çevrimle aynı toprak ısı değiştiricisine bağlanır. Bu şekilde, yapının her bir alanının ayrı olarak kontrolü yapılabilir. Yapının gölgesi tarafındaki ısı pompaları ısıtma yaparken, güneşli tarafındakiler ise, soğutma sağlarlar. Bu yerleşim çok ekonomiktir. Çünkü; sadece yapının ısıtma ve soğutma ihtiyaçları arasındaki fark için ısı kaynağı veya ısı kuyusu olarak kullanılan toprak ısı değiştiricisiyle, ısı; yalnızca yapının bir alanından diğer alanına transfer edilecektir .

d)Su ısıtma

Sıcak, nemli iklimlerde, sıcak kullanma suyu için soğutucu akışkan çevriminin yüksek basınçlı tarafına bir ısı değıştircisinin konulması önerilir. Bu cihaz, genellikle, soğutma modunda veya ısıtma modunda fazla ısıtma kapasitesiyle (güney iklimlerde mevcut olan) sıcak su elde etmek için kompresörün kullanıldığı kızgın buhar soğutucularıdır (desuperheater). Bu ısı değıştircisi kompresör çıkışına konulur. Sıkıştırılan gazdan ortaya çıkan fazla ısıyı, evin sıcak su tankına giden bir su hattına transfer eder. Yazın, iklimlendirme sık sık yapıldığı zaman, kızgın buhar soğutucusu; ev sakinlerinin ihtiyacı olan tüm sıcak suyu sağlar. Bununla beraber, kızgın buhar soğutucusu; kış süresince daha az sıcak su sağlar ve sistem işletilmediği zaman, ilkbahar ve sonbahar süresince hiç sıcak su sağlamaz.

Bugün kurulan konutsal ölçekte birçok sistem, ısı veya iklimlendirme yapıldığı zaman sıcak kullanma suyu elde etmek için, kızgın buhar soğutucusu ile donatılır. Daha büyük ısı değıştircileri ve ısıtma suyu için kullanılacak soğutucu akışkan devresinin tüm yoğuşma kapasitesinden yararlanmayı mümkün kılan kontrol mekanizmaları olan üniteler piyasada bulunmaktadır.(Kavanaugh,1989)

5.KLİMA SİSTEMLERİNDE ISITMA ALTERNATİFLERİ

Klima sistemlerinde soğutma fonksiyonu genellikle tüm sistemlerde aynı prensiple gerçekleşmesine rağmen ısıtma fonksiyonu birkaç değişik yöntemle yapılmaktadır. Bunlar, ana başlıklar halinde özetlendiğinde;

3.1 Isı Pompalı Sistem (HEAT PUMP),

3.2 Elektrik Isıtıcı Sistem.

3.3 Sıcak Su Bataryalı Sistem,

3.4 Isı Geri Kazanım ile ısıtma

Aşağıda bu sistemlerin genel tanımı, avantaj ve dezavantajlarının karşılaştırılması verilmiştir.

Ayrıca sıcak su bataryalı sisteme ait sistem açıklaması da sunulmuştur.

5.1.Isı Pompalı Sistem (HEAT PUMP)

Yazın kullanılan kompresörlü soğutma fonksiyonunun bir valf yardımıyla kışın tersine çevrildiği bir sistemdir.Prensip olarak dış havanın sahip olduğu ısı enerjisinin iç ortama pompalanması, sistemin temel ilkesini oluşturur.

Avantajları:

1-Kışın dış havanın $+5^{\circ}\text{C}$ 'ın üzerinde olduğu durumda çok ekonomik, kompakt bir sistemdir. Dolayısıyla sıcak iklim kuşağında ideal çözüm olmaktadır. Soğuk iklimlerde, ısıtma özelliği istisnalar haricinde sadece yedekleme amacıyla kullanılabilir.

2-Yaz/kış dönüşümü için bir butona basmak yeterlidir. Hızlı devreye alınabilmesi açısından konforludur.

3-Temiz bir ısınma yöntemidir. Herhangi bir yakıtın yanması söz konusu olmadığı için çevre kirliliği yaratmaz.

4-Cihazların işletme kolaylığı (sıcak su v.b bir akışkan ihtiyacı olmadığı için) en üst düzeydedir.

5-İlave bir ısıtma boru ve tesisat elemanı gerektirmezler.

Dezavantajları:

1-Kışın dış havanın $+5^{\circ}\text{C}$ 'ın altına düştüğü bölgelerde, ısıtma verimi ve kapasitesi ani olarak düşmektedir. Dolayısıyla bu soğuk iklim kuşaklarında takviye elektrikli ısıtıcı v.s gerektirmektedir.

2- Kışın dış ünitenin donması sebebiyle oluşan buzun eritilmesi için sistem otomatik olarak defrost konumuna geçer ve bu süre içerisinde içeriye (bir kaç dakika süre ile) soğuk hava üflenmesi mecburiyeti vardır.

5.2. Elektrik Isıtıcı Sistem

Isı pompalı sisteme takviye olarak veya yalnızca elektrik ısıtıcısı kullanılarak kışın ısıtma yapılabilir.

Avantajları

- 1- Temizdir. Çevre kirliliğine neden olmaz.
- 2- Pratik ve kompakt bir sistemdir. Bir butona basarak soğutmadan ısıtmaya geçmek mümkündür. Hızlı devreye alınabilmesi açısından konforludur.
- 3- Cihazların işletme kolaylığı (sıcak su v.b bir akışkan ihtiyacı olmadığı için) en üst düzeydedir.
- 4- İlave ısıtma boru, vana ve benzeri tesisat gerektirmezler.

Dezavantajları:

- 1- Elektrik tüketimi fazladır. Isıtma için pahalı bir yöntemdir.
- 2- Elektrikli ısıtıcılar asma tavan ve benzeri kapalı yerlerde, yangın riski oluşturur.

5.3.Sıcak Su Bataryalı Sistem

Soğutma sistemine ilave olarak iç ünite de bir sıcak su bataryası ve sıcak su üreticisi (kombi, kat kaloriferi gibi) kullanmak suretiyle soğutma sisteminde bir değişiklik yapılmadan kışın ısıtma yapılabilmektedir.

Avantajları

- 1-Isı pompası sisteminde (Heat Pump) olduğunun aksine, ısıtma kapasitesi ve verimi dış havaya bağlı olarak değişmez. Anlık ihtiyacı gerektiğinde ve konforu bozmadan sağlar.
- 2-Yine ısı pompası sisteminde olduğu gibi defrost olayı söz konusu değildir. Isıtmada süreklilik vardır.
- 3-Sıcak su üreticisinden aynı anda kullanım sıcak suyunu (mutfak, banyo ihtiyaçları için) elde etmek mümkündür.
- 4-Yaz/kış dönüşümü pratik ve kolaydır. Bir butona basarak soğutmadan ısıtmaya geçmek mümkündür. Sadece merkezi sıcak su üreticinin çalışır durumda olması sağlanmalıdır.
- 5-Kanallı sistemlerde, soğutma için kurulu bulunan hava kanalı ve menfezlerden istifade edilir. Ayrıca radyatör, radyatör vanası ve boru tesisatı gerektirmez.
- 6-Kanallı sistemlerde, dış hava alınabildiği için,kışın ortamdaki kirli hava etkisi azaltılır.
- 7-Sıcak sulu olması nedeniyle elektrikli tiplere göre çok emniyetli bir (yangın riski yok!) sistem oluşturmaktadır.

Dezavantajları:

- 1- Isıtma için bir sıcak su üreticisine (kombi, kat kaloriferi, kalorifer kazanı gibi) ihtiyaç vardır. Ayrıca bir yakıt söz konusudur. (Doğalgaz, motorin, fuel oil v.s)
- 2-Fosil bir yakıt yakıldığında çevre kirliliğine yol açarlar. (Doğalgaz için söz konusu değil)
- 3-Ek ısıtma boru devresi gerektirirler.

5.4.Sıcak Su Isıtma Sistem Elemanları

Sıcak su bataryalı klima sisteminin diğer klima sistemlerinden en belirgin farkı, ilave olarak bir sıcak su ısıtıcısının gerekli olmasıdır. (Kombi. kat kaloriferi gibi)

5.4.1.Dış ünite

Yazın soğutma işleminin yapılabilmesi için gerekli olan kompresör, kondenser ve diğer soğutucu ekipmanı ihtiva eden paket grup.

5.4.2 İç ünite

Yazın soğutma işleminin gerçekleştiği soğutucu batarya, kışın ısıtma işleminin gerçekleştiği sıcak sulu ısıtıcı batarya ve sıcak/soğuk havayı ortama üfleyen fanın bulunduğu paket grup ve hava filtresi

5.4.3 Sıcak Su Üreticisi

Kışın ısıtma için gerekli olan suyun ve aynı zamanda kullanım sıcak suyunun (mutfak ve banyo için) üretildiği sıvı veya gaz yakıtlı kombi (veya kat kaloriferi ve kalorifer kazanı gibi)

5.4.4 Kontrol Ünitesi

Yaz/kış istenilen sıcaklığın ayarlanabildiği. üzerindeki zaman ayarı sayesinde çalışma ve durma zamanlarının programlanabildiği, iç ünite fan hızını, kompresörü, sıcak su ısıtıcısını kontrol eden elektronik kumanda cihazı.

Bu cihaz üzerinde dijital olarak ortam sıcaklığı, ayar sıcaklığı da görülebilmektedir.

5.4.5 Boru Tesisatı

-Dış ünite ile iç ünite arasındaki bakır borular:

Yazın soğutucu akışkanın dolaştığı boru tesisatıdır. Uygun çaplarda ve izoleli olarak kaynaklı çekilmekte veya hazır izoleli bakır borular kullanılmaktadır.

-Sıcak su ısıtıcısı ile iç ünite arasındaki borular (çelik, bakır, polipropilen v.s)

Kışın ısıtıcı akışkanın (sıcak suyun) dolaştığı boru tesisatıdır. Uygun çaplarda ve izoleli olarak çekilmektedir. Bu borular, siyah çelik borudan olduğu gibi, tercihe bağlı olarak bakır polipropilen, pvc v.b borulardan da yapılabilir. (İnfiniti klima,2000)



6.BİNA ISITMASINDA ISI POMPASI UYGULAMALARI

Isı pompalarının en yaygın kullanım alanı ev ısıtmaları ve klimalardır. USA'da özellikle ev sahiplerinin yaz aylarında soğutmaya, kışın ısıtmaya ve bütün bir yıl boyunca klimaya ihtiyaç duydukları piyasa tarafından kabul edilmiştir. Tersine çevrilebilir formu ve her iki rolü yerine getirebilme yeteneğindeki ısı pompaları yaklaşık 30 yıllık bir periyot içinde geliştirilmiştir.

Avrupa'da en alt düzeyde aile meskenleri için iklim koşulları genelde tam bir klima gerekli kılmadığı yada pratik olmadığı yerlerde, sadece ısıtma için ısı pompaları en çok ümit veren sistem gibi görülmektedir. Amaç ısıtma yeteneğini optimize etmektir. Bu yüzden örneğin sulu veya hava merkezi ısıtma sistemlerindeki gibi fosil yakıtla yanan aygıtlarla karşılaştırdığımızda maliyet ve işletme masrafları açısından akla uygun bir düzeydedir.

Basit bir yer ısıtması için evdeki kullanıcılar, ya her odaya yerleştirilmiş radyatörlerin içinde dolaşan sıcak suyun bulunduğu sulu merkezi ısıtma sistemlerine yada her odaya ılık havanın üflendiği hava kanallı sistemlere akışkandırılar. Radyatörler, depolama üniteleri ve konvektörler gibi bireysel oda ısıtıcıları sık sık ilave ısı kaynağı gibi merkezi sistemi desteklemek için geniş çapta kullanılırlar.

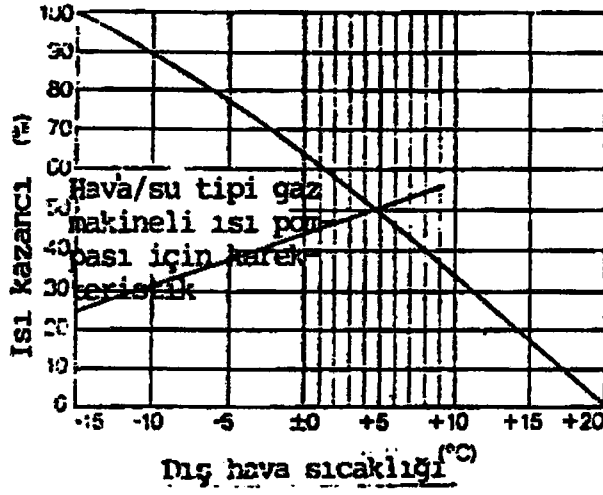
Isı dağılım sisteminin sıcaklığı hava kanalında sadece 40°C ve çok sıcak su veya hatta buhar ısıtmalı sistemlerde bölgesel olarak 100°C arasında oldukça geniş bir alanda değişir. Tipik su sıcaklığı hidrolik sistem için 75°C olabilir.

Isı pompalarının ana cazibesinden biri evde konfor durumlarını sağlayacak, etkili olarak serbest ısı kaynaklarının kullanılabilmesidir. Hava genel kullanım için en çok benimsenen ısı kaynağıdır; hava evrensel olarak hazır elde mevcuttur ve pazarlama görüşü açısından çekiciliklere sahiptir.

6.1.Hava-su Isı Pompası Sistemi ve İstanbul'da Bir Uygulaması

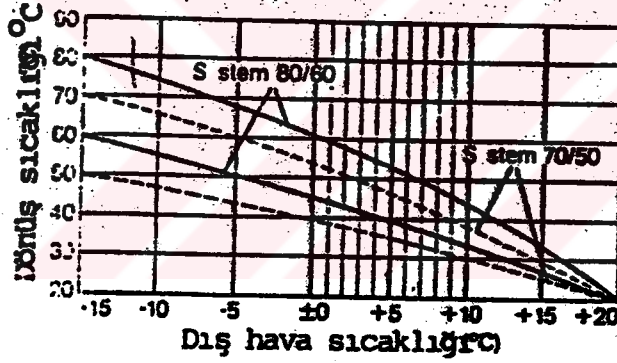
Isı pompası sistemlerinden teknik uygunluk olarak su-su sistemleri daha çok dikkat çekicidir. Biraz masrafla hava-su ve hava-hava sistemleride işletilebilir.

Hava-su ısı pompası ile ısıtma sistemlerinde dış sıcaklık limit değeri altına düşülmüşse ilave bir ısıtma sisteminin bulunması ve devreye sokulması gerekmektedir. Şekil 6.1'de dış hava sıcaklığına bağlı olarak hava-su tipi, gaz motorlu ısı pompalarında ısı kazancı görülmektedir.



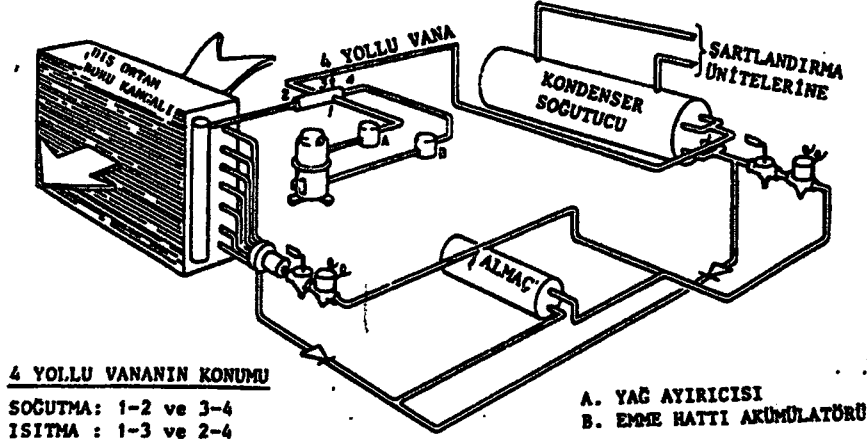
Şekil 6.1. Isı kazancı oranı

Bir ısıtma sisteminde ısı talebinin dış hava sıcaklığına göre pozisyonları Şekil 6.2.de görülmektedir.



Şekil 6.2. Sistemin gidiş ve dönüş sıcaklık değerlerinin parametreleri

Şekil 6.3 de suyu ısıtma ve soğutma ortamı olarak kullanan hava ısı kaynaklı bir tasarım şeklinin tipik akış diyagramını göstermektedir. Isıtma ve soğutma, soğutucu akışkanın yönünü değiştirmekle elde edilmektedir. İki ayrı sabit devre kullanılır; dış ortam hava boru kangalı devresi, kondenser soğutucudan geçen bir sıvı devresi.



Şekil 6.3. Hava-Su ısı pompası sistemi

Soğutma çevrimi için, soğutucu, kompresörden çıkıp dört yollu vanaya oradan 1-2 yolu ile dış ortam boru kangalına, çek vanaya, sıvı almacına, genişleme vanasına, kondenser-soğutucuya ve tekrar dört yollu vanaya gelir. Dört yollu vananın 3-4 yolundan geçerek kompresöre döner. Kondenser-soğutucuda dolaşan su, soğutucunun sıvı halden gaz haline geçmesi ile soğutulur.

Isıtma çevrimi sırasında ise kompresörden çıkan sıkıştırılmış sıcak soğutucu gaz 1-3 yolu ile dört yollu vanadan, kondenser-soğutucudan; çek vanadan, almaçdan, genişleme vanası ve dış ortam boru kangallarından, 2-4 yolu ile dört yollu vanadan geçer ve kompresöre geri döner.

6.2.İstanbul'da Bir Uygulama

İstanbul Sarıyer'de inşa edilen Cıngıllıoğlu villasının , iki farklı sistem uygulanarak ekonomik analiz yapılmıştır. Sistemler;

1- Kazan ve Chiller kullanılması

2- Isı pompası kullanılması

Ekonomik analiz de iki şekilde yapılmıştır;

I- İki sistem için yatırım maliyeti analizi(Çizelge 6.5-6.6)

II-İki sistemin enerji tüketim maliyeti olarak mukayesesi

Bu binanın mevcut sisteminde ısıtma ve soğutma için kazan ve chiller kullanılmaktadır. Soğutma binanın bir kısmında , ısıtma ise tüm kısımlarında uygulanmaktadır.

Binanın ısıtma hesabı Demirdöküm ısı kaybı programından , ısı kazancı hesabı ise Carrier paket programından yapılmıştır. Binaya ait ısı kazancı ve ısı kaybı hesapları Ek 1’de verilmiştir. Yapılan hesaplardan binaya yerleştirilecek ısıtma ve soğutma apareyleri seçilmiştir.Sadece ısıtma yapan ortamlara radyatör , soğutma ve ısıtma yapan ortamlara tavan tipi fancoil seçilmiştir.Ayrıca binaya ısıtma ve soğutma yapacak apareyler Ek 2’de verilen projede gösterilmiştir.

Projede ısıtma ve soğutma olmak üzere iki kollektör mevcuttur.Kışın ısıtma yapılırken elde edilen sıcak su önce kollektöre gelir ,ısıtma pompası vasıtasıyla radyatörlere ve fan coilere basılır.Soğuyan su ısıtma dönüş kollektörüne döner ve buradan da ısıtmayı yapacak cihaza gönderilir.Fancoillere giden ısıtma ve soğutma hatları ayrı çekilmiştir.Yazın soğutma yapılırken elde edilen soğuk su önce kollektöre gelir ve sonra fancoilere basılır.Ortamı soğutan su soğutma dönüş kollektörüne gelir.Buradan da soğutma yapacak olan cihaza gönderilir.

Isı pompası olarak YORK firmasının AWHC L90 tipi hava-su sistemli ısı pompası seçilmiştir.Isı pompası ısıtma yüküne göre baz alınarak seçilmiştir. Seçim dış sıcaklık 0°C alınarak yapılmıştır.

6.2.1.Bina içi ısıtma apareyleri

Fan coiller sulu sistemlerde ısıtıcı aparey olarak kullanılırlar. Fan-coillerde bulunan santrifüj vantilatörler sayesinde sıcak-soğuk hava hareketleri sağlanır.

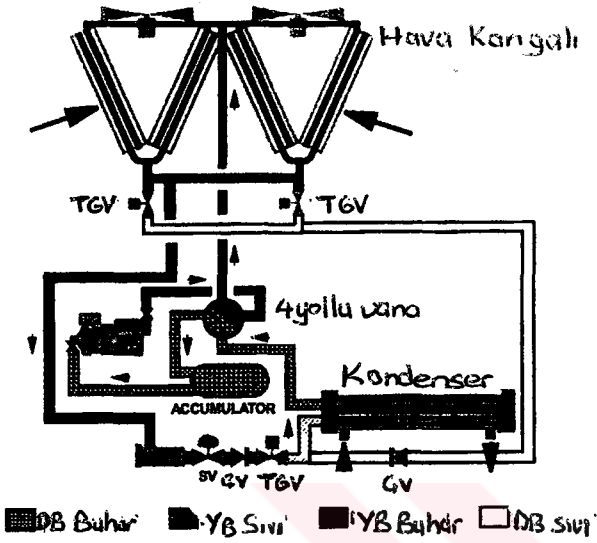
Fan Coil Tipi Apareyler

- a)Isıtıcı/soğutucu batarya, bakır boru üzerine geçirilmiş alüminyum kanatlar şeklinde imal edilmiştir.
- b)Çift emişli sık kanatlı dinamik balanslı özel dizaynli santrifüj vantilatör, konfor için gerekli titreşimsiz ve sessiz çalışmayı sağlar. Üç devirli 220V monofaze elektrik motoruna direkt akupledir.
- c)Gerektiğinde dış hava ile çalışabilmesi için, cihaza dış hava klapesi de bağlanabilmektedir.

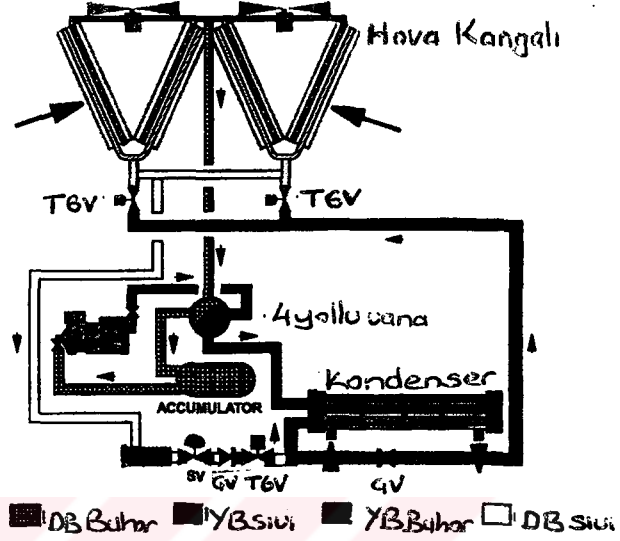
6.3.Isı Pompası genel bilgileri (AWHC)

Paketlenmiş AWHC birimleri serisi, bütün bir yıl boyunca iki su borusu sistemini kullanan air condition araçları için soğutulmuş ve ısıtılmış su temin eder. Bunlar ısı değiştiricilerinde, soğutma durumunda su soğutulmasına ve çevre havasını soğutmak çevre kangalı kullanma, ısıtma durumunda su ısıtımını veya ısı atımı için hava kangalı kullanma kapasitesine sahiptir. Bütün AWHC birimleri 3 santrifüj fan ve tahrik irtibatlarıyla bir kanatlı hava kangal bölümünü,

bir yarı-hermetik kompresör, bir silindirik ve tüp ısı değiştirici kompresör ve fan motoru kondaktörleri ile birlikte kontrol paneli ve gerekli bütün otomatik kontrolleri içerir. Bütün teğizat hepsi birbirine bağlı soğutucu boru döşenmesi ve tel çekilmesi ile rijit dövme çelik bir iskelet üzerine monte edilir. Aşağıda seçilen ısı pompasının ısıtma ve soğutma çalışma prensipleri açıklanmıştır. (şekil 6.4,6.5)



şekil 6.4. Soğutma modu



şekil 6.5. Isıtma modu

TGV : Termostatik genişleme valfi

ÇV : Çek valf

SV : Solenoid vana

Soğutma işlemleri

Düşük basınçlı sıvı soğutucu ısı değiştiricinin içine girer ve burada ısı değiştiricisinin cidarı boyunca geçen su soğutulur. Isı değiştiriciden geçen düşük basınçlı sıvı , suya ısısını verdikten sonra düşük basınçlı buhar olarak ısı değiştiriciden çıkar. Düşük basınçlı buhar dört yollu vanaya gelir ve buradan da akümülatöre ve daha sonra kompresöre geçer. Kompresörde basıncı ve sıcaklığı artan düşük basınçlı buhar , yüksek basınçlı sıvıya dönüşür. Bu sıvı dört yollu vanadan geçerek hava kangallarına geçer .Soğutucu kangallardan geçen evre havaya ısısını vererek yoğunur. Yüksek basınçlı sıvı soğutucu kangallardan çekvalf ve şarj subabından soğutan kurutucuya boşalır. Sonra sıvı düşük basınçlı soğuk sıvı-buhar karışımı haline dönüşeceği termostatik genişleme vanasına geçer. Bu karışım tamamen buharlaştığı sulu ısı değiştiricisine geçer.

Isıtma işlemi

Kompresörden deşarj olmuş sıcak yüksek basınçlı soğutucu buhar dört yollu vanadan geçerek su soğutmalı kondenser gibi etki eden sulu ısı değiştiricisine geçer. Soğutucu buhar ısı değiştiricisinin cidarından geçen suya ısınıbı bırakarak yoğuşur. Sonra sıvı soğutucu çek valf ve şan subabından geçerek bir soğuk sıvı-buhar karışımı haline dönüştüğü termostatik genleşme vanasına gider. Bu karışım çevre hava evaporatörü gibi etki eden çevre hava kangalını besler. Kangaldan geçen çevre havadan alınan ısı soğutucuyu buharlaştırır. Düşük basınçlı soğutucu buhar dört yollu vanadan ve akümülatörden geçerek kompresöre geri döner.

Defrost işlemi

Birim ısıtma işleminde ve eritme sıcaklık dedektörü +2.2 °C veya daha aşağı bir sıcaklık hissettiğinde ve 1saat süre geçtiğinde, kontrol sistemi tarafından ısıtma modundan soğutma moduna geçer. Birim bundan sonra soğutma işlemindedir ve çevre hava kangalında yoğuşturan soğutucu, kangal soğutma kanallarında biriken buzları eritir. Eritme sıcaklık dedektörü +6°C'ı hissettiğinde, kontrol sistemi selonoid vanaları ısıtma işlemi pozisyonuna döndürür.

Çizelge 6.1. Çalışma sınırlamaları-sıcaklık ve akış

Açıklama	AWHC L65		AWHC L75		AWHC L90	
	MİN	MAX	MİN	MAX	MİN	MAX
Soğutucu çıkış sıvısı Sıcaklığı °C	4,5	14	4,5	14	4,5	14
Isıtıcı çıkış sıvısı Sıcaklığı °C	35	52	35	52	35	52
Su ısı değiştiricisi içindeki soğutucu ısıtma alanı °C	3.5	8	3.5	8	3.5	8
Soğutucu bölüm içindeki çevre havası sıcaklığı °C	-2	45	-2	45	-2	45
Isıtıcı bölüm için- deki çevre havası sıcaklığı °C WB	-16	24	-16	24	-16	24
Su akış hızı (l/s)	6	21	6	21	6	21

Aşağıda verilen çizelge 6.2’de cihazların dış hava sıcaklığına göre soğutma güçleri verilmiştir.Çizelge 6.3’de ise ısıtma güçleri verilmiştir.



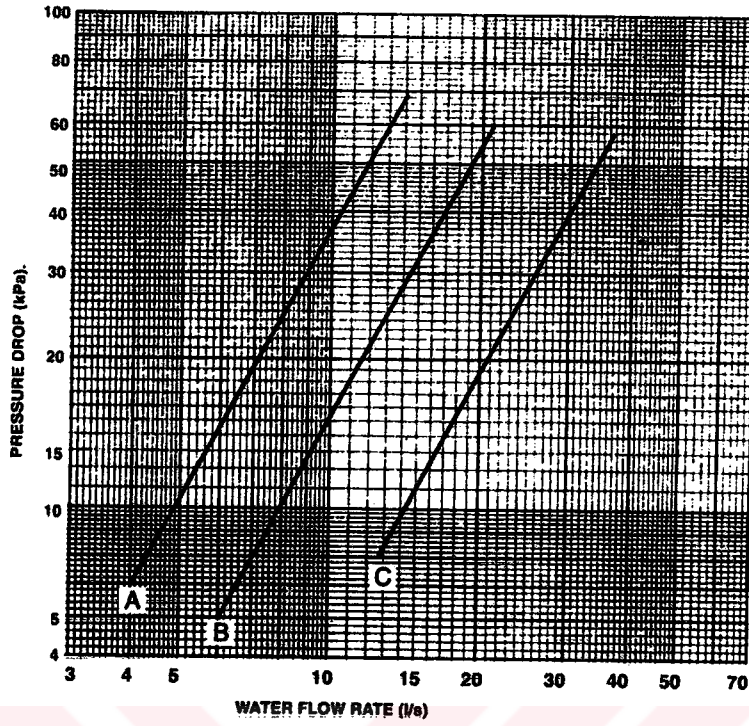
Çizelge 6.2 R22 AWHC soğutma kapasiteleri

MODEL		Ambient Coil Entering Air Temperature °C									
		25		30		35		40		45	
		Cool kW	Power kW	Cool kW	Power kW	Cool kW	Power kW	Cool kW	Power kW	Cool kW	Power kW
AWHC L 65	LWT °C	253	50	241	53	229	57	217	60	204	63
	4.5	268	51	254	54	241	58	228	62	216	65
	6	284	52	270	56	257	60	244	63	231	67
	8	301	53	287	57	274	61	260	65	246	70
	10	318	54	304	58	290	63	276	67	261	72
AWHC L 75	LWT °C	249	70	236	74	224	78	211	82	199	85
	4.5	260	72	247	76	234	81	221	85	209	88
	6	275	74	262	79	246	83	235	87	221	92
	8	290	77	271	81	262	86	250	90	236	95
	10	305	79	294	84	277	88	263	93	250	96
AWHC L 75	LWT °C	280	66	267	70	254	75	241	79	228	83
	4.5	294	68	280	72	267	76	254	81	240	85
	6	313	69	299	74	285	78	271	83	257	88
	8	332	70	317	75	302	80	289	86	273	91
	10	351	72	335	77	320	83	305	88	290	93
AWHC L 90	LWT °C	332	70	306	75	291	79	276	83	261	86
	4.5	338	72	320	77	305	81	290	86	274	90
	6	356	74	340	79	324	84	308	89	292	94
	8	376	76	369	81	343	86	326	92	309	97
	10	396	78	379	83	362	89	344	95	327	100
AWHC L 100	LWT °C	323	101	306	107	289	113	271	118	254	124
	4.5	332	103	316	109	299	115	281	121	264	127
	6	350	107	332	113	313	119	295	125	276	131
	8	368	108	349	117	330	123	310	130	290	137
	10	386	109	366	121	346	128	326	135	306	142
AWHC L 100	LWT °C	349	83	332	89	315	105	299	111	283	116
	4.5	365	86	349	102	331	109	314	114	298	120
	6	386	88	369	105	352	111	335	118	317	124
	8	408	102	391	108	373	115	355	122	337	128
	10	430	105	412	112	394	119	376	126	357	132
AWHC L 130	LWT °C	507	100	482	107	457	113	433	120	408	127
	4.5	532	101	507	109	482	116	457	123	431	130
	6	567	104	541	111	514	119	488	127	462	135
	8	602	106	574	114	547	122	520	131	492	139
	10	636	108	608	117	580	126	551	134	523	143
AWHC L 150	LWT °C	559	132	533	141	508	149	482	158	456	166
	4.5	587	134	561	143	534	152	507	161	481	170
	6	625	138	597	147	569	157	541	166	513	176
	8	664	141	634	151	605	161	576	171	546	181
	10	702	144	671	155	640	165	610	176	579	186
AWHC L 180	LWT °C	641	141	611	150	581	158	545	167	522	175
	4.5	671	144	641	153	610	162	579	171	548	180
	6	712	148	680	158	648	167	616	177	584	187
	8	752	151	719	162	686	173	652	183	619	194
	10	793	155	758	167	723	178	689	189	654	201
AWHC L 200	LWT °C	646	202	611	214	577	225	543	236	507	248
	4.5	664	206	632	218	598	230	562	242	528	254
	6	700	214	664	226	626	238	590	250	552	262
	8	729	216	696	234	660	246	620	260	584	274
	10	716	212	732	242	692	256	652	270	616	284
AWHC L 200	LWT °C	699	187	664	199	631	210	598	221	566	233
	4.5	729	191	696	203	662	215	629	227	595	239
	6	773	197	738	210	704	223	670	235	635	248
	8	816	204	781	217	746	230	710	243	680	254
	10	860	210	824	224	787	237	751	251	724	264
AWHC L 260	LWT °C	1013	199	984	213	915	227	868	240	817	254
	4.5	1065	203	1014	217	964	232	919	246	863	261
	6	1134	207	1082	223	1029	238	976	254	924	269
	8	1203	211	1149	229	1094	245	1039	261	985	280
	10	1273	216	1216	233	1159	251	1102	269	1048	287
AWHC L 300	LWT °C	1117	264	1066	281	1015	298	964	315	912	333
	4.5	1179	269	1121	287	1066	305	1015	323	961	341
	6	1251	275	1195	294	1139	313	1083	332	1027	351
	8	1327	282	1269	302	1210	322	1161	342	1092	362
	10	1403	288	1342	309	1281	330	1219	351	1158	372
AWHC L 360	LWT °C	1282	282	1223	289	1163	316	1103	333	1045	351
	4.5	1343	288	1281	306	1220	324	1168	343	1097	361
	6	1424	295	1359	315	1295	335	1231	355	1167	374
	8	1505	303	1438	324	1371	346	1304	368	1238	389
	10	1586	310	1516	333	1447	356	1377	379	1308	402
AWHC L 400	LWT °C	1393	373	1327	386	1262	419	1197	442	1131	465
	4.5	1458	382	1391	406	1329	430	1268	454	1190	479
	6	1548	389	1477	420	1408	445	1339	470	1269	495
	8	1633	407	1562	434	1491	462	1421	488	1348	512
	10	1720	420	1647	447	1575	475	1502	502	1427	529

Çizelge 6.3 R22 AWHC ısıtma kapasiteleri

MODEL	LWT °C	Ambient Coil Entering Air Temperature °C																					
		-16		-12		-8		-4		0		4		8		12		16		20		24	
		Heat kW	Power kW	Heat kW	Power kW	Heat kW	Power kW	Heat kW	Power kW	Heat kW	Power kW	Heat kW	Power kW	Heat kW	Power kW	Heat kW	Power kW	Heat kW	Power kW	Heat kW	Power kW	Heat kW	Power kW
AWHC L 65	35	112	36	129	39	148	43	169	46	192	48	217	51	243	53	272	56	302	58	335	60	369	61
	40	159	38	172	40	191	44	217	47	244	51	270	54	298	56	329	59	364	61	397	64	431	65
	45			115	41	133	45	154	49	177	53	201	56	226	58	254	62	287	65	319	68	353	70
	50					128	46	148	51	169	55	194	59	220	63	249	66	279	69	311	72	345	74
	52					123	47	143	51	166	55	191	60	217	64	245	67	276	70	308	73	342	76
AWHC L 75	35									192	58	220	63	250	67	282	71	316	75	354	79	397	81
	40									168	51	196	56	228	61	264	66	299	70	339	74	381	76
	45									128	46	148	51	169	55	194	59	220	63	249	66	279	69
	50									123	47	143	51	166	55	191	60	217	64	245	67	276	70
	52									183	57	208	62	238	67	272	71	308	75	343	79	387	81
AWHC L 75	35	129	48	149	52	176	56	193	60	219	63	247	67	277	70	309	73	343	75	379	77	418	80
	40			143	52	165	57	188	62	219	66	247	70	279	73	301	77	335	80	371	82	409	85
	45					161	59	183	64	208	68	234	73	262	77	293	81	326	84	362	87	409	90
	50							177	66	202	71	228	75	255	81	285	85	318	89	353	93	391	96
	52								200	72	225	77	252	82	282	87	315	91	350	94	387	98	
AWHC L 90	35	137	47	159	52	181	57	205	61	234	65	263	69	296	73	330	76	367	79	406	82	447	84
	40	182	48	182	53	175	59	200	63	227	68	257	72	289	75	323	80	360	84	399	87	440	90
	45			148	53	168	59	193	65	221	70	250	75	282	80	316	84	353	88	391	92	432	95
	50					162	60	187	67	214	73	244	78	278	84	309	89	345	93	384	97	425	101
	52					160	61	185	68	212	74	241	80	273	85	306	91	343	95	381	99	422	103
AWHC L 100	35									189	67	223	74	251	78	289	83	329	87	369	92	409	96
	40									164	61	218	68	252	73	286	82	323	88	363	94	403	100
	45									211	72	245	79	279	85	315	92	357	96	399	100	441	113
	50									242	80	276	87	314	93	354	100	394	107	434	114		
	52									248	85	278	102	311	109	347	116	387	122	425	128	475	133
AWHC L 100	35	160	62	183	68	208	74	239	79	266	85	299	90	334	94	371	98	412	102	454	106	500	109
	40			181	69	204	75	230	82	260	88	292	93	327	99	364	104	404	108	447	112	492	116
	45					189	77	224	84	265	91	298	97	320	103	357	109	397	114	440	119	485	123
	50							218	88	269	94	280	101	314	109	359	114	390	120	432	125	478	130
	52								248	95	278	102	311	109	347	116	387	122	425	128	475	133	
AWHC L 130	35	224	72	259	79	296	85	338	91	394	97	433	102	488	107	543	111	604	115	669	119	738	122
	40	310	72	344	80	381	88	423	95	468	101	471	107	471	113	529	118	600	123	653	127	722	131
	45			230	82	266	90	309	96	353	105	403	112	456	119	512	125	573	130	636	135	706	140
	50					231	82	263	101	338	110	387	118	440	125	497	132	559	138	622	144	690	149
	52					245	93	287	103	332	112	381	120	434	127	491	134	551	141	615	147	684	152
AWHC L 150	35	259	85	287	104	340	112	387	119	438	128	494	133	553	139	618	145	686	150	759	155	836	159
	40			286	105	331	115	378	123	427	132	481	139	539	146	602	153	669	159	741	165	817	170
	45					322	117	366	127	416	137	468	146	525	154	598	161	653	168	724	175	799	181
	50							334	131	404	142	453	152	511	161	571	170	636	178	706	185	791	191
	52								400	144	450	156	505	164	565	173	630	181	699	189	774	196	
AWHC L 180	35	274	94	316	104	362	113	412	122	467	130	527	138	591	145	660	152	734	158	812	163	894	168
	40	364	95	353	105	349	116	399	126	454	135	514	144	578	153	646	160	719	167	797	174	879	179
	45			291	106	337	116	387	130	441	141	500	151	564	160	632	169	705	177	782	184	864	191
	50					324	121	374	134	426	146	487	152	551	168	618	178	691	186	768	195	849	202
	52					319	122	369	135	423	148	482	160	545	171	613	181	685	190	762	199	843	206
AWHC L 200	35					378	114	448	128	514	142	582	155	658	168	736	176	818	186	898	196		
	40					368	122	436	136	504	150	572	164	648	176	726	188	806	200	886	212		
	45							422	144	498	158	558	172	630	184	714	196	798	212	882	226		
	50								494	160	556	174	628	188	708	200	788	214	868	228			
	52								485	160	556	205	622	219	695	232	774	244	858	255	949	265	
AWHC L 200	35	321	123	366	136	416	148	471	159	532	169	597	179	667	188	743	197	823	205	909	212	998	218
	40			361	139	407	151	460	163	521	175	588	187	654	197	729	207	809	216	894	224	983	232
	45					398	154	448	168	510	181	573	194	641	206	715	217	794	228	879	237	970	246
	50							437	172	489	187	561	202	629	215	701	228	780	239	864	250	955	260
	52								485	190			556	205	622	219	695	232	774	244	858	255	949
AWHC L 280	35	447	144	516	157	582	170	678	182	767	193	866	204	973	213	1087	222	1209	231	1338	238	1475	245
	40	419	145	487	160	562	175	646	189	737	202	836	214	942	226	1059	236	1178	246	1307	254	1443	262
	45			459	163	532	180	618	196	707	211	805	225	911	238	1025	250	1146	261	1275	271	1412	280
	50					502	185	586	203	678	220	775	235	881	250	994	263	1115	278	1244	287	1380	297
	52					490	187	574	206	664	223	762	240	868	255	982	269	1103	282	1231	293	1367	304
AWHC L 300	35	519	150	594	207	680	223	7															

Çizelge 6.4. Isı değiştirici su basınç kaybı diagramı

**MODEL**

AWHC 75

AWHC -L 65 -L100

AWHC -L 130-L200

ÇİZGİ

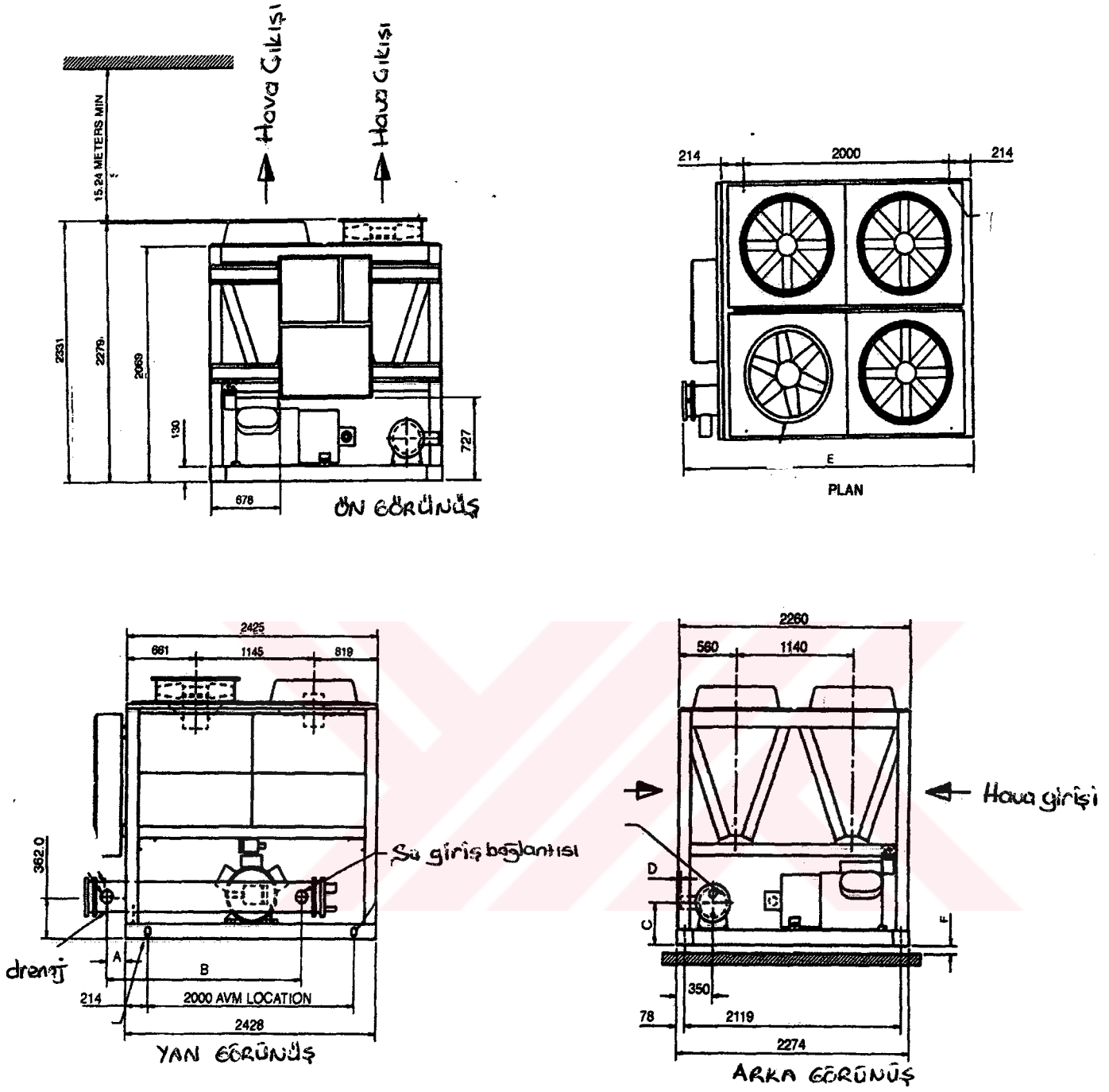
A

B

C

Çizelge 6.4'te ısı değiştiricideki saniyede geçen su miktarına göre basınç kayıpları verilmiştir.

Aşağıda seçilen ısı pompası cihazına ait teknik resimler verilmiştir.



Şekil 6.6 Isı pompası cihazı kesitleri

6.4.İki Sistemin Enerji Ekonomisi Açısından Mukayesesi

I-Isıtma olarak

Toplam ısı ihtiyacı = Isıtma ihtiyacı + boiler ısıtma + klima santrali ısıtıcı serpantini

Bu 3 ısı ihtiyacı toplandığında ısıtma yükü kapasitesi;

$Q_{\text{ısıtma}} = 193.500 \text{ kcal/h} = 225 \text{ kW}$ olarak bulunur.

1-Binanın kazanla ısıtılması:

Binada kullanılan kazan sıvı/gaz yakıtlı kazandır. Yakıt olarak doğalgaz kullanılacaktır.

Yıllık yakıt ihtiyacı :

$$V_y = \frac{Q \cdot Z_y \cdot Z_g}{2 \cdot H_u \cdot \eta_k}$$

$Q : 193500 \text{ kcal/h}$

$Z_g : 12 \text{ saat (günlük yanma süresi)}$

$Z_y : 150 \text{ gün (yıllık çalışma süresi)}$

$\eta_k : \text{Kazan verimi} : 0,92$

$H_u : 8250 \text{ kcal/m}^3 \text{ (doğalgaz alt ısı değeri)}$

$$V_y = \frac{193.500 \cdot 150 \cdot 12}{2 \cdot 8250 \cdot 0,92} = 22.945 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Doğalgazın m^3 'ü 18,6 cent (Aralık 1999) alınacak olursa , yıllık yakıt masrafı:

$$22.945 \cdot 18,6 = 4268 \text{ \$ / yıl}$$

olarak hesaplanır.

2-Binanın ısı pompası ile ısıtılması:

Isı pompası enerji olarak sadece elektrik enerjisi kullandığından saatteki enerji sarfiyatı;

$N = 74 \text{ kW}$ Isı pompasının güç gereksinimi (Çizelge 6.3)

Isı pompasının ısıtma etkisi ise;

$$\text{COP}_h = \frac{Q_{\text{ısı}}}{W} = \frac{193.500}{74} = 3$$

Günde 12 saat çalıştığı düşünülürse , bir günde tüketilen miktar ;

$$12 \text{ h/gün} \cdot 74 \text{ kW} = 888 \text{ kWh/gün}$$

1 kwh elektriğin fiyatı 6,6 cent(Aralık 1999) olduğu gözönüne alınırsa,yıllık enerji sarfiyatı;

$$888 \text{ kWh/gün} \cdot 150 \text{ gün/ yıl} \cdot 6,6 = 8791 \text{ \$}$$

olarak hesaplanır.

Yukarıda yapılan iki karşılaştırmadan da görüldüğü gibi , ısı pompası sistemi enerji tüketimi

bakımından diğer sisteme göre daha pahalı olmaktadır. Isı pompası tipi bir cihaz normal olarak yaz şartlarına göre , yani soğutma yüküne göre seçilir. Kış şartlarında ise mümkün olduğu kadar ısıtma yapar. Isı pompası, örneğin İstanbul ikliminde , kış ısıtma yükünü karşılayacak güçte seçildiğinde, ekonomik olmayan bir biçimde büyük seçilmiş olur.

II-Soğutma olarak

Carrier programından hesaplanan toplam soğutma ihtiyacı (Ek 1):

$$Q_{\text{soğutma}} = 55.000 \text{ kcal/h} = 64 \text{ kW}$$

1-Binanın chillerle soğutulması:

Binada kullanılan chiller hava soğutmalıdır. Çektiği elektrik gücü 26 kw'tır.

Günde 10 saat çalıştığı düşünülürse, bir günde tüketilen elektrik ;

$$10\text{h/gün} * 26\text{kW} = 260 \text{ kWh/gün}$$

Sistemin senede 5 ay (150gün) çalıştırılacağı düşünülürse , yıllık enerji sarfiyatı;

$$260\text{kWh/gün} * 150\text{gün/yıl} * 6,6 \text{ cent/kWh} = \underline{2574 \text{ \$/yıl}}$$

olarak hesaplanır.

2-Binanın ısı pompası ile soğutulması :

Isı pompasının soğutma için çektiği elektrik gücü 15kW (Çizelge 6.2)

Sistemin soğutma etkisi ise;

$$\text{COP}_s = Q_{\text{soğ}} / W = 64 / 15 = 4,2 \text{ olmaktadır.}$$

Günde 10 saat çalıştığı düşünülürse, bir günde tüketilen elektrik ;

$$10\text{h/gün} * 15\text{kW} = 150 \text{ kWh/gün}$$

Sistemin senede 5 ay (150 gün) çalıştırılacağı düşünülürse , yıllık enerji sarfiyatı;

$$150\text{kWh} * 150\text{gün/yıl} * 6,6 \text{ cent/kWh} = \underline{1485 \text{ \$/yıl}}$$

olarak hesaplanır.

Yukarıdaki soğutma için yapılan hesaplardan da anlaşıldığı üzere ısı pompası sistemi diğer sisteme göre daha az enerji tüketmektedir.

İki sistemin yaz ve kış olarak enerji tüketimi maliyetleri;

$$\text{Kazan ve chiller kullanıldığında} = 4268 + 2574$$

$$= \underline{6842 \text{ \$}}$$

$$\text{Isı pompası kullanıldığında} = 8791 + 1485$$

$$= \underline{10276 \text{ \$}}$$

Toplam enerji tüketim maliyetini karşılaştırdığımızda , ısı pompası diğer sisteme göre %37 daha fazla tüketim maliyetine sahiptir.

6.5.İki Sistemin Yatırım Maliyeti Bakımından Karşılaştırması

Aşağıda alternatif iki sistem yatırım maliyeti bakımından karşılaştırılmaktadır. Bunun için önce Ek 2’de verilen proje üzerinden metraj çıkarılmıştır.Böylece ısıtma-soğutma için gerekli olan bir sistemin maliyetinin ne olacağı hesaplanmıştır.

Sistemi iki şekilde ele almıştık :

1-Kazan ve chiller kullanılması,

2-Isı pompası kullanılması

Karşılaştırmamızı da bu iki sistemi ele alarak yapacağız.

Aşağıda verilen fiyat analizi tablosundaki hesaplarla ilgili bilgiler şöyledir:

Açıklama : Bu kısımda malzeme ili ilgili bilgiler verilmiştir.

Miktar : Malzemedен kaç adet varsa veya uzunluğu ne ise, miktarı verilir.

Birim : Adet, uzunluk veya ağırlık birimi.

Birim fiyat : (Malzeme fiyatı + birim işçilik) * Kar yüzdesi (firmanın belirlediği oran)

Toplam fiyat : Birim fiyat * miktar

Toplam malzeme fiyatı : Malzeme fiyatı * miktar

Birim adam saat : Malzemelerin cinsine , büyüklüğüne göre değişen bir katsayı (50-0,25 arasında değişmektedir)

Toplam adam saat : Birim adam saat * miktar

Birim işçilik : Birim adam saat * AXS (Adam saat ücreti = 2,6 alınmıştır.)

Toplam işçilik : Birim işçilik * miktar

Birim maliyet : Malzeme fiyatı + birim işçilik

Toplam maliyet : Birim maliyet * miktar

Çizelge 6.5 ve 6.6’da iki sistem ayrı ayrı ele alınmış ve daha sonra karşılaştırma yapılmıştır.

(Tokar,2000)

Cizelge 6.5.Cıngılıoğlu binasının kazan ve chiller kullanılarak fiyat analizi (devam)
CINGILIOĞLU İLAVE BİNASI

AÇIKLAMA	MİKTAR	BİRİM	BİRİM FİYAT	TOPLAM FİYAT	MALZEME FİYATI	TOPLAM MALZEME FİYATI	BİRİM ADAM SAAT	TOPLAM ADAM SAAT	BİRİM İŞÇİLİK	TOPLAM İŞÇİLİK	BİRİM MALİYET	TOPLAM MALİYET
SICAK SU SİRK. POMPASI (BOYLER) 1,5 m³/h ; 5 mSS İKİZ Z.30	1	Ad	420,00 \$	420,00 \$	248,00 \$	248,00 \$	20,00	20,00	52,00 \$	52,00 \$	300,00 \$	300,00 \$
GENLEŞME TANKI LR 100/6	1	Ad	337,40 \$	337,40 \$	189,00 \$	189,00 \$	20,00	20,00	52,00 \$	52,00 \$	241,00 \$	241,00 \$
EMNİYET VENTİLİ 3 BAR	1	Ad	96,46 \$	96,46 \$	65,00 \$	65,00 \$	1,50	1,50	3,90 \$	3,90 \$	68,90 \$	68,90 \$
TERMOMETRE 120 °C Ø 50 mm	6	Ad	38,64 \$	231,84 \$	25,00 \$	150,00 \$	1,00	6,00	2,60 \$	15,60 \$	27,60 \$	165,60 \$
HİDROMETRE Ø 100 ; 25 mSS	1	Ad	28,84 \$	28,84 \$	18,00 \$	18,00 \$	1,00	1,00	2,60 \$	2,60 \$	20,60 \$	20,60 \$
MANOMETRE 10 BAR ; Ø 100	3	Ad	28,84 \$	86,52 \$	18,00 \$	54,00 \$	1,00	3,00	2,80 \$	7,80 \$	20,60 \$	61,80 \$
RADYATÖR KÖŞE MUSLUĞU 1/2"	22	Ad	24,64 \$	542,08 \$	15,00 \$	330,00 \$	1,00	22,00	2,60 \$	57,20 \$	17,60 \$	387,20 \$
3/4"	14	Ad	26,77 \$	374,78 \$	16,00 \$	224,00 \$	1,20	16,80	3,12 \$	43,68 \$	19,12 \$	267,68 \$
KOLLEKTÖR BORUSU Ø 133 / 4.0 mm	7,0	mt	70,84 \$	495,88 \$	35,00 \$	245,00 \$	6,00	42,00	15,60 \$	109,20 \$	50,60 \$	354,20 \$
KOLLEKTÖR AĞZI Ø 15	2	Ad	26,04 \$	52,08 \$	16,00 \$	32,00 \$	1,00	2,00	2,60 \$	5,20 \$	18,60 \$	37,20 \$
Ø 20	2	Ad	29,67 \$	59,14 \$	18,00 \$	36,00 \$	1,20	2,40	3,12 \$	6,24 \$	21,12 \$	42,24 \$
Ø 25	2	Ad	32,73 \$	65,46 \$	20,00 \$	40,00 \$	1,30	2,60	3,38 \$	6,76 \$	23,38 \$	46,76 \$
Ø 32	2	Ad	36,26 \$	72,52 \$	22,00 \$	44,00 \$	1,50	3,00	3,90 \$	7,80 \$	25,90 \$	51,80 \$
Ø 40	2	Ad	42,22 \$	84,44 \$	26,00 \$	52,00 \$	1,60	3,20	4,16 \$	8,32 \$	30,16 \$	60,32 \$
Ø 65	2	Ad	52,99 \$	105,98 \$	32,00 \$	64,00 \$	2,25	4,50	5,85 \$	11,70 \$	37,85 \$	75,70 \$
Ø 80	4	Ad	126,70 \$	506,80 \$	84,00 \$	336,00 \$	2,50	10,00	6,50 \$	26,00 \$	90,50 \$	362,00 \$
ÇAYNAKLI İMALAT	100	Kg	3,71 \$	371,00 \$	2,00 \$	200,00 \$	0,25	25,00	0,65 \$	65,00 \$	2,65 \$	265,00 \$
ANCOIL HATTI SOĞUTMA POMPASI 2 m³/h - 12mSS Pn 50/200 1,1/4 (İKİZ)	1	Ad	1.934,80 \$	1.934,80 \$	1.330,00 \$	1.330,00 \$	20,00	20,00	52,00 \$	52,00 \$	1.382,00 \$	1.382,00 \$
1/2" OTOMATİK BESLEME VENTİLİ	1	Ad	73,64 \$	73,64 \$	50,00 \$	50,00 \$	1,00	1,00	2,60 \$	2,60 \$	52,60 \$	52,60 \$
TOPLAM				86.074,64 \$		67.922,32 \$		644,65 \$		1.468,09 \$		69.395,41 \$

Cizelge 6.5.Cingilloğlu binasının kazan ve chiller kullanılarak fiyat analizi (devam)
 ILLIOĞLU İLAVE BİNASI

AÇIKLAMA	MİKTAR	BİRİM	BİRİM FİYAT	TOPLAM FİYAT	MALZEME FİYATI	TOPLAM MALZEME FİYATI	BİRİM ADAM SAAT	TOPLAM ADAM SAAT	BİRİM İŞÇİLİK	TOPLAM İŞÇİLİK	BİRİM MALİYET	TOPLAM MALİYET
MÜŞTEREK TESİSAT												
DİKIŞLI SIYAH BORU												
1/2"	20	mt	2,84 \$	56,80 \$	0,47 \$	9,40 \$	0,60	12,00	1,56 \$	31,20 \$	2,03 \$	40,60 \$
3/4"	225	mt	3,36 \$	756,00 \$	0,58 \$	130,50 \$	0,70	157,50	1,82 \$	409,50 \$	2,40 \$	540,00 \$
1"	120	mt	4,20 \$	504,00 \$	0,92 \$	110,40 \$	0,80	96,00	2,08 \$	249,60 \$	3,00 \$	360,00 \$
1 1/4"	85	mt	4,87 \$	413,95 \$	1,14 \$	96,90 \$	0,90	76,50	2,34 \$	198,90 \$	3,48 \$	295,80 \$
1 1/2"	5	mt	5,31 \$	26,55 \$	1,19 \$	5,95 \$	1,00	5,00	2,60 \$	13,00 \$	3,79 \$	18,95 \$
2"	10	mt	6,94 \$	69,40 \$	1,71 \$	17,10 \$	1,25	12,50	3,25 \$	32,50 \$	4,96 \$	49,60 \$
2 1/2"	25	mt	8,50 \$	212,50 \$	2,17 \$	54,25 \$	1,50	37,50	3,90 \$	97,50 \$	6,07 \$	151,75 \$
3"	40	mt	10,81 \$	432,40 \$	2,78 \$	111,20 \$	1,90	76,00	4,94 \$	197,60 \$	7,72 \$	308,80 \$
BORU MONTAJ MALZ.	30	%		741,48 \$		160,71 \$		141,90 \$		368,94 \$		529,65 \$
KÜRESEL VANA												
1/2"	8	Ad	6,64 \$	53,12 \$	2,14 \$	17,12 \$	1,00	8,00	2,60 \$	20,80 \$	4,74 \$	37,92 \$
3/4"	13	Ad	8,26 \$	107,38 \$	2,78 \$	36,14 \$	1,20	15,60	3,12 \$	40,56 \$	5,90 \$	76,70 \$
1"	6	Ad	10,95 \$	65,70 \$	4,44 \$	26,64 \$	1,30	7,80	3,38 \$	20,28 \$	7,82 \$	46,92 \$
1 1/4"	11	Ad	16,16 \$	177,76 \$	7,64 \$	84,04 \$	1,50	16,50	3,90 \$	42,90 \$	11,54 \$	126,94 \$
1 1/2"	12	Ad	22,93 \$	275,16 \$	12,22 \$	146,64 \$	1,60	19,20	4,16 \$	49,92 \$	16,38 \$	196,56 \$
2"	6	Ad	67,56 \$	405,36 \$	43,06 \$	258,36 \$	2,00	12,00	5,20 \$	31,20 \$	48,26 \$	289,56 \$
2 1/2"	8	Ad	211,97 \$	1.695,76 \$	145,56 \$	1.164,48 \$	2,25	18,00	5,85 \$	46,80 \$	151,41 \$	1.211,28 \$
3"	9	Ad	307,38 \$	2.766,42 \$	213,06 \$	1.917,54 \$	2,50	22,50	6,50 \$	58,50 \$	219,56 \$	1.976,04 \$
KOLON BOŞALTIMA MUSL. 1/2"	15	Ad	6,64 \$	99,60 \$	2,14 \$	32,10 \$	1,00	15,00	2,60 \$	39,00 \$	4,74 \$	71,10 \$
ÜÇ YOLLU MOTORLU VANA DN 20	1	Ad	196,71 \$	196,71 \$	124,91 \$	124,91 \$	6,00	6,00	15,60 \$	15,60 \$	140,51 \$	140,51 \$
ÜÇ YOLLU MOTORLU VANA DN 32	1	Ad	197,26 \$	197,26 \$	137,00 \$	137,00 \$	1,50	1,50	3,90 \$	3,90 \$	140,90 \$	140,90 \$
ÜÇ YOLLU MOTORLU VANA DN 65	1	Ad	449,19 \$	449,19 \$	315,00 \$	315,00 \$	2,25	2,25	5,85 \$	5,85 \$	320,85 \$	320,85 \$
PİSLİK TUTUCU DN 20	1	Ad	16,62 \$	16,62 \$	8,76 \$	8,76 \$	1,20	1,20	3,12 \$	3,12 \$	11,87 \$	11,87 \$
PİSLİK TUTUCU DN 32	2	Ad	21,21 \$	42,42 \$	11,25 \$	22,50 \$	1,50	3,00	3,90 \$	7,80 \$	15,15 \$	30,30 \$
PİSLİK TUTUCU DN 40	2	Ad	27,17 \$	54,34 \$	15,25 \$	30,50 \$	1,60	3,20	4,16 \$	8,32 \$	19,41 \$	38,82 \$
PİSLİK TUTUCU DN 50	2	Ad	39,94 \$	79,88 \$	23,33 \$	46,66 \$	2,00	4,00	5,20 \$	10,40 \$	28,53 \$	57,06 \$
PİSLİK TUTUCU DN 65	2	Ad	141,19 \$	282,38 \$	95,00 \$	190,00 \$	2,25	4,50	5,85 \$	11,70 \$	100,85 \$	201,70 \$
PİSLİK TUTUCU DN 80	2	Ad	177,10 \$	354,20 \$	120,00 \$	240,00 \$	2,50	5,00	6,50 \$	13,00 \$	126,50 \$	253,00 \$
OTOMATİK PÜRJÖR 1/2"	2	Ad	4,35 \$	8,70 \$	0,51 \$	1,02 \$	1,00	2,00	2,60 \$	5,20 \$	3,11 \$	6,22 \$
CHECK VANA DN 32	2	Ad	58,38 \$	116,76 \$	37,80 \$	75,60 \$	1,50	3,00	3,90 \$	7,80 \$	41,70 \$	83,40 \$
CHECK VANA DN 40	4	Ad	69,33 \$	277,32 \$	45,36 \$	181,44 \$	1,60	6,40	4,16 \$	16,64 \$	49,52 \$	198,08 \$
CHECK VANA DN 50	1	Ad	93,60 \$	93,60 \$	61,66 \$	61,66 \$	2,00	2,00	5,20 \$	5,20 \$	66,86 \$	66,86 \$
CHECK VANA DN 65	2	Ad	218,19 \$	436,38 \$	150,00 \$	300,00 \$	2,25	4,50	5,85 \$	11,70 \$	155,85 \$	311,70 \$
BALANS VANASI												
1/4"	1	Ad.	91,01 \$	91,01 \$	61,11 \$	61,11 \$	1,50	1,50	3,90 \$	3,90 \$	65,01 \$	65,01 \$
1/2"	1	Ad.	518,55 \$	518,55 \$	363,89 \$	363,89 \$	2,50	2,50	6,50 \$	6,50 \$	370,39 \$	370,39 \$
ÇAYNAKLI İMALAT İŞLERİ												
40	kg		3,71 \$	148,40 \$	2,00 \$	80,00 \$	0,25	10,00	0,65 \$	26,00 \$	2,65 \$	106,00 \$
BORU BOYANMASI (ANTİPAS İLE)												
1/2"-2"	465	Mt	0,34 \$	158,10 \$	0,08 \$	37,20 \$	0,06	27,90	0,16 \$	74,40 \$	0,24 \$	111,60 \$
2 1/2"-5"	65	Mt	0,62 \$	40,30 \$	0,18 \$	11,70 \$	0,10	6,50	0,26 \$	16,90 \$	0,44 \$	28,60 \$
BORU İZOLASYONU (KAIMANFLEX)												
120	Mt		4,62 \$	554,40 \$	2,00 \$	240,00 \$	0,50	60,00	1,30 \$	156,00 \$	3,30 \$	396,00 \$
1/4"	85	Mt	8,54 \$	725,90 \$	4,80 \$	408,00 \$	0,50	42,50	1,30 \$	110,50 \$	6,10 \$	518,50 \$
1/2"	5	Mt	9,38 \$	46,90 \$	5,40 \$	27,00 \$	0,50	2,50	1,30 \$	6,50 \$	6,70 \$	33,50 \$
1"	10	Mt	11,06 \$	110,60 \$	6,60 \$	66,00 \$	0,50	5,00	1,30 \$	13,00 \$	7,90 \$	79,00 \$
1/2"	25	Mt	21,28 \$	532,00 \$	12,60 \$	315,00 \$	1,00	25,00	2,60 \$	65,00 \$	15,20 \$	380,00 \$
40	Mt		23,52 \$	940,80 \$	14,20 \$	568,00 \$	1,00	40,00	2,60 \$	104,00 \$	16,80 \$	672,00 \$
TOPLAM				15.432,06 \$	8.492,41 \$	1.021,48 \$		2.687,63 \$		10.956,04 \$		10.956,04 \$
GENEL TOPLAM				88.406,60 \$	68.214,73 \$	1.586,10 \$		4.126,72 \$		70.340,45 \$		70.340,45 \$

Çizelge 6.6.Cıngılıoğlu binasının ısı pompası kullanılarak fiyat analizi

LLIOĞLU İLAVE BİNASI (ISI POMPALI SİSTEM)

AÇIKLAMA	MİKTAR	BİRİM	BİRİM FİYAT	TOPLAM FİYAT	MALZEME FİYATI	TOPLAM MALZEME FİYATI	BİRİM ADAM SAAT	TOPLAM ADAM SAAT	BİRİM İŞÇİLİK	TOPLAM İŞÇİLİK	BİRİM MALİYET	TOPLAM MALİYET
ISITMA SOĞUTMA TESİSATI												
ISI POMPASI	1	Ad	72.982,00 \$	72.982,00 \$	52.000,00 \$	52.000,00 \$	50,00	50,00	130,00 \$	130,00 \$	52.130,00 \$	52.130,00 \$
YORK AWHC 90												
SOĞUTMA DÖNÜŞ POMPASI	1	Ad	1.143,80 \$	1.143,80 \$	765,00 \$	765,00 \$	20,00	20,00	52,00 \$	52,00 \$	817,00 \$	817,00 \$
12 TON/H ; 12 mSS İm 50/200 - 1,1/4												
BÜZÜŞME TANKI LR 12/4	1	Ad	168,00 \$	168,00 \$	68,00 \$	68,00 \$	20,00	20,00	52,00 \$	52,00 \$	120,00 \$	120,00 \$
BOYLER 15-60 °C 671 Lt/h SİLİNDİRİK TİP RUDOCCELL 500	1	Ad	8.884,40 \$	8.884,40 \$	6.216,00 \$	6.216,00 \$	50,00	50,00	130,00 \$	130,00 \$	6.346,00 \$	6.346,00 \$
FAN COIL UNIT YÜKSEK BASINÇLI GİZLİ TAVAN TİPİ 4 BORULU 3 Y. VANASI Y/K TERMOSTATI DAHİL CARRIER 42 JW 009	6	Ad	1.933,40 \$	11.600,40 \$	1.355,00 \$	8.130,00 \$	10,00	60,00	26,00 \$	156,00 \$	1.381,00 \$	8.286,00 \$
AL PANEL RADYATÖR												
AD/600-3	3	Ad	41,80 \$	125,40 \$	27,26 \$	81,78 \$	1,00	3,00	2,60 \$	7,80 \$	29,86 \$	89,58 \$
AD/600-4	1	Ad	45,64 \$	45,64 \$	30,00 \$	30,00 \$	1,00	1,00	2,60 \$	2,60 \$	32,60 \$	32,60 \$
AD/600-7	2	Ad	61,63 \$	123,26 \$	40,90 \$	81,80 \$	1,20	2,40	3,12 \$	6,24 \$	44,02 \$	88,04 \$
AD/600-8	1	Ad	65,79 \$	65,79 \$	43,61 \$	43,61 \$	1,30	1,30	3,38 \$	3,38 \$	46,89 \$	46,89 \$
AD/600-9	1	Ad	70,42 \$	70,42 \$	46,40 \$	46,40 \$	1,50	1,50	3,90 \$	3,90 \$	50,30 \$	50,30 \$
AD/600-13	2	Ad	120,34 \$	240,68 \$	81,80 \$	163,60 \$	1,60	3,20	4,16 \$	8,32 \$	85,96 \$	171,92 \$
AD/600-15	1	Ad	140,84 \$	140,84 \$	95,40 \$	95,40 \$	2,00	2,00	5,20 \$	5,20 \$	100,60 \$	100,60 \$
AD/600-24	3	Ad	274,19 \$	822,57 \$	190,00 \$	570,00 \$	2,25	6,75	5,85 \$	17,55 \$	195,85 \$	587,55 \$
ISITMA DÖNÜŞ POMPASI	1	Ad	530,60 \$	530,60 \$	327,00 \$	327,00 \$	20,00	20,00	52,00 \$	52,00 \$	379,00 \$	379,00 \$
6,5 m ³ /h ; 6 mSS İKİZ TOP S 40/10												
RADYATÖR HATTI POMPASI	1	Ad	849,80 \$	849,80 \$	555,00 \$	555,00 \$	20,00	20,00	52,00 \$	52,00 \$	607,00 \$	607,00 \$
2,5 m ³ /h ; 6 mSS İKİZ TOP SD 40/7												
HAVALANDIRMA CİHAZI ISITMA POMPASI	1	Ad	849,80 \$	849,80 \$	555,00 \$	555,00 \$	20,00	20,00	52,00 \$	52,00 \$	607,00 \$	607,00 \$
2,5 m ³ /h ; 6 mSS İKİZ TOP SD 40/7												
BOYLER SİRKÜLATÖRÜ	1	Ad	530,60 \$	530,60 \$	327,00 \$	327,00 \$	20,00	20,00	52,00 \$	52,00 \$	379,00 \$	379,00 \$
1 m ³ /h ; 6 mSS TOP SD 32-7												
SICAK SU SİRK. POMPASI	1	Ad	420,00 \$	420,00 \$	248,00 \$	248,00 \$	20,00	20,00	52,00 \$	52,00 \$	300,00 \$	300,00 \$
(BOYLER) 1,5 m ³ /h ; 5 mSS İKİZ Z 30												
GENLEŞME TANKI	1	Ad	337,40 \$	337,40 \$	189,00 \$	189,00 \$	20,00	20,00	52,00 \$	52,00 \$	241,00 \$	241,00 \$
LR 100/6												
EMNİYET VENTİLİ 3 BAR	1	Ad	96,46 \$	96,46 \$	65,00 \$	65,00 \$	1,50	1,50	3,90 \$	3,90 \$	68,90 \$	68,90 \$
TERMOMETRE	6	Ad	38,64 \$	231,84 \$	25,00 \$	150,00 \$	1,00	6,00	2,60 \$	15,60 \$	27,60 \$	165,60 \$
120 °C Ø 50 mm												
HİDROMETRE	1	Ad	28,84 \$	28,84 \$	18,00 \$	18,00 \$	1,00	1,00	2,60 \$	2,60 \$	20,60 \$	20,60 \$
Ø 100 ; 25 mSS												
MANOMETRE	3	Ad	28,84 \$	86,52 \$	18,00 \$	54,00 \$	1,00	3,00	2,60 \$	7,80 \$	20,60 \$	61,80 \$
10 BAR ; Ø 100												
RADYATÖR KÖŞE MUSLUĞU												
1/2"	22	Ad	24,64 \$	542,08 \$	15,00 \$	330,00 \$	1,00	22,00	2,60 \$	57,20 \$	17,60 \$	387,20 \$
3/4"	14	Ad	26,77 \$	374,78 \$	16,00 \$	224,00 \$	1,20	16,80	3,12 \$	43,68 \$	19,12 \$	267,68 \$

Çizelge 6.6.Çingilliöğlü binasının ısı pompası kullanılarak fiyat analizi(devam)

LLIOĞLU İLAVE BİNASI (ISI POMPALI SİSTEM)

AÇIKLAMA	MİKTAR	BİRİM	BİRİM FİYAT	TOPLAM FİYAT	MALZEME FİYATI	TOPLAM MALZEME FİYATI	BİRİM ADAM SAAT	TOPLAM ADAM SAAT	BİRİM İŞÇİLİK	TOPLAM İŞÇİLİK	BİRİM MALİYET	TOPLAM MALİYET
KOLLEKTÖR BORUSU Ø 133 / 4,0 mm	7,0	mt	70,84 \$	495,88 \$	35,00 \$	245,00 \$	6,00	42,00	15,60 \$	109,20 \$	50,60 \$	354,20 \$
KOLLEKTÖR AĞZI												
Ø 15	2	Ad	26,04 \$	52,08 \$	16,00 \$	32,00 \$	1,00	2,00	2,60 \$	5,20 \$	18,60 \$	37,20 \$
Ø 20	2	Ad	29,57 \$	59,14 \$	18,00 \$	36,00 \$	1,20	2,40	3,12 \$	6,24 \$	21,12 \$	42,24 \$
Ø 25	2	Ad	32,73 \$	65,46 \$	20,00 \$	40,00 \$	1,30	2,60	3,38 \$	6,76 \$	23,38 \$	46,76 \$
Ø 32	2	Ad	36,26 \$	72,52 \$	22,00 \$	44,00 \$	1,50	3,00	3,90 \$	7,80 \$	25,90 \$	51,80 \$
Ø 40	2	Ad	42,22 \$	84,44 \$	26,00 \$	52,00 \$	1,60	3,20	4,16 \$	8,32 \$	30,16 \$	60,32 \$
Ø 65	2	Ad	52,99 \$	105,98 \$	32,00 \$	64,00 \$	2,25	4,50	5,85 \$	11,70 \$	37,85 \$	75,70 \$
Ø 80	4	Ad	126,70 \$	506,80 \$	84,00 \$	336,00 \$	2,50	10,00	6,50 \$	26,00 \$	90,50 \$	362,00 \$
KAYNAKLI İMALAT	100	Kg	3,71 \$	371,00 \$	2,00 \$	200,00 \$	0,25	25,00	0,65 \$	65,00 \$	2,65 \$	265,00 \$
FANCOİL HATTI SOĞUTMA POMPASI 12 m³/h - 12mSS DPn 50/200 1,1/4 (İKİZ)	1	Ad	1.934,80 \$	1.934,80 \$	1.330,00 \$	1.330,00 \$	20,00	20,00	52,00 \$	52,00 \$	1.382,00 \$	1.382,00 \$
1/2" OTOMATİK BESLEME VENTİLİ	1	Ad	73,64 \$	73,64 \$	50,00 \$	50,00 \$	1,00	1,00	2,60 \$	2,60 \$	52,60 \$	52,60 \$
TOPLAM				109.467,64 \$		74.772,42 \$		674,65 \$		1.436,09 \$		76.110,41 \$
MÜŞTEREK TESİSAT												
DİKIŞLI SİYAH BORU												
1/2"	20	mt	2,84 \$	56,80 \$	0,47 \$	9,40 \$	0,60	12,00	1,56 \$	31,20 \$	2,03 \$	40,60 \$
3/4"	225	mt	3,36 \$	756,00 \$	0,58 \$	130,50 \$	0,70	167,50	1,82 \$	409,50 \$	2,40 \$	540,00 \$
1"	120	mt	4,20 \$	504,00 \$	0,92 \$	110,40 \$	0,80	96,00	2,08 \$	249,60 \$	3,00 \$	360,00 \$
1 1/4"	85	mt	4,87 \$	413,95 \$	1,14 \$	96,90 \$	0,90	76,50	2,34 \$	198,90 \$	3,48 \$	295,80 \$
1 1/2"	5	mt	5,31 \$	26,55 \$	1,19 \$	5,95 \$	1,00	5,00	2,60 \$	13,00 \$	3,79 \$	18,95 \$
2"	10	mt	6,94 \$	69,40 \$	1,71 \$	17,10 \$	1,25	12,50	3,25 \$	32,50 \$	4,96 \$	49,60 \$
2 1/2"	25	mt	8,50 \$	212,50 \$	2,17 \$	54,25 \$	1,50	37,50	3,90 \$	97,50 \$	6,07 \$	151,75 \$
3"	40	mt	10,81 \$	432,40 \$	2,78 \$	111,20 \$	1,90	76,00	4,94 \$	197,60 \$	7,72 \$	308,80 \$
BORU MONTAJ MALZ.	30	%		741,48 \$		180,71 \$		141,90 \$		368,94 \$		529,65 \$
KÜRESEL VANA												
1/2"	8	Ad	6,64 \$	53,12 \$	2,14 \$	17,12 \$	1,00	8,00	2,60 \$	20,80 \$	4,74 \$	37,92 \$
3/4"	13	Ad	8,26 \$	107,38 \$	2,78 \$	36,14 \$	1,20	15,60	3,12 \$	40,56 \$	5,90 \$	76,70 \$
1"	6	Ad	10,95 \$	65,70 \$	4,44 \$	26,64 \$	1,30	7,80	3,38 \$	20,28 \$	7,82 \$	46,92 \$
1 1/4"	11	Ad	16,16 \$	177,76 \$	7,64 \$	84,04 \$	1,50	16,50	3,90 \$	42,90 \$	11,54 \$	126,94 \$
1 1/2"	12	Ad	22,93 \$	275,16 \$	12,22 \$	146,64 \$	1,60	19,20	4,16 \$	49,92 \$	16,38 \$	196,56 \$
2"	6	Ad	67,56 \$	405,36 \$	43,06 \$	258,36 \$	2,00	12,00	5,20 \$	31,20 \$	48,26 \$	289,56 \$
2 1/2"	8	Ad	211,97 \$	1.695,76 \$	145,56 \$	1.164,48 \$	2,25	18,00	5,85 \$	46,80 \$	151,41 \$	1.211,28 \$
3"	9	Ad	307,38 \$	2.766,42 \$	213,06 \$	1.917,54 \$	2,50	22,50	6,50 \$	58,50 \$	219,56 \$	1.976,04 \$
KOLON BOŞALTMA MUSL. 1/2"	15	Ad	6,64 \$	99,60 \$	2,14 \$	32,10 \$	1,00	15,00	2,60 \$	39,00 \$	4,74 \$	71,10 \$
Ç YOLLU MOTORLU VANA DN 20	1	Ad	196,71 \$	196,71 \$	124,91 \$	124,91 \$	6,00	6,00	15,60 \$	15,60 \$	140,51 \$	140,51 \$
Ç YOLLU MOTORLU VANA DN 32	1	Ad	197,26 \$	197,26 \$	137,00 \$	137,00 \$	1,50	1,50	3,90 \$	3,90 \$	140,90 \$	140,90 \$
Ç YOLLU MOTORLU VANA DN 65	1	Ad	449,19 \$	449,19 \$	315,00 \$	315,00 \$	2,25	2,25	5,85 \$	5,85 \$	320,85 \$	320,85 \$
İSLİK TUTUCU DN 20	1	Ad	16,62 \$	16,62 \$	8,75 \$	8,75 \$	1,20	1,20	3,12 \$	3,12 \$	11,87 \$	11,87 \$
İSLİK TUTUCU DN 32	2	Ad	21,21 \$	42,42 \$	11,25 \$	22,50 \$	1,50	3,00	3,90 \$	7,80 \$	15,15 \$	30,30 \$
İSLİK TUTUCU DN 40	2	Ad	27,17 \$	54,34 \$	15,25 \$	30,50 \$	1,60	3,20	4,16 \$	8,32 \$	19,41 \$	38,82 \$
İSLİK TUTUCU DN 50	2	Ad	39,94 \$	79,88 \$	23,33 \$	46,66 \$	2,00	4,00	5,20 \$	10,40 \$	28,53 \$	57,06 \$
İSLİK TUTUCU DN 65	2	Ad	141,19 \$	282,38 \$	95,00 \$	190,00 \$	2,25	4,50	5,85 \$	11,70 \$	100,85 \$	201,70 \$
İSLİK TUTUCU DN 80	2	Ad	177,10 \$	354,20 \$	120,00 \$	240,00 \$	2,50	5,00	6,50 \$	13,00 \$	126,50 \$	253,00 \$
OTOMATİK PÖRÖR 1/2"	2	Ad	4,35 \$	8,70 \$	0,51 \$	1,02 \$	1,00	2,00	2,60 \$	5,20 \$	3,11 \$	6,22 \$
CHECK VANA DN 32	2	Ad	58,38 \$	116,76 \$	37,80 \$	75,60 \$	1,50	3,00	3,90 \$	7,80 \$	41,70 \$	83,40 \$
CHECK VANA DN 40	4	Ad	69,33 \$	277,32 \$	45,36 \$	181,44 \$	1,60	6,40	4,16 \$	16,64 \$	49,52 \$	198,08 \$
CHECK VANA DN 50	1	Ad	93,60 \$	93,60 \$	61,66 \$	61,66 \$	2,00	2,00	5,20 \$	5,20 \$	66,86 \$	66,86 \$
CHECK VANA DN 65	2	Ad	218,19 \$	436,38 \$	150,00 \$	300,00 \$	2,25	4,50	5,85 \$	11,70 \$	155,85 \$	311,70 \$

Çizelge 6.6.Çingilioğlu binasının ısı pompası kullanılarak fiyat analizi(devam)

ÇİNGİLİOĞLU İLAVE BİNASI (ISI POMPALI SİSTEM)

AÇIKLAMA	MİKTAR	BİRİM	BİRİM FİYAT	TOPLAM FİYAT	MALZEME FİYATI	TOPLAM MALZEME FİYATI	BİRİM ADAM SAAT	TOPLAM ADAM SAAT	BİRİM İŞÇİLİK	TOPLAM İŞÇİLİK	BİRİM MALİYET	TOPLAM MALİYET
BALANS VANASI												
1 1/4"	1	Ad.	91,01 \$	91,01 \$	61,11 \$	61,11 \$	1,50	1,50	3,90 \$	3,90 \$	65,01 \$	65,01 \$
3"	1	Ad.	518,55 \$	518,55 \$	363,89 \$	363,89 \$	2,50	2,50	6,50 \$	6,50 \$	370,39 \$	370,39 \$
KAYNAKLI İMALAT İŞLERİ	40	kg	3,71 \$	148,40 \$	2,00 \$	80,00 \$	0,25	10,00	0,65 \$	26,00 \$	2,65 \$	106,00 \$
BORU BOYANMASI (ANTİPAS İLE)												
1/2"-2"	465	Mt	0,34 \$	158,10 \$	0,08 \$	37,20 \$	0,06	27,90	0,16 \$	74,40 \$	0,24 \$	111,60 \$
2 1/2"-5"	65	Mt	0,62 \$	40,30 \$	0,18 \$	11,70 \$	0,10	6,50	0,26 \$	16,90 \$	0,44 \$	28,60 \$
BORU İZOLASYONU (KAIMANFLEX)												
1"	120	Mt	4,62 \$	554,40 \$	2,00 \$	240,00 \$	0,50	60,00	1,30 \$	156,00 \$	3,30 \$	396,00 \$
1 1/4"	85	Mt	8,54 \$	725,90 \$	4,80 \$	408,00 \$	0,50	42,50	1,30 \$	110,50 \$	6,10 \$	518,50 \$
1 1/2"	5	Mt	9,38 \$	46,90 \$	5,40 \$	27,00 \$	0,50	2,50	1,30 \$	6,50 \$	6,70 \$	33,50 \$
2"	10	Mt	11,06 \$	110,60 \$	6,60 \$	66,00 \$	0,50	5,00	1,30 \$	13,00 \$	7,90 \$	79,00 \$
2 1/2"	25	Mt	21,28 \$	532,00 \$	12,60 \$	315,00 \$	1,00	25,00	2,60 \$	65,00 \$	15,20 \$	380,00 \$
3"	40	Mt	23,52 \$	940,80 \$	14,20 \$	568,00 \$	1,00	40,00	2,60 \$	104,00 \$	16,80 \$	672,00 \$
TOPLAM				15.352,08 \$		8.792,43 \$		1.021,45 \$		2.897,43 \$		10.960,04 \$
GENEL TOPLAM				121.814,60 \$		85.064,73 \$		1.536,10 \$		3.985,72 \$		87.060,45 \$

Yukarıda yapılan hesapları aşağıdaki şekilde toparlayıp özetlersek;

	İlk Yatırım maliyeti (\$)	Yıllık enerji maliyeti (\$)
Kazan ve chiller	98.406	6842
Isı pompası	121.814	10.726

6.5.Yıllık Toplam Maliyetler

Kazan ve chiller grubu :

$$YYM = İYM \times a_f \quad YYM = \text{Yıllık yatırım maliyeti}$$

$$İYM = \text{İlk yatırım maliyeti}$$

$$YEM = \text{Yıllık enerji maliyeti}$$

$$a_f = \frac{(1+i)^n \times i}{(1+i)^n - 1}$$

$$i = \text{Yıllık faiz oranı} = \%10$$

$$n = \text{Sistemin ömrü} = 15 \text{ yıl}$$

$$a_f = 0,13$$

Yıllık Toplam Maliyet;

$$YTM = YYM + YEM$$

Kazan ve chiller grubu :

$$YYM = 98.406 \times 0,13$$

$$= 12.793 \$$$

$$YTM = 12.793 + 6842 = \underline{19.635 \$}$$

Isı pompası grubu:

$$YYM = 121.814 \times 0,13$$

$$= 15.836 \$$$

$$YTM = 15.836 + 10.726 = \underline{26.562 \$}$$

Sonuçlardan görüleceği üzere yıllık toplam maliyette ısı pompası grubu kazan ve chiller grubuna göre %35 daha fazla olmaktadır.

6.6.Sayısal Uygulama Sonuçları

Proje çalışmalarından da anlaşıldığı üzere ısı pompası sistemi diğer sisteme göre daha masraflı olmaktadır.Bunun sebeplerinden biri , seçilen ısı pompasının soğutma yüküne göre değil ısıtma yüküne göre seçilmiş olmasıdır.Bu yüzden ilk yatırım maliyeti fazla olmaktadır.Diğer bir sebep yıllık enerji maliyetinin ısı pompalı sistemde daha fazla olmasıdır.

6.7.Heat Pump ünitelerde verim ve kapasiteyi etkileyen başlıca noktalar :

- 1- Seçilen kompresörün verimi
- 2- Evaporatör ve kondenser dizaynı, yüzey alanının mümkün mertebe geniş tutulması
- 3-Defrost sisteminin verimliliğini, dolayısıyla genel verim ve kapasiteyi etkileyen bazı önemli noktalar şunlardır;
- 4-Cihaz defrost sistemi; standart bir defrost süresi yerine, dış ünitadaki buzlanmayı ve buzun çözülmesini gözleyen (ısı-basınç vs.) sensörler ile en kısa defrost sürecinin sağlanabilmesidir.
- 5- Dış ünitenin bulunduğu mahal; Yüksek verim ve kapasite için dış ünite soğuktan korunmalı fakat rahat hava çevirebilmelidir.
- 6-Isıtılan mahalın iyi izole edilmiş olması sistemin kısa sürede rejime girerek kapanmasını, dolayısıyla doğal defrost edilmesini sağlayacaktır (+ derecelerde). Bu nedenle mahalın izolasyonu ne kadar iyi ise 1 saatte ortaya çıkacak defrost süresi ve enerji kaybı o kadar az olacaktır. Normal koşullarda hiçbir klima 1 saat boyunca hiç durmadan çalışmaz (konfor kliması). Saatte 1 ya da 2 kez otomatik olarak bir süre kapalı kalır.
- 7-Dış havanın nem seviyesi arttıkça dış ünite üzerinde buzlanma hızlanacak ve gerekli defrost süresi artacaktır. Bu nedenle dış üniteyi nemli ortamlardan daha uzak tutmak gereklidir.
- 8-Yurt dışında çok kötü dış koşullarda dahi (Kanada ve Amerika'nın kuzey bölgeleri) çok iyi izolasyon katsayısına sahip evlerde Heat Pump ve ilave elektrikli ısıtıcı ile başarılı ısıtma yapılabildiği görülmektedir.
- 9-Heat Pump sadece kendi başına kullanılmalı diye düşünmek yalıştır. Avrupa ve Amerikadaki birçok uygulamada basit bir otomatik kontrol paneli ile dış havanın verimli olduğu noktaya kadar Heat Pump kullanıp, daha kötü koşullarda farklı ısıtıcılar devreye sokulur (Doğal gaz, LPG, vs.)
- 10-Firmaların belirttiği kapasite, COP, enerji değerlerinin Eurovent ve ARI standartlarına uygun olması ve bunun düşünülen ünitenin kataloglarında birebir belirtilmesi gereklidir.
- 11-TSE tarafından verilen çeşitli illerin kış dış hava sıcaklık değerleri, olabilecek en kötü koşullar olup, heat pump hesabının bu değerler üzerinden yapılması yanlıtıcı olacaktır. TSE tarafından verilen değerler kış sezonu boyunca toplam % 5 ağırlığa sahiptir. Diğer zamanlarda hava koşulları sürekli daha yüksek ısılarda olacaktır.

6.8.Dış Hava Sıcaklığına Bağlı Olarak Heat Pump (Isı Pompası) Enerji Harcaması ve1000 KcaI/h Enerji ihtiyacı İçin Yakıt Maliyeti Tablosu Hakkındaki Notlar

- 1) Verilen kapasiteler ve COP değerleri imalatçılardan alınan ortalama değerlerdir. Farklı firmalarda yüksek veya düşük sıcaklıklarda imalatları farklı performanslar gösterebilir.

2) Değerlerin hesaplanmasındaki hareket noktası + 8 °C dış havada 3.0 ve 2.8 COP değerine sahip, 24000 Btu/h kapasitesindeki 2 farklı ünedir.

3) Hiçbir imalatçı yada bilimsel kitap dış havaya bağımlı olarak defrost süresini dakika olarak vermemektedir. Tabloda verilen değerler İSKİD komisyonun imalatçı kataloglarından, bilimsel kitaplardan, firma deneyimlerinden ve teknik yetkililerden öğrendiklerine dayanarak yaptıkları bir yaklaşımdır. Ünitenin imalat tarzı, kullanımı, yerleşimi ve diğer bazı etkenler bu süreleri çok değiştirebilir.

4) Hesaplarda defrost süresince kullanabilecek olan elektrikli ısıtıcı katılmamıştır. Ufak kapasiteli normal split klima imalatçılarının bir çoğu defrost sırasında iç ünite fanını çalıştırmamakta, dolayısıyla elektrikli ısıtıcıya ihtiyaç duymamaktadır. Kanallı klimalarda ise elektrikli ısıtıcı kullanımı ve seçim miktarı kullanıcıya, sistem özelliklerine ve bina yapısına bağımlıdır. Kullanıldığı takdirde ısıtma toplam yüküne eklenmeli, elektrik ile ısıtmanın COP değeri 1 olduğundan ağırlıklı ortalama ile sonuç sistem COP değeri hesaplanmalıdır.

5) Elektrik bedeli;

Konutlar için : 3,6 cent + % 5 Belediye Vergisi + %15 KDV =4,35 cent

İşyerleri için : 4,3 cent + % 5 Belediye Vergisi + %15 KDV = 5,2 cent üzerinden hesaplanmıştır.(İskid ,1999)

Çizge 6.7. Isı pompası enerji harcaması maliyet tablosu(Dış hava sıcaklığına bağlı olarak ,1000 kcal/h enerji ihtiyacı için)

KONUTLARDAKİ KULLANIM									
Dış Sıcaklık °C	Standart COP	Kapasite Btu/h	Enerji kW/h	Tahmini Defrost Dakika	Düzeltilmiş		Enerji Bedeli TL/Kw/h	ENERJİ HARCAMASI TL	VERİM TL/1000 Kcal/h
					Kapasite Btu/h	COP			
16	3,19	25.400	2,333	0	25.400	3,19	30.429	70.993	11.180
16	2,98	25.400	2,497	0	25.400	2,98	30.429	75.995	11.968
12	3,09	24.700	2,342	0	24.700	3,09	30.429	71.269	11.541
12	2,89	24.700	2,496	0	24.700	2,89	30.429	75.937	12.298
8	3,01	24.000	2,336	0	24.000	3,01	30.429	71.091	11.849
8	2,81	24.000	2,503	0	24.000	2,81	30.429	76.150	12.692
4	2,90	22.850	2,309	4	20.108	2,55	30.429	70.250	13.975
4	2,71	22.850	2,471	4	20.108	2,38	30.429	75.176	14.954
0	2,73	21.650	2,324	4	19.052	2,40	30.429	70.706	14.845
0	2,55	21.650	2,488	4	19.052	2,24	30.429	75.697	15.893
-4	2,50	20.550	2,409	8	15.618	1,90	30.429	73.289	18.770
-4	2,34	20.550	2,573	8	15.618	1,78	30.429	78.299	20.054
-8	2,27	18.400	2,375	12	11.776	1,45	30.429	72.271	24.548
-8	2,12	18.400	2,543	12	11.776	1,36	30.429	77.384	26.285
-12	2,03	16.200	2,338	12	10.368	1,30	30.429	71.151	27.450
-12	1,89	16.200	2,511	12	10.368	1,21	30.429	76.421	29.483
-16	1,78	14.750	2,428	12	9.440	1,14	30.429	73.881	31.306
-16	1,67	14.750	2,588	12	9.440	1,07	30.429	78.747	33.367

İŞYERLERİNDEKİ KULLANIM									
Dış Sıcaklık °C	Standart COP	Kapasite Btu/h	Enerji kW/h	Tahmini Defrost Dakika	Düzeltilmiş		Enerji Bedeli TL/Kw/h	ENERJİ HARCAMASI TL	VERİM TL/1000 Kcal/h
					Kapasite Btu/h	COP			
16	3,19	25.400	2,333	0	25.400	3,19	37.420	87.304	13.749
16	2,98	25.400	2,497	0	25.400	2,98	37.420	93.455	14.717
12	3,09	24.700	2,342	0	24.700	3,09	37.420	87.643	14.193
12	2,89	24.700	2,496	0	24.700	2,89	37.420	93.385	15.123
8	3,01	24.000	2,336	0	24.000	3,01	37.420	87.425	15.571
8	2,81	24.000	2,503	0	24.000	2,81	37.420	93.647	15.608
4	2,90	22.850	2,309	4	20.108	2,55	37.420	86.391	17.185
4	2,71	22.850	2,471	4	20.108	2,38	37.420	92.448	18.390
0	2,73	21.650	2,324	4	19.052	2,40	37.420	86.952	18.256
0	2,55	21.650	2,488	4	19.052	2,24	37.420	93.089	19.544
-4	2,50	20.550	2,409	8	15.618	1,90	37.420	90.128	23.083
-4	2,34	20.550	2,573	8	15.618	1,78	37.420	96.289	24.661
-8	2,27	18.400	2,375	12	11.776	1,45	37.420	88.876	30.189
-8	2,12	18.400	2,543	12	11.776	1,36	37.420	95.164	32.325
-12	2,03	16.200	2,338	12	10.368	1,30	37.420	87.499	33.757
-12	1,89	16.200	2,511	12	10.368	1,21	37.420	93.979	36.257
-16	1,78	14.750	2,428	12	9.440	1,14	37.420	90.857	38.499
-16	1,67	14.750	2,588	12	9.440	1,07	37.420	96.840	41.034

7.SONUÇLAR

Yapılan uygulamadan görüldüğü üzere ısı pompası kullanılan sistem diğer sisteme göre daha fazla yıllık toplam maliyet gerektirmektedir.Bu her zaman, ısı pompasının toplam maliyetinin diğer sistemler göre fazla olacağı anlamına gelmez.Uygulama İstanbul'da yapılmış bir örnek olup sisteme yardımcı olacak ek bir sistem düşünülmemiştir.Isı pompasını sadece kendi başına kullanılmalı diye düşünmek yanlıştır.Avrupa ve Amerikadaki birçok uygulamada basit bir otomatik kontrol paneli ile dış havanın verimli olduğu noktaya kadar ısı pompası kullanılıp ,daha kötü koşullarda farklı ısıtıcılar devreye sokulur.(Doğalgaz,LPGv.s.)

TSE tarafından verilen çeşitli illerin kış dış hava sıcaklık değerleri , olabilecek en kötü koşullar olup , ısı pompası hesabının bu değerler üzerinden yapılması yanlıtıcı olacaktır.TSE tarafından verilen değerler kış sezonu boyunca toplam %5 ağırlığa sahiptir.Diğer zamanlarda hava koşulları sürekli daha yüksek ısılarda olacaktır

Isı pompalarının ısı kaynağı olarak toprak,göl v.s. kullanması enerji maliyetini azaltmaya etkili bir sistemdir.Türkiyenin kış sıcaklığı 3°C'nin altında olmayan illerinde ısı pompası kullanılması daha verimlidir .Çünkü ısı pompaları belli bir sıcaklıktan sonra defrosta girmektedir.Dış havanın nem seviyesi arttıkça dış ünite üzerinde buzlanma hızlanacak ve gerekli defrost süresi artacaktır.Bu nedenle dış üniteyi nemli ortamlardan uzak tutmak gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Aefeld G.,(1981), Bauer HC., Maier-Laxhuber P., and Rothmeyer M., A.Zeolite Heat Pump, Heat Transformer and Heat Accumulator, in: int.Conf. on Energy Storage Brighton, U.K., BHRA.

Atkinson G.S.,Buik T.R.,Calaghan P.W,Probert S.D,The Choice of Working Fluid for Rankine/Rankine Cycles".Directly Fried Heat Pumps ,Proceeding ,8Fitt P.W. ,Moseses R.T)Bristol.

Franck,P.(1985) ,Ground Coupled Heat pumps with Low Temperature Heat storage,Ashrae,Part 2b.,vol.91 Sayfa: 1286-1296.

Hughes ,P.J. Loomis (1985),Results of the ResidentialEarth Coupled Heat pump Demonstration in Upstate Newyork,Ashrae ,Part 2b,Vol. 91 Sayfa: 1307-1325.

İnfiniti klima , (2000), Isı pompaları kataloğu, İstanbul.

İskid , (1999),Isı pompaları,Isıtma soğutma klima imalatçıları derneği.

Kavanaugh,S.P. ve Rafferty,(1997)"Ground Source Heat pumps designof Geothermal systems for Commerical and Institutional Buildings",ASHRAE Sayfa:137.

Kavanaugh (1989) ,S.Design Considerations For Ground and Water source Heat Pumps in Southern Climates,ASHRAE ,Part1,Vol.95,Sayfa: 1139-1149.

KATIRCI,R.,(1984) ,Isı Pompası Yardımı İle Isıtma ve Soğutma Hesaplarının Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Lund, J.W. ,(1988), Geothermal heat pump Utilization in the United States,Vol. 11 No.1,Sayfa:1.

Mcneil ve Crawford ,(1995), Vertical Borehole Groundloop Heat pump Installation.Advanced Buildings, Newsletter.

Proceeding of the symposium Solid Sorption Refrigeration,(1992), Paris.

Sulatsky, M.T.(1991) ,Ground Source Heat pumps in the Canadian Prairies,Ashrae, Part 1,Vol. 97 Sayfa: 374-385.

Tokar, (2000),Hesaplar,İstanbul.

York ,(2000),Isı pompası kataloğu, İstanbul.

YTÜ,(1999) Isı pompası sistemleri seminer notları, İstanbul.



ISI KAYBI HESABI

Sayfa: 1
Kat:
Tarih: 18.07.2000

VE ENDÜSTRİ TESİSLERİ
İYİ VE TİCARET A.Ş.

Tesisin Adı: CINGILLIOĞLU

Yapı Bileşeni		Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı					Zamlar				Toplam Isı İhtiyacı Q _h =Q _t +Q _e
Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı İletim Katsayısı k ₁	Sıcaklık Farkı, (ΔT)	Zamsız Isı Kaybı	İsletme Zo	Kat Yükseklik Z _w	Yön Z _h	Toplam Z	Toplam Isı İhtiyacı	
	(cm)	(m)	(m)	(m ²)	(ad)	(m ²)	(m ²)	(kcal/m ² h°C)	(°C)	(kcal/h)	(%)	(%)	(%)	(100+%)	(kcal/h)	
ZEMİN KAT																
ZO1 YATAK ODASI 22°C																
P1		2,80	2,20	6,16	1		6,16	2,80	25	431						
D	KD	25	12,00	3,80	45,60	1	6,16	39,44	2,79	25	2751					
K			0,80	2,20	1,76	1		1,76	2,00	2	7					
D			2,50	3,80	9,50	1	1,76	7,74	1,60	12	149					
İa								40,00	0,51	25	510					
İb								40,00	0,73	13	380					
										4.227						
											7		5	1,12	4.735	
ZO2 BANYO 26°C																
D			1,80	3,80	6,84	1		6,84	1,60	16	175					
D			3,40	3,80	12,92	1		12,92	1,60	6	124					
K			0,80	2,20	1,76	1		1,76	2,00	4	14					
D			6,50	3,80	24,70	1	1,76	22,94	1,60	4	147					
İa								5,40	0,51	29	80					
İb								5,40	0,73	17	67					
										607						
											7			1,07	649	
ZO3 BANYO 26°C																
K			0,80	2,20	1,76	1		1,76	2,00	4	14					
D			7,40	3,80	28,12	1	1,76	26,36	1,60	4	169					
D			1,50	3,80	5,70	1		5,70	1,60	6	55					
İa								5,00	0,51	29	74					
İb								5,00	0,73	17	62					
										374						
											7			1,07	400	
ZO4 YATAK ODASI 22°C																
I			1,70	2,20	3,74	1		3,74	2,80	25	262					
D	D	25	6,30	3,80	23,94	1	3,74	20,20	2,79	25	1409					
K			0,80	2,20	1,76	1		1,76	2,00	2	7					
D			7,70	3,80	29,26	1	1,76	27,50	1,60	2	88					
a								68,00	0,51	25	867					
b								68,00	0,73	13	645					
										3.278						
											7			1,07	3.508	
ZO5 SALON 20°C																
I			14,50	3,80	55,10	1		55,10	2,80	23	3548					
K			1,90	2,50	4,75	1		4,75	5,00	23	546					
D	G	25	25,50	3,80	96,90	1	59,85	37,05	2,79	23	2377					
K			0,90	2,20	1,98	2		3,96	2,00	10	79					
D			8,80	3,80	33,44	1		33,44	1,60	10	535					
a								93,00	0,51	23	1091					
b								93,00	0,73	11	747					
										8.924						
											7		-5	1,02	9.103	
ZO6 BANYO 26°C																
I			0,90	2,20	1,98	1		1,98	2,00	6	24					
D			9,50	3,80	36,10	1	1,98	34,12	1,60	6	328					

ISI KAYBI HESABI



Sayfa: 1
Kat:
Tarih: 18.07.2000

1 VE ENDUSTRI TESİSLERİ
NAYI VE TİCARET A.Ş.

Tesisin Adı: CINGİLLİOĞLU

Yapı Bileşeni		Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Zamlar				Toplam Isı İhtiyacı Q _H =Q _t +Q _e	
Yön	Kalınlık (cm)	Uzunluk (m)	Yükseklik veya Genişlik (m)	Toplam Alan (m ²)	Miktar (ad)	Çıkarılan Alan (m ²)	Hesaba Giren Alan (m ²)	Isı İletim Katsayısı k, (kcal/m ² h°C)	Sıcaklık Farkı, (dT) (°C)	Zamsız Isı Kaybı (kcal/h)	İsletme Z _o (%)	Kat Yükseklik Z _w (%)	Yön Z _h (%)	Toplam Z (100+%)		(kcal/h)
ID		1,70	3,80	6,46	1		6,46	1,60	16	165						
Ta							12,00	0,51	29	177						
Dö							12,00	0,73	17	149						
										843						
											7				1,07	902
ZO7 BANYO 26°C																
İK		0,90	2,20	1,98	1		1,98	2,00	6	24						
ID		9,50	3,80	36,10	1	1,98	34,12	1,60	6	328						
ID		1,70	3,80	6,46	1		6,46	1,60	16	165						
Ta							12,00	0,51	29	177						
Dö							12,00	0,73	17	149						
										843						
											7				1,07	902
ZO8 SALON 20°C																
İ		2,00	2,20	4,40	1		4,40	2,80	23	283						
D	G	25	12,70	3,00	38,10	1	4,40	33,70	2,79	2163						
a							48,00	0,51	23	563						
ö							48,00	0,73	11	385						
										3.394						
											7		-5		1,02	3.462
ZO9 SALON 20°C																
İ		14,50	3,80	55,10	1		55,10	2,80	23	3548						
Ç		1,90	2,20	4,18	1		4,18	5,00	23	481						
Ö	G	25	25,50	3,80	96,90	1	9,28	87,62	2,79	5623						
Ö			7,50	3,80	28,50	1		28,50	1,60	456						
a							93,00	0,51	23	1091						
ö							93,00	0,73	11	747						
										11.945						
											7		-5		1,02	12.184
Z10 YATAK ODASI 22°C																
İ		0,90	2,20	1,98	1		1,98	2,80	25	139						
B	25		2,90	3,80	11,02	1	1,98	9,04	2,79	631						
			0,90	2,20	1,98	1		1,98	2,00	8						
			7,70	3,80	29,26	1	1,98	27,28	1,60	87						
							11,50	0,51	25	147						
							11,50	0,73	13	109						
										1.120						
											7				1,07	1.199
Z11 BANYO 26°C																
İ		0,90	2,20	1,98	1		1,98	2,00	4	16						
			4,30	3,80	16,34	1	1,98	14,36	1,60	92						
			3,80	3,80	14,44	1		14,44	1,60	139						
							4,00	0,51	29	59						
							4,00	0,73	17	50						
										355						
											7				1,07	380
Z12 YATAK ODASI 22°C																
İ		1,70	2,20	3,74	1		3,74	2,80	25	262						
B	25		3,50	3,80	13,30	1	3,74	9,56	2,79	667						

ISI KAYBI HESABI



Sayfa: 1
Kat:
Tarih: 18.07.2000

PI VE ENDÜSTRİ TESİSLERİ
ANAYI VE TİCARET A.Ş.

Tesisin Adı: CINGİLLİOĞLU

Yapı Bileşeni	Alan Hesabı							Isı Kaybı Hesabı					Zamlar				Toplam Isı İhtiyacı Q _H =Q _t +Q _e (kcal/h)
	Yön	Kalınlık (cm)	Uzunluk (m)	Yükseklik veya Genişlik (m)	Toplam Alan (m ²)	Miktar (ad)	Çıkarılan Alan (m ²)	Hesaba Giren Alan (m ²)	Isı İletim Katsayısı k (kcal/m ² h°C)	Sıcaklık Farkı, (ΔT) (°C)	Zamsız Isı Kaybı (kcal/h)	İşletme Z _o (%)	Kat Yükseklik Z _w (%)	Yön Z _h (%)	Toplam Z (100+%)		
İK			0,90	2,20	1,98	1		1,98	2,00	2	8						
İD			1,90	3,80	7,22	1	1,98	5,24	1,60	2	17						
Ta								16,00	0,51	25	204						
Dö								16,00	0,73	13	152						
											1.309						
												7			1,07	1.401	
Z13 BANYO 26°C																	
İK			0,90	2,20	1,98	1		1,98	2,00	4	16						
İD			6,30	3,80	23,94	1	1,98	21,96	1,60	4	141						
İD			1,40	3,80	5,32	1		5,32	1,60	6	51						
Ta								6,50	0,51	29	96						
Dö								6,50	0,73	17	81						
											384						
												7			1,07	411	
Z14 YATAK ODASI 22°C																	
PI			2,80	2,20	6,16	1		6,16	2,80	25	431						
D	B	25	5,20	3,80	19,76	1	6,16	13,60	2,79	25	949						
D			3,30	3,80	12,54	1		12,54	1,60	4	80						
K			0,90	2,20	1,98	1		1,98	2,00	2	8						
D			2,50	3,80	9,50	1	1,98	7,52	1,60	2	24						
Ta								24,60	0,51	25	314						
Dö								24,60	0,73	13	233						
											2.039						
												7			1,07	2.182	
Z15 BANYO 26°C																	
İK			0,90	2,20	1,98	1		1,98	2,00	4	16						
D			4,50	3,80	17,10	1	1,98	15,12	1,60	4	97						
D	B		2,60	3,80	9,88	1		9,88	2,79	29	799						
Ta								5,00	0,51	29	74						
Dö								5,00	0,73	17	62						
											1.048						
												7			1,07	1.121	
Z16 ÇAMAŞIRHANE 18 °C																	
KB	25		3,00	3,80	11,40	1		11,40	2,79	21	668						
			6,50	3,80	24,70	1		24,70	1,60	8	316						
								13,70	0,51	21	147						
								13,70	0,73	9	90						
											1.221						
												7		5	1,12	1.367	

AIR SYSTEM SIZING SUMMARY

Air System.: CINGILLIOGLU

17-07-00

Weather....: Istanbul, Turkey

HAP v3.21

Prepared By: TOKAR

Page 1

AIR SYSTEM INFORMATION

System Type.....:	(4P-FC)	Floor Area.....:	246 sqm
Number of Units.....:	1		

SIZING CALCULATION INFORMATION

Zone and Space Sizing Method:	Calculation Months:	JFMAMJJASOND
Zone L/s: Peak Zone Load	Sizing Data.....:	Calculated
Space L/s: Peak Space Load		

PRECOOL COIL SIZING DATA

There were no precool coil loads during this calculation.

PREHEAT COIL SIZING DATA

There were no preheat coil loads during this calculation.

VENTILATION FAN SIZING DATA

Actual max L/s	0	Fan motor BHP.....:	0.00
Standard L/s.....:	0	Fan motor kW.....:	0.00
Actual max L/s/sqm	0.00	Fan static(Pa.)....:	250.00

RETURN FAN SIZING DATA

Actual max L/s	0	Fan motor BHP.....:	0.00
Standard L/s.....:	0	Fan motor kW.....:	0.00
		Fan static(Pa.)....:	200.00

OUTDOOR VENTILATION AIR DATA

Design airflow (L/s).....:	0	L/s/person.....:	0.00
L/s/sqm	0.00		

AIR SYSTEM SIZING SUMMARY

Air System.: CINGILLIOGLU
 Weather....: Istanbul, Turkey
 Prepared By: TOKAR

17-07-00
 HAP v3.21
 Page 2

TERMINAL UNIT SIZING DATA

-sizing DATA	Zone 1
COOLING COIL	
Total (kW).....	37.3
Sensible (kW).....	34.2
Entering Db/Wb (C)..	25.7/ 18.9
Leaving Db/Wb (C)...	15.8/ 15.2
Water L/s @ 6K rise	1.49
Peak coil load time.	Jul 1500
Resulting room RH...	53
HEATING COIL	
Load (kW).....	23.7
Ent Db / Lvg Db (C).	18.8/ 25.6
Water L/s @ 20K drop	0.28
UNIT FAN	
Design L/s.....	2878
Fan motor BHP.....	1.07
Fan motor kW.....	0.80

Zone 1: Zone 1	



ZONE SIZING SUMMARY

Air System.: CINGILLIOGLU
 Weather....: Istanbul, Turkey
 Prepared By: TOKAR

17-07-00
 HAP v3.21
 Page 1

TABLE 1. SIZING CALCULATION INFORMATION

Zone and Space Sizing Method:	Calculation Months: JFMAMJJASOND
Zone L/s: Peak Zone Load	Sizing Data.....: Calculated
Space L/s: Peak Space Load	

TABLE 2. ZONE SIZING DATA

Zone Name	Cooling Sensible (kW)	Air Flow (L/s)	Design Mon Hour	Heating Load (kW)
Zone 1.....	31.2	2878	Aug 1700	24.2

Note: Zone loads calculated at occupied thermostat setpoint.

TABLE 3. ADDITIONAL ZONE TERMINAL SIZING DATA

(Not Applicable for this System)

TABLE 4. SPACE LOADS AND AIRFLOWS

Zone Name / Space Name	Mult	Cooling Sensible (kW)	Time of Load	Air Flow (L/s)	Heating Load (kW)
Zone 1.....					
Z01.....	x 1	2.4	Jul 2000	218	2.3
Z04.....	x 1	1.6	Jul 2000	145	1.6
Z05.....	x 1	2.6	Aug 1600	238	2.2
TERAS.....	x 1	2.4	Sep 1800	226	2.1
HELİK ALTI 1.....	x 1	17.5	Jun 1000	1619	10.2
HELİK ALTI 2.....	x 1	8.3	Oct 1600	770	5.8

Note: Space loads and airflows do not include multipliers.

AIR SYSTEM DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: CINGILLIOGLU
 Weather....: Istanbul, Turkey
 Prepared By: TOKAR

17-07-00
 HAP v3.21
 Page 1 of 1

COOLING AT.....: Jul @ 1500 HEATING AT.....: Winter Design
 COOLING OA DB/RH...: 32.8 C / 48 % HEATING OA DB....: -2.2 C

ZONE LOADS	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	58 sqm	9160	-	-
Wall Transmission	217 sqm	5327	-	10975
Roof Transmission	232 sqm	1968	-	2640
Glass Transmission	58 sqm	1646	-	5091
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	9 sqm	382	-	1181
Floor Transmission	137 sqm	360	-	1119
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lighting	5056 W	5055	-	-
Task Lighting	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	89 people	5989	3125	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		0	0	-
Safety Factor	3/ 3/ 15 %	897	94	3151
>>Total Zone Loads (1)		30784	3219	24158
Zone Conditioning (2)		33434	3219	24523
Plenum Wall Load	0 %	0	-	-
Plenum Roof Load	0 %	0	-	-
Plenum Lighting Load	0 %	0	-	-
Return Fan Load		0	-	0
Ventilation Load	0 L/s	0	0	0
Supply Fan Load	0 L/s	0	-	0
Space Fan Coil Fans		799	-	-799
Duct Heat Gain/Loss	0 %	0	-	0
>>Total System Loads		34233	3219	23724
Terminal Unit Cooling		34233	3028	0
Terminal Unit Heating		0	-	23724
Precool Coil		0	0	0
Preheat Coil		0	-	0
Central Reheat Coil		0	-	-
Humidification Load		0	0	-
Terminal Reheat Coils		0	-	0
Space/Skin Heat Coils		0	-	0
>>Total Conditioning		34233	3028	23724

- Notes: (1) Zone loads calculated at occupied thermostat setpoint.
 (2) Zone conditioning based on heat extraction analysis.
 (3) In the COOLING column, positive loads indicate heat gains, while positive coil loads indicate system heat removal.
 (4) In the HEATING column, positive loads indicate heat loss, while positive coil loads indicate system heat addition.

MAXIMUM COOLING AND HEATING PLANT LOADS

By: TOKAR
HAP v3.21

17-07-00
Page 1

TABLE 1: MAXIMUM COOLING AND HEATING PLANT LOADS

Maximum Cooling Plant Load.....:	37.3 kW	@	Jul 1500
Maximum Heating Plant Load.....:	23.7 kW	@	Winter Design

TABLE 2: COINCIDENT COOLING LOADS FOR JUL 1500 AND DESIGN HEATING LOADS

AIR SYSTEM NAME	AIR SYSTEM MULTIPLIER	TOTAL COOLING (kW)	TOTAL HEATING (kW)
CINGILLIOGLU.....	1	37.3	23.7



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	17.09.1973	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1984-1991	Erenköy Kız Lisesi
Lisans	1993-1997	Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fak. Makine Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1997-2000	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Çalıştığı kurumlar	1998-	Tokar A.Ş.



✓